

HOMMES TERRE & EAUX

Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

SPECIAL XI^{ème} CONGRES DE LA C.I.I.D. GRENOBLE



Association Nationale des Améliorations Foncières de l'Irrigation et du Drainage
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

Association Nationale pour la Production Animale

Association Nationale pour la Production, la Protection et l'Amélioration Végétale

TRIMESTRIELLE - 11^{ème} ANNEE - VOLUME 11 - NUMERO 45 - DECEMBRE 81

EDITORIAL

Une nouvelle fois nous consacrons un numéro spécial de notre revue « Hommes, Terre et Eaux » à un évènement mondial important qui marque toutes les trois années la grande famille des irriguants, des techniciens, économistes, sociologues... s'occupant, de près ou de loin, de l'irrigation, du drainage et de la maîtrise des crues; il s'agit du 11ème Congrès mondial de la Commission Internationale des Irrigations et du Drainage.

De par l'importance et la diversité des sujets débattus soit pendant ce congrès, soit lors des manifestations organisées parallèlement à ce congrès, nous nous devons d'informer nos adhérents et nos lecteurs de cet évènement, de son déroulement et de leur rapporter les impressions de ceux qui l'ont vécu et qui y ont participé.

Rappelons que la Commission Internationale des Irrigations et du Drainage (CIID) a été créée comme organisation internationale non gouvernementale en 1950, en vue de stimuler et promouvoir le développement et l'application de la science et de la technologie des irrigations, du drainage, de la maîtrise des crues et de la régularisation des cours d'eau, sous leurs aspects technique, économique et social. Le nombre de pays membres est actuellement de 78 dont 25 pays d'Asie — Océanie, 20 pays européens, 17 pays africains, 16 pays américains.

La représentation au sein de cette commission se fait, en général, par le biais des comités nationaux et, dans des cas bien limités, par l'administration nationale chargée de l'hydraulique dans les pays concernés ne disposant pas de comité national.

Le Maroc est représenté à la CIID par l'Association Nationale des Améliorations Foncières, de l'Irrigation et du Drainage (ANAFID) qui, depuis 1971, date de sa création, déploie d'importants efforts au sein de cette organisation internationale pour, d'une part faire connaître le Maroc, son expérience dans le domaine hydraulique et ses réalisations, et d'autre part, faire participer le plus grand nombre de ses cadres aux différentes activités de cette commission et les faire bénéficier de l'expérience des autres pays et du savoir des experts et techniciens de divers horizons travaillant ou collaborant avec la dite commission.

C'est en mai 1979 que l'ANAFID a organisé, à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II à Rabat, le 30ème Conseil Exécutif International de la CIID et, c'est en 1987 que la même ANAFID organisera au Maroc le 13ème Congrès International des Irrigations et du Drainage. Tel en a décidé le 32ème Conseil Exécutif International (CEI) réuni à Grenoble à la veille du 11ème Congrès.

C'est là un véritable succès pour notre pays choisi parmi 3 autres candidats, et non des moindres : le Japon, l'Inde (siège de la CIID) et l'Irak. Ce 13ème Congrès sera le premier à se tenir dans un pays dépendant du continent africain et dans un pays du tiers monde, Inde mise à part.

La délégation marocaine aux travaux de ce 11ème Congrès, tenu à Grenoble (France) du 26 août au 6 septembre 1981, était forte de personnes et comptait parmi les plus importantes délégations présentes. Elle a eu une intense activité aussi bien au sein des réunions des groupes de travail et Comités Techniques pendant la tenue du 32ème Conseil Exécutif International, que pendant les travaux du 11ème Congrès. C'est ainsi que :

- deux Marocains, MM. Tabet et Lahlou, ont été désignés respectivement comme rapporteurs du Comité des pratiques et du Comité des activités techniques;
- un Marocain, M. Lahlou, a, lors de la cérémonie de clôture, pris la parole au nom de l'Afrique;
- trois membres de l'ANAFID ont participé dans les panels des différentes questions traitées lors du Congrès en tant qu'experts :

MM. Arafa : Session spéciale : Méthodes d'évaluation a posteriori des aménagements : réalisations et mesures correctives,

Azib : Question 36 : Amélioration et modernisation des systèmes existants d'irrigation et de drainage,

Bouhamidi : Question 37 : Maîtrise de crues en rapport avec la planification de l'utilisation des sols et de la gestion des eaux.

- quatre communications marocaines ont été préparées à l'occasion de ce Congrès,
- Enfin, M. Tabet a été élu Vice-Président pour l'Afrique en remplacement de M. Lahlou dont le mandat venait à échéance.

Dans le présent numéro, nous reproduisons 2 communications marocaines, et nous publions différents articles se rapportant aux questions traitées lors de ce congrès et aux bibliographies intéressant toutes les communications faites pour chaque question étudiée; enfin, nous rapportons deux des 9 voyages d'études organisés par le Comité National Français à l'issue des travaux du Congrès (deux voyages auxquels ont pris part des membres de l'ANAFID) et une notice résumée sur la situation de l'aménagement hydraulique en France.

Abdellah BEKKALI
Président de l'ANAFID

COMPOSITION DE LA DELEGATION MAROCAINE



- AIT TIHYATY Abdellah : Enseignant à l'I.A.V. Hassan II
- ARAFI Ahmed : Directeur Général de l'A.D.I.
Vice-Président de l'A.N.A.F.I.D., auteur d'une communication
- AZIB M'Hamed : Directeur Général de la SOMET
Membre du Bureau de l'A.N.A.F.I.D.
- BEKKALI Abdellah : Directeur de l'I.A.V. Hassan II,
Président de l'A.N.A.F.I.D.,
Vice-Président Honoraire de la C.I.I.D.,
Président de la délégation
- BOUHAMIDI Mustapha : Chef de Service de l'Equipement à l'ORMVAG.
Membre du bureau de l'A.N.A.F.I.D.,
auteur d'une communication
- BOURKOUKOU
Abdelwahed : Ingénieur aux Etablissements DOLBEAU
- CHAMICH Ameer : Ingénieur à la S.N.C.E.
- GARNIER Georges : Ingénieur à la Direction de l'Hydraulique,
auteur d'une communication
- ISLAH Mohamed : Ingénieur à la Direction de l'Hydraulique
- KHAMLICI Aboubakr : Ingénieur à l'ORM.V.A. du Loukkos
- LAARAICHI Ab'elbaq : Directeur de la SNCE
- LAHBABI Mohamed : Directeur de la SMIRRI
- LAHLOU Othmane : Directeur de l'Office Régional de Mise en
Valeur Agricole du Gharb,
Secrétaire Général de l'A.N.A.F.I.D.
Vice-Président de la CIID
- LERUTH Albert : Chef de mission Expert économiste
à l'ORM.V.A. du Loukkos
- MAATALLAH Larbi : Chef de Service de l'Equipement à
l'ORM.V.A. du Tadla,
auteur d'une communication
- MOULAY RACHID
Monique : Ingénieur à l'ORM.V.A. du Gharb
- OULAD CHRIF Benyounès: Directeur de l'Equipement Rural
- PETOLON Jacques : Ingénieur CNARBRL — Maroc
- TABET Abdelaziz : Ingénieur à la SCET — Maroc
Responsable des comités techniques à l'A.N.A.F.I.D.



**Lisez Hommes Terre
et Eaux**

*Revue Marocaine des
Sciences Agronomiques
et Vétérinaires*

DEROULEMENT DU 32ème CONSEIL EXECUTIF DE LA C.I.I.D.

par

Monique MOULAY RACHID

avec la collaboration de O. Lahlou

Les travaux du 32^e Conseil Exécutif International ont débuté le 26 août 1981.

47 pays membres ont été représentés lors du Conseil Exécutif ainsi que 6 pays non-membres et 7 organisations internationales (Banque Mondiale, FAO, Union des Associations Techniques Internationales, Commission Internationale des Grands Barrages, Association Internationale Permanente des Congrès pour la Navigation, Association Internationale des Travaux en Souterrain, Commission de Coordination pour le bassin du Mekong).

Les réunions des Comités Permanents et Groupes de Travail ont eu lieu du mercredi 26 août au samedi 29 août ; les comités permanents et groupes de travail ont passé en revue leurs diverses activités de l'année et préparé des recommandations sur lesquelles le Conseil Exécutif devait donner son accord.

Liste des pays membres représentés au 32ème C.E.I.

Europe : Autriche, Bulgarie, Danemark, Espagne, France, Grande Bretagne, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Pays-Bas, Pologne, RFA, Suisse, Tchécoslovaquie, URSS, Yougoslavie.

Afrique : Algérie, Côte d'Ivoire, Egypte, Kenya, Maroc, Nigéria, Sénégal, Tunisie, Zimbabwe.

Asie-Océanie : Arabie Saoudite, Australie, Bangladesh, Chine, Inde, Indonésie, Irak, Israël, Japon, Liban, Malaisie, Pakistan, Philippines, Syrie, Thaïlande, Turquie.

Amérique : Brésil, Canada, Colombie, Etats-Unis, Mexique.

REUNIONS DES COMITES/ GROUPES DE TRAVAIL SPECIALISES

Comité permanent des finances

Le comité a d'abord étudié les propositions des nouvelles adhésions et a établi une liste de membres pour la période 1981-84, puis a débattu des questions suivantes :

— Etat de recettes et dépenses pour l'année 1980. Les recettes pour l'année 1980 ont dépassé les prévisions en raison des inscriptions anticipées pour le 11^e Congrès et, les dépenses qui étaient prévues au budget ont été réduites. Cet état a été approuvé à l'unanimité par le Comité des Finances.

— Budget définitif pour l'année 1981 : ce projet définitif de budget 1981 a été accepté à la quasi unanimité par le Comité. Dans ce projet, des économies dans le domaine des publications ont été suggérées et prises en compte. Toutefois, avec ce projet, les dépenses indispensables d'entretien et renouvellement concernant le Bureau Central ont été différées.

— Projet de budget 1981-83 : Le comité souligne la nécessité de constituer à nouveau un Fonds de Réserve pour la période 1981-83 et insiste pour que le montant ne soit pas inférieur à 500.000 RS.

D'autre part, le Comité a demandé au Conseil de prendre note d'une augmentation des cotisations en 1983, qui paraît inévitable : le taux de cette augmentation sera fixé à New-Delhi lors du 33^e CEI (en septembre 1982) et sera probablement de l'ordre de 13 à 20 % du montant de la cotisation 1981.

Comité Ad Hoc

Le Comité a examiné le projet de rapport préparé par le Président après consultation par correspondance de ses membres.

D'autre part, considérant que ses missions définies lors du 30ème CEI de Rabat sont achevées, le comité a demandé au comité des membres du bureau de le dissoudre. Toutefois, il a suggéré que le Comité des membres du bureau crée une équipe de travail « Ad Hoc » chargée de suivre l'application des réformes de la CIID dans tous les domaines et de lui rendre compte de ses observations et suggestions ; cette équipe dépendrait du Comité des membres du bureau et fonctionnerait pour une durée de un ou deux ans.

Après avoir pris connaissance des travaux du Comité des Activités Techniques, le Comité Ad Hoc a appuyé sa proposition de créer un groupe de travail qui étudierait les questions de gestion et d'entretien des réseaux d'irrigation et de drainage et il a proposé qu'une équipe de travail de 4 à 5 membres étudie cette question par correspondance. Il a approuvé, pour cette équipe, les

candidatures de MM. Delvalle, Hawkins, Volker et d'un délégué marocain (qui sera nommé incessamment). L'ANAFID a proposé, par la suite, la nomination de M. Chiguer au sein de ce groupe de travail.

Comité Permanent des Activités Techniques

Le Maroc est représenté dans ce Comité par M. Lahlou, qui en a été nommé rapporteur lors de la dernière réunion.

Le Comité a examiné dans une première réunion les projets de thème des questions 38 et 39, de la session spéciale et du symposium en 1984 et les noms des rapporteurs généraux et de leurs suppléants pour 1984.

Question 38 : Facteurs intervenant dans la gestion de l'eau.

Question 39 : Irrigation et drainage des sols difficiles.

Session Spéciale : Effets de la crise de l'énergie sur l'irrigation et le drainage.



Symposium : Méthodes et nouveaux développements pour la construction des ouvrages de protection des berges de rivières.

Le choix des experts sera examiné lors du 33ème CEI de New-Delhi sur proposition des Comités Nationaux.

Le Comité a ensuite pris note de l'état actuel des publications spéciales de la CIID (en cours):

— Irrigation et drainage dans le monde (Vol. 1).

— Etat de l'art N° 2

— Pratiques de conception des canaux de drainage à ciel ouvert dans un système de drainage agricole.

Par ailleurs, le questionnaire établi par le Comité National Italien concernant le prix de l'eau a été examiné et sera soumis aux Comités Nationaux.

Le Comité a recommandé la création d'un groupe de travail sur l'entretien et la gestion des réseaux d'irrigation et de drainage. Pour promouvoir cette recommandation, il a proposé de constituer

une équipe de travail de 4 à 5 membres afin de proposer les objectifs, un programme de travail, la composition et le rattachement de ce groupe.

Comité des recherches et développements futurs

Après avoir examiné la composition du Comité et de ses trois groupes de travail (groupe sur l'analyse des systèmes, groupe sur l'histoire de l'irrigation, du drainage et de la maîtrise des crues, groupe sur l'irrigation en l'an 2000), les membres du comité ont examiné la composition du n° 3 de la publication « Etat de l'Art. ». La réunion a accueilli favorablement la proposition du Président M. Holy de préparer lui-même un document de travail sur les orientations à venir des activités de la CIID en matière de recherche et de développements futurs.

Groupe de travail sur l'analyse des systèmes

Après avoir passé en revue la composition du groupe de travail auquel de nouveaux membres se sont adjoints, le groupe a pris note de la publication d'un appendice : « Résumé des program-



mes d'ordinateur prêt à l'utilisation pour résoudre les problèmes d'irrigation, de drainage, de maîtrise des crues et d'autres problèmes de ressources en eaux ». Puis, le groupe a été informé de la tenue en Inde d'un atelier de 2 semaines (30 novembre-14 décembre) de formation internationale sur l'Analyse des Systèmes.

Groupe sur l'Histoire de l'Irrigation

Le Maroc est représenté dans ce groupe par M. Lahlou.

Après avoir examiné la composition du groupe, les membres présents ont pris note des réponses des Comités Nationaux pour aider financièrement les activités de ce groupe. Certains Comités acceptent de financer les activités de leurs propres groupes de travail nationaux, ainsi que la publication de leurs travaux dans ce domaine. Par ailleurs, l'UNESCO a consenti à accorder 10.000 à 20.000 dollars pour les publications de la CIID concernant l'histoire de l'irrigation pour la période 1981-83. Le groupe a insisté sur l'importance des échanges de bibliographies et prie les groupes de travail nationaux d'établir des bibliographies sur l'histoire du développement des ressources en eau et demande instamment aux Comités Nationaux d'établir des tables de matières pour leurs ouvrages respectifs. Les travaux du groupe se poursuivront selon la ligne tracée et il faut s'attendre à ce que les premiers volumes ne soient pas publiés avant 1983-84 et que la parution des ouvrages restants prenne environ 3 années supplémentaires.

Groupe de travail sur l'irrigation en l'an 2000

Le groupe a pris note des réponses des Comités Nationaux concernant l'expansion de l'irrigation d'ici l'an 2000 et leur demandera d'envoyer des réponses plus précises sur les disponibilités en eau ainsi que sur la production alimentaire d'ici l'an 2000. Une autre question, celle du surcroît d'irrigation dû aux améliorations qui seront apportées avant l'an 2000 au rendement de l'irrigation, adressée aux Comités Nationaux, n'a fait l'objet que de quelques réponses. En ce qui concerne les moyens pour promouvoir la participation des candidats à des stages de formation, une liste provisoire des moyens de formation dont disposent la FAO et la CIID sera adressée aux Comités Nationaux. Le groupe de travail ayant rempli sa mission, il demande au Comité de Recherches et Développement Futurs de le dissoudre lors de la 33ème Réunion du CEI de New-Delhi en 1982.

Comité des Pratiques

Le Maroc est représenté dans ce Comité par M. Tabet qui en a été nommé rapporteur.

Après avoir passé en revue la composition du Comité et des quatre groupes de travail de celui-ci, à savoir : les besoins en eau, le rendement de l'irrigation, l'irrigation mécanisée, la micro-irrigation, le comité a examiné un programme futur de travail. La création d'un groupe de travail sur les critères de drainage et les pratiques de conception a été proposée et un groupe préparatoire a été nommé, qui fera rapport au Comité des Pratiques lors de la 33ème Réunion du CEI.

Par ailleurs, il a été noté que la gestion, le fonctionnement et l'entretien des systèmes d'irrigation est un sujet d'une extrême importance qui doit être étudié avec un soin particulier. Le Comité marocain a proposé de créer un groupe de travail sur ce sujet, le Comité des Pratiques demande à tous les Comités Nationaux leurs avis sur la création ou non d'un groupe de travail, et dans l'affirmative quel devrait en être le mandat.

Groupe de travail sur l'irrigation mécanisée

La mission confiée à ce groupe de travail, à savoir la préparation d'un document sur l'Etat de l'Art dans le domaine de l'irrigation mécanisée (macro-irrigation) est en cours. Par ailleurs, le groupe a élaboré un questionnaire destiné aux fabricants et un autre à l'intention des utilisateurs de matériels d'irrigation mécanisée. Mais, ces questionnaires lorsqu'ils ont été retournés, présentent des omissions et la présentation trop complexe a été mal comprise par les Comités Nationaux. Le groupe a décidé de concentrer ses efforts sur 10 pays qui fabriquent 90 % du matériel utilisé pour l'irrigation mécanisée. Pour les pays utilisateurs, il concentrera ses efforts sur 22 pays dont le Maroc.

Groupe de travail sur les besoins en eau

Le Maroc est représenté dans ce groupe par M. Tabet. De nouvelles candidatures ont été proposées et acceptées par le groupe ; ce dernier a ensuite pris note de l'état d'avancement de la rédaction d'un rapport sur l'Etat de l'Art sur l'évapotranspiration. Puis, le groupe s'est penché sur les définitions des termes relatifs à l'évapotranspiration. En effet, les termes définis par le sous-comité ne sont pas en accord, pour certains aspects, avec les définitions publiées par la FAO. Aussi, il a été décidé que le sous-comité chargé de cette question tienne compte des remarques formulées et reprennent les définitions.

Groupe sur la micro-irrigation

Peu de membres étaient présents lors de la réunion de ce groupe. Les membres présents ont constaté que depuis sa création en 1976, ce groupe de travail a réalisé très peu de travaux et ils sont arrivés aux conclusions suivantes :

— la micro-irrigation, secteur important où la technologie progresse rapidement, doit faire l'objet d'un groupe de travail;

— le programme de l'ancien groupe de travail tentait de couvrir un domaine trop vaste et le groupe devra réduire son champ d'activité ;

— la CIID pourrait apporter sa contribution dans des compte rendus d'expériences pratiques effectuées sur le terrain.

Groupe de travail sur l'efficience de l'irrigation

Le groupe a d'abord passé en revue la liste des membres qui le composent ; ses objectifs sont les suivants : normaliser la terminologie et en encourager l'emploi, organiser des enquêtes sur les rendements des irrigations et les facteurs qui influencent ces rendements (ce point est presque terminé), encourager l'installation des ouvrages de mesure de débit et de régulation dans les systèmes d'irrigation.

Le groupe a ensuite pris note de la publication dans divers journaux de la terminologie sur les rendements de l'irrigation. L'état d'avancement d'un projet de rapport sur la précipitation utile — rédigé en collaboration avec le groupe de travail sur les besoins en eau — sera examiné lors du 33ème CEI à New-Delhi.

Comité des Techniques de Construction

Le Comité a recommandé pour la période 1981-1984 la composition du Comité puis il a examiné l'état d'avancement des publications et notes de la CIID. Le comité a déjà publié précédemment :

— le manuel de construction des canaux

— le manuel de construction des drains verticaux

— le document sur l'Etat de l'Art intitulé : « tendances récentes dans la mécanisation de la construction des systèmes d'irrigation et de drainage ».

— une communication sur la préparation des terres.

Le Comité a examiné l'état d'avancement des différentes normes : la Norme 106 : « utilisation

et développement de béton asphalté » devra être traduite au bureau central ; la norme 107 « Utilisation et application des revêtements en terre » sera examinée par M. Mc Cready; la norme 108: « utilisation et application des membranes plastiques » sera rédigée définitivement pour le 33ème CEI en 1982. Le Comité a décidé d'approfondir la question de la pose du revêtement des canaux. De nouveaux projets à étudier ont été retenus et les tâches ont été réparties entre membres du Comité.

32ème CONSEIL EXECUTIF INTERNATIONAL

La première séance plénière du Conseil Exécutif proprement dit s'est tenue le lundi 31 août 1981 de 14 h 30 à 18 h et la seconde et dernière session le mardi 1er septembre de 9 h à 12 h.

La 32ème Session du Conseil exécutif a débuté par le rapport du Secrétaire Général de la CIID, relatif à la période allant du 1er janvier au 31 décembre 1980. Celui-ci a particulièrement insisté sur la situation financière difficile de la CIID, liée essentiellement au retard de paiement des arriérés par les Comités Nationaux. Au 31-12-1980, le montant total des arriérés s'élevait à environ 32.600 \$. Il a ensuite fait part au Conseil de l'état d'avancement des publications de la CIID: le bulletin de la CIID de juillet 1981 spécial congrès paru avec le XI^e Congrès, la publication de l'Etat de l'Art, n° 2 parue au moment du Congrès, Irrigation et Drainage dans le monde (3ème édition révisée et augmentée) dont le premier volume paraîtra incessamment.

Pour le XIème Congrès, 122 rapports ont été reçus de 22 pays et Organisations Internationales (OI) :

Questions 36 : 62 rapports provenant de 19 pays et 1 O.I.

Question 37 : 35 rapports provenant de 17 pays.

Symposium : 8 rapports provenant de 7 pays et 1 O.I.

Session spéciale : * Histoire de l'irrigation : 2 rapports de 2 pays.

* Evaluation et suivi : 15 rapports de 12 pays et 3 O.I.

Un nouveau mode opératoire (trois sessions par question, et 2 questions au lieu de trois dans les précédents congrès) sera suivi pour les sessions techniques du congrès.

Enfin, le Secrétaire Général a fait état de la coopération entre la CIID et les Organisations In-

ternationales lors de différentes conférences et réunions.

Ce rapport a été adopté à l'unanimité et une résolution permettant au Secrétaire Général de faire fonctionner un Compte Spécial à la mémoire de N. Gulhati, fondateur de la CIID, a été approuvée à l'unanimité.

Aucune demande formelle d'adhésion de pays n'a été enregistrée. Actuellement des démarches sont faites dans une dizaine de pays pour les amener à adhérer à la CIID. Il est à rappeler que le nombre de pays membres de la CIID est actuellement de 78 dont : 25 pays pour la région Asie-Océanie, 20 pays pour le continent européen, 16 pays pour le continent américain, 17 pays pour le continent africain.

Le président du Comité des Finances a présenté le relevé financier de l'année 1980 ainsi que les prévisions des recettes et dépenses pour l'année 1981 (voir ci-dessus).

Ces deux rapports ont été adoptés à l'unanimité. Tenant compte de l'augmentation de la cotisation pour l'année 1981, le Comité des Finances ne peut proposer une augmentation des cotisations en 1982 mais cette augmentation paraît inévitable en 1983 et pourrait être d'environ 30 %.

En ce qui concerne les retards dans le paiement des arriérés, le Comité des Finances a fait deux recommandations au Conseil :

- Si la cotisation de l'année en cours n'est pas versée au 30 juin, un intérêt de 1 % par mois viendra s'ajouter au montant des arriérés et s'accumuler jusqu'au versement intégral des sommes dues ;

- Une lettre ferme sera adressée aux Comités Nationaux ayant des arriérés de cotisation de plus de 3 ans afin de leur rappeler les dispositions de l'Article 16 et leur demander de verser l'intégralité des sommes dues dans un délai de 6 mois.

Suite à ces propositions, le Conseil a donné son accord pour la seconde recommandation.

Le Conseil a adopté le rapport du Comité Ad Hoc. Ce comité créé en 1979 lors du 30^{ème} Conseil Exécutif International de Rabat relève du Comité des membres du bureau. Ses missions étant achevées, les réformes proposées par ce Comité ont été adoptées par le 31^{er} CEI de Londres et le rapport et les recommandations du Comité Ad Hoc deviennent des directives générales pour l'orientation et le fonctionnement de la CIID valables pour les années à venir.

Parallèlement, le Comité Spécial sur l'Etude des Réformes des statuts et Règlement Intérieur a fait des propositions de modifications des Statuts et du Règlement Intérieur transmises aux Comités Nationaux, et qui ont été adoptées lors du Conseil.

Le Conseil a ensuite procédé à l'examen des procès verbaux des réunions des Comités Permanents, Comités Techniques et Groupes de travail (voir pages précédentes) ; les rapports de ces groupes de travail et Comités Techniques ont été adoptés par le CEI.

Le Conseil a ensuite pris connaissance des progrès sur les dispositions prises pour les futures manifestations de la Commission, à savoir :

- la 4^{ème} Conférence Régionale Afro-Asiatique qui aura lieu à Lagos (Nigéria) du 9 au 14 janvier 1982. Le thème de la Conférence est « le développement du Bassin de Rivière pour la production alimentaire ». Le Comité National Nigérian a pris toutes les dispositions pour la réussite de cette Conférence ; un voyage d'études lui succèdera du 15 au 20 janvier.

- La 13^{ème} Conférence Régionale Européenne du 26 au 30 juin 1982 à Lisbonne. Elle a pour thème : « la Réhabilitation des Périmètres Irrigués et Drainés ». Le bulletin définitif paraîtra incessamment.

- la 33^{ème} réunion du CEI de la CIID à New-Delhi en 1982. Ce 33^{ème} CEI (prévu en mars 1982) a été reporté et le Comité National Indien a proposé deux nouvelles dates : du 23 au 30 septembre et du 28 octobre au 4 novembre 1982. Finalement, la période du 23 au 30 septembre 1982 a été retenue.

- la 34^{ème} réunion du Conseil Exécutif International de la CIID organisée par le Comité National Australien en 1983 qui aura lieu du 12 au 16 septembre 1983 à Melbourne. Le Conseil a demandé au Comité National Australien d'étudier la possibilité de fusionner la 5^{ème} Conférence Régionale Afro-Asiatique et la Session Spéciale prévue à la suite du 34^{ème} CEI. Le sujet de cette 5^{ème} Conférence Afro-Asiatique pourrait alors être relatif à la culture du riz et de la canne à sucre. Par ailleurs, le Conseil a demandé au Comité National Australien d'étudier les possibilités de diminution des coûts d'enregistrement trop élevés.

- le 12^{ème} Congrès International des Irrigations et du Drainage à Fort Collins (Colorado) :

M. Bitoun, président du Comité Organisateur, a annoncé qu'une exposition serait organisée à

cette occasion et que des démarches sont faites actuellement en vue de l'obtention d'une subvention des Agences Gouvernementales qui pourrait aider à faire diminuer les frais d'inscription.

— Lieu de la 35^{ème} réunion du CEI de 1985 : le Président de la Délégation Brésilienne a adressé une invitation ; le Comité National Chilien avait lui aussi formulé une invitation. Le Conseil attendra jusqu'au prochain CEI pour arrêter un choix définitif et demander aux pays désireux d'organiser cette manifestation de fournir au prochain CEI les éléments d'informations complets à cette fin.

— Lieu du 13^{ème} Congrès des Irrigations et du Drainage en 1987. En réponse à la demande du Secrétaire Général lors du 31^è CEI de Londres, les Comités Nationaux de l'Inde, de l'Irak, du Maroc et du Japon ont adressé des demandes fermes pour organiser le Congrès de 1987. Le Comité des membres du bureau lors de sa réunion du 29 août a examiné cette question et a recommandé à une large majorité l'organisation du 13^{ème} Congrès de la CIID au Maroc.

Toutefois, conformément au règlement intérieur, il a été procédé à un vote et le Maroc a été choisi par 31 voix pour 48 votes exprimés contre 10 pour le Japon, 4 pour l'Inde et 2 pour l'Irak.

— lieu du 14^{ème} Congrès en 1990 : lors du CEI, le Brésil a présenté sa candidature.

Le Conseil a clôturé ses travaux par l'élection du Président et de 3 Vice-Présidents.

Deux candidats postulaient à la place de Président : M. Patel du Comité National Indien et M. Rangeley du Comité National Britannique.

Le vote a eu lieu par bulletin secret et M.

Rangeley a été élu par 27 voix pour 48 suffrages exprimés alors que M. Patel obtenait 21 voix.

Trois Vice-Présidents terminaient leur mandat aux termes du 11^è Congrès :

M. W.G. Schultz (EU), M. Lahlou (Maroc), M. M.A. Volker (Pays-Bas).

Trois nouveaux Vice-Présidents ont été élus : M. Barrett (E.U.), M. Altaf Hussein (Pakistan), M. Tabet (Maroc).

La nouvelle composition du bureau est donc la suivante :

Président : Rangeley (G.B.)

Vice-Présidents :

Afrique : N.O. Papoola (Nigéria) ; A. Tabet (Maroc)

Europe : K. Zanker (RFA) ; I. Petrasovits (Hongrie)

Amérique : C.J. Mac Andrews (Canada) ; L.I. Barrett (E.U.)

Asie-Océanie : A.A. Juinio (Philippines); Prinitam Singh (Inde) ; Altaf Hussein (Pakistan).

Suite aux élections, M. K.K. Framji, Secrétaire Général de la CIID, a été élu à l'unanimité par acclamation pour continuer dans sa fonction.

Diverses questions ont été abordées avec l'autorisation du Président :

M. Bekkali a souligné que les cotisations annuelles sont une charge très lourde pour les pays en développement et il a demandé au Secrétaire Général de prendre acte de cet élément et de penser à ce problème au prochain Conseil Exécutif International.

Une résolution de remerciements a été adressée au Président Darves-Bornoz.

AMELIORATION ET MODERNISATION DES SYSTEMES EXISTANTS D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE

— QUESTION 36 —

Déroulement des séances et réflexions

par

Mohamed AZIB

Directeur Général de la SOMET

La question 36 ayant pour thème « Amélioration et modernisation des systèmes existants d'irrigation et de drainage » a suscité, durant le XIème Congrès de la CIID à Grenoble un vif intérêt caractérisé par les 62 rapports présentés par 22 pays. Les résumés de ces rapports sont présentés par ailleurs dans cette même revue.

Le présent rapport s'efforcera de dégager les grands volets qui ont prévalu tout au long des trois séances de débats sur la question 36; l'auteur présente d'avance ses excuses à tous les orateurs de toute erreur ou insuffisance dans l'interprétation de leurs interventions.

1. INTRODUCTION

Afin de lutter contre la sécheresse et la crise alimentaire mondiale, l'ONU a organisé en 1974 à Rome une Conférence Mondiale Alimentaire qui a arrêté des programmes d'action visant l'augmentation de la production agricole selon deux approches :

— augmenter la surface cultivée (expansion horizontale)

— augmenter les rendements (expansion verticale)

En agriculture irriguée, ces deux approches reposent essentiellement sur :

— la maîtrise des crues et leur épandage,

— la rénovation et la modernisation des systèmes d'irrigation existants.

Cette dernière approche permet, par une meilleure gestion des eaux, d'intensifier la mise en valeur agricole, de réduire les pertes d'eau, d'augmenter les rendements et de régulariser les productions agricoles dans les régions où les précipitations sont mal réparties.

Seulement une grande question se pose : Faut-il donner la priorité aux nouveaux projets ou bien rénover et améliorer des périmètres irrigués existants ? Il est évident qu'il n'existe pas de solution unique pour tous les pays, par contre, l'importance relative entre la création de nouveaux périmètres et la rénovation ou la modernisation de périmètres existants dépend, pour chaque pays ou région, de ses conditions économiques, sociales, de ses ressources en eau et en sols, de ses rendements...

En 1977, la FAO a estimé, pour les pays en voie de développement qui sont les plus touchés par la crise alimentaire mondiale, un programme d'action à achever en 1990 de :

— 45 millions d'hectares irrigués à améliorer pour un investissement de 22 milliards de dollars (Prix 1975);

— 78 millions d'hectares drainés à améliorer pour 14 millions de dollars ;

— 22 millions d'hectares nouveaux à irriguer pour 61 milliards de dollars ; le tout représen-

tant un investissement de 97 milliards de dollars (Prix 1575).

Il est important de constater que l'amélioration et la modernisation de systèmes d'irrigation et de drainage représentent la clé de voûte de la solution du problème de déficit alimentaire mondial.

C'est ainsi que la CIID, dans son Xème Congrès a inscrit à l'ordre du jour du XIème Congrès la question 36 pour traiter de l'amélioration et de la modernisation des systèmes d'irrigation et de drainage existants et a recommandé de couvrir les aspects non traités dans la question 35.

2. PANEL ET RAPPORTS

L'innovation du XIème Congrès est la constitution d'un panel d'experts chargé de présenter et de commenter les rapports lors des séances plénières afin d'engager la discussion entre les membres du panel d'une part et entre le panel et les Congressistes d'autre part. Pour la question 36, ce panel était composé de :

— Président : M. R. Rangeley

— Rapporteur Général : M. L. Swarner

— Membres : MM. M. Azib - J. Benetin - A. Boumendil - D. Campbelle - J. Dempster - Kimura - C.J.M.C. Andrews - J.A. Ortiz - J.B. Summers - L.J. Wen.

Le rapporteur Général M.L. Swarner a classé les 62 rapports comme suit :

1er Groupe : Réseaux d'irrigation et de drainage R 23 - 24 - 25 - 29 - 41 - 50 et 57.

2ème Groupe : Réseaux d'irrigation R 22 - 34 - 47 et 55.

3ème Groupe : Réseaux de drainage R 8 - 27 - 31 - 39 - 46 - 53 - 54 et 62.

4ème Groupe : Réseaux d'irrigation et irrigation des propriétés R1 - 4 - 6 - 10 - 16 - 19 - 32 - 42 - 43 - 44 - 45 - 49 - 58 - 59 et 60.

5ème Groupe : Pratiques de l'irrigation R 23 - 28 - 30 - 35 - 37 et 52;

6ème Groupe : Reconversion des systèmes traditionnels en irrigation par aspersion ou au goutte à goutte. R-5 - 12 - 13 - 14 - 17 - 18 - 20 - 24 - 26 - 38 et 51.

7ème Groupe : Automatisme et télécommande. R7 - 21 - 36 - 44 et 45.

8ème Groupe : Critères généraux, économiques et sociaux pour la modernisation et l'amélioration. R2 - 3 - 11 - 33 - 40 et 61.

9ème Groupe : Etudes spéciales. R9 - 15 - 48 et 56.

Une autre classification a été déterminée par le panel :

— Réseaux et techniques d'irrigation : objet des rapports des groupes ci-après : 2-4-5-6-7 et 9 ;

— Réseaux de drainage : groupes 1 et 3;

— Considérations générales, économiques et sociales : groupe 8.

3. SEANCES PLENIERES

Au cours des trois séances tenues à Grenoble pour discuter de la question 36, les débats ont porté sur des questions d'ordre général, des questions spécifiques et la présentation par certains orateurs de leurs rapports accompagnés de projections.

3.a Terminologie

On peut donner les significations suivantes aux termes couramment utilisés :

— Rénovation ou reconstruction ou amélioration comporte le remplacement des équipements par de nouveaux ouvrages copiés sur la conception d'origine.

— Modernisation ou remplacement d'un système par un système up to date.

On pourrait ajouter un troisième terme :

la réhabilitation signifiant la conception d'un système non sophistiqué en remplacement d'un système traditionnel (ayant parfois plusieurs siècles d'existence).

3.b Quand, comment et pourquoi améliorer ou moderniser ?

A toutes ces questions les intervenants ont invoqué :

— l'augmentation du prix de l'énergie qui a engendré une baisse de la pression et on passe ainsi de l'irrigation par aspersion à l'irrigation au goutte à goutte ;

Ce facteur a été négligé dans la planification des irrigations.

— les pertes d'eau de certains réseaux de distribution parfois perdues sans espoir de récupération et parfois récupérées par pompage par des usagers à l'aval ;

— la détérioration ou la vétusté des équipements ;

— la mauvaise conception à l'origine du projet d'équipement ;

— la nécessité de créer toutes les conditions requises pour un développement agricole ;

— le remplacement de l'irrigation au tour d'eau par une irrigation à la demande en vue d'une utilisation efficiente de l'eau et de la suppression des contraintes à l'agriculteur du tour d'eau améliorant ainsi ses conditions de travail (suppression de l'irrigation la nuit et les jours fériés) ;

— le manque de vulgarisation auprès des usagers, la tendance à résister aux transformations des coutumes existantes depuis très longtemps ont pour conséquence l'utilisation inefficace des équipements, la baisse des rendements et l'abandon même des systèmes ;

— Certains aménagements n'ont pas été réalisés d'une façon intégrée : on s'est préoccupé seulement de la régularisation, du stockage et de l'adduction de l'eau en laissant de côté la distribution, l'aménagement interne des propriétés, l'organisation des agriculteurs, la gestion des réseaux, les assolements, la commercialisation..

Ceci entraîne des incompatibilités à l'intérieur du système et on n'atteint jamais le développement maximal.

Il faut entre autre que les pratiques à la ferme dictent le fonctionnement du réseau d'adduction.

Ainsi, on constate que les progrès techniques et technologiques ont souvent incité à l'amélioration et à la modernisation des réseaux existants ; très peu de rapports précisent « quand » la modernisation doit être pratiquée économiquement.

Il y a eu aussi peu d'informations sur les coûts des transformations, sur la formation du personnel et l'influence de l'énergie sur les projets.

3.c Techniques nouvelles

Plusieurs rapports mentionnent l'utilisation de procédés nouveaux et de techniques nouvelles :

— utilisation du laser pour les levés de plan côté en vue du nivellement des terres avec une tolérance de ± 15 mm et acceptant des hauteurs d'eau de 75 mm.

— utilisation, dans les exploitations non électrifiées, d'un système de programmation et d'automatisation d'irrigation par aspersion qui permet une liberté à l'utilisateur et garantit la sécurité de l'installation, le changement de l'irrigation d'une branche à l'autre et l'arrêt final du moteur Diesel.

— Télécommande d'un réseau d'irrigation des rizières par contrôle des vannes et régulation du débit.

— Adjonction d'additifs polymères pour réduire les pertes de charge dans les canalisations.

CONCLUSION

A l'issue des débats, le Comité de révision de la question 36 présente un rapport attirant l'attention sur les considérations suivantes :

1. L'amélioration et la modernisation des systèmes doivent tenir compte des aspects technique, économique, social, culturel et agricole de la situation actuelle.

2. L'amélioration et la modernisation doivent porter aussi bien sur les équipements que sur la gestion.

En effet, certains échecs constatés dans des projets sont dus, non à l'absence d'une technologie de meilleure qualité, mais plutôt à l'absence d'une gestion appropriée aggravée par l'existence de problèmes sociaux, économiques, humains ou politiques.

3. L'économie d'eau résultant de l'amélioration et de la modernisation d'un système devrait contribuer de manière significative à la résorption du déficit alimentaire mondial.

4. Avant d'entreprendre une opération de modernisation ou d'amélioration, il convient de faire une évaluation pour voir si une amélioration relative à la gestion, à la formation des agriculteurs, au crédit, aux prix... n'amènerait pas une augmentation nette de la production agricole pour un coût minimum.

5. Afin d'éviter ou de retarder un programme d'amélioration ou de modernisation, il faut appliquer, dès le démarrage d'un projet, des mesures préventives de maintenance.

6. Tout programme de modernisation ou d'amélioration doit être connu préalablement des usagers afin de les y associer et bénéficier ainsi de leur coopération : la finalité des actions étant l'amélioration du niveau de vie des agriculteurs.

7. Lors de l'élaboration d'un programme de modernisation, il faudrait se préoccuper des coûts, de la demande énergétique, de la main-d'oeuvre tant pour les travaux de maintenance que pour la mise en valeur agricole.

8. Un groupe de travail devrait être institué par le Congrès chargé d'étudier de façon particulière la modernisation et l'amélioration des systèmes d'irrigation et de drainage dans différents pays.

SOCIETE NOUVELLE DES CONDUITES D'EAU

S.N.C.E.

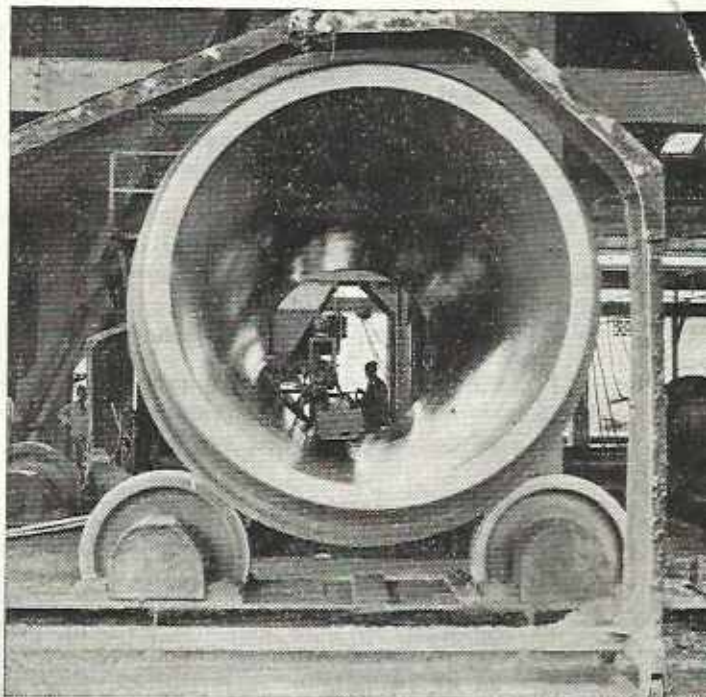
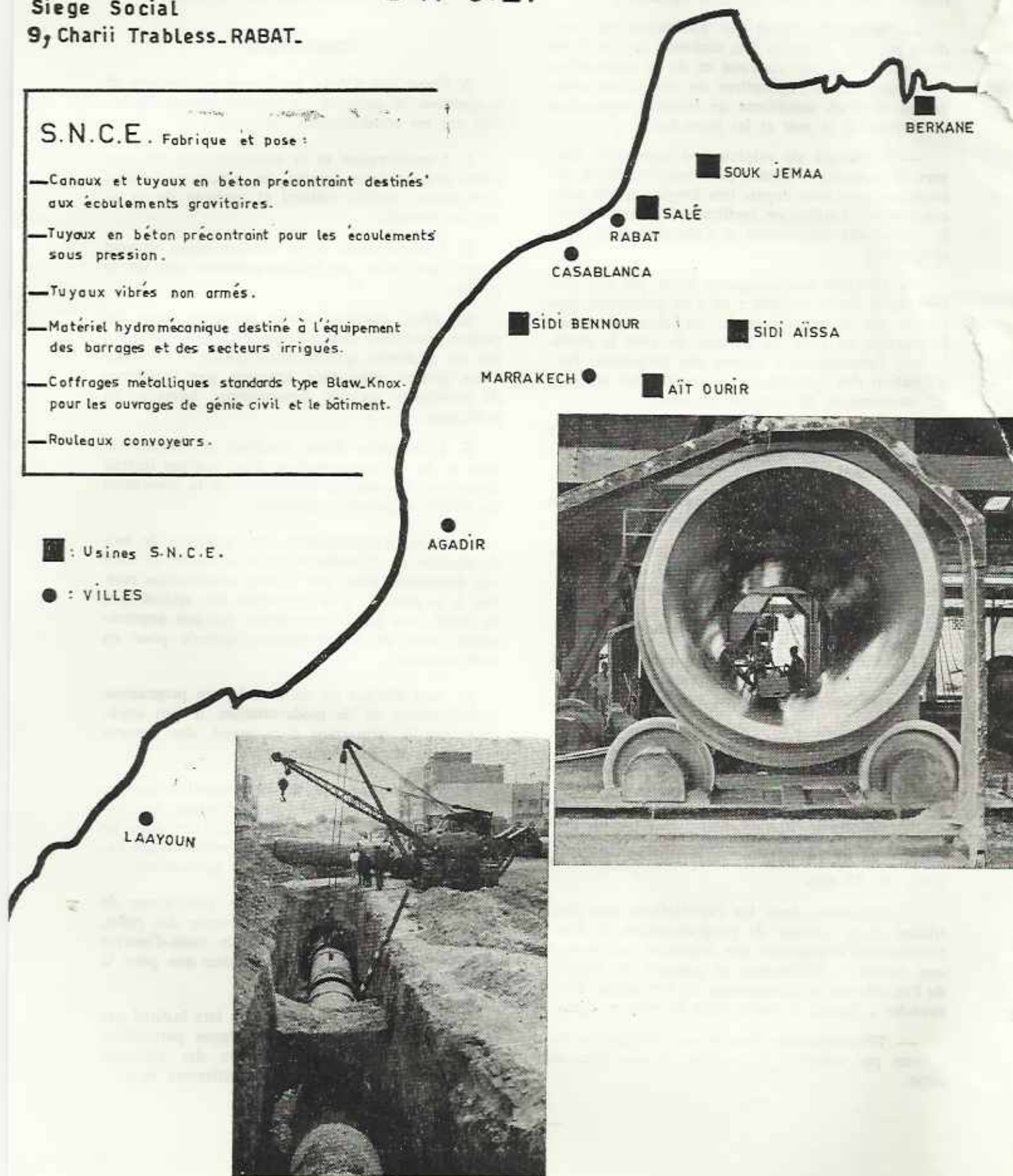
Siège Social
9, Charii Trablless - RABAT.

S.N.C.E. Fabrique et pose :

- Canaux et tuyaux en béton précontraint destinés aux écoulements gravitaires.
- Tuyaux en béton précontraint pour les écoulements sous pression.
- Tuyaux vibrés non armés.
- Matériel hydromécanique destiné à l'équipement des barrages et des secteurs irrigués.
- Coffrages métalliques standards type Blaw_Knox pour les ouvrages de génie civil et le bâtiment.
- Rouleaux convoyeurs.

■ : Usines S.N.C.E.

● : VILLES



BIBLIOGRAPHE DE LA QUESTION 36

Par

M. et MME GHAZZALI

Ingénieurs du génie rural.

respectivement à l'O.R.M.V.A.G. et à l'A.D.I.

36R₁ : TOKAT — TRAVAUX DE REHABILITATION DE L'IRRIGATION ET DE MISE EN OEUVRE DEFINITIVE DU PROJET, par Unal MESSI (Turquie).

L'auteur a évalué les résultats du programme des travaux de réhabilitation et d'amélioration du projet de Tokat (Nord de la Turquie).

Les évolutions réalisées sont :

- irrigation supplémentaire de 9350 ha (12.000 ha à Forigine, 21.350 après travaux);
- apparition de nouvelles cultures (betterave, tournesol, légumes) au dépend de cultures en sec (tel céréales);
- installation d'un réseau de drainage (en terre cuite);
- nivellement des terres;
- amélioration du réseau routier;
- augmentation de l'efficacité de l'irrigation.

36R₂ : UNE INVESTIGATION GENERALE SUR L'AMELIORATION DES RESEAUX D'IRRIGATION EN TURQUIE, par M. KAPIDERE et A.N. DEMIR.

Les auteurs ont concentré leurs études dans le choix du type de réseau d'irrigation et ont fait une évaluation des méthodes de distribution d'eau. C'est ainsi que l'application du système de canalettes (sections courtes et mobiles de canaux en béton) dont les avantages sont cités dans le rapport a été considérée comme une alternative valable au système de canaux à ciel ouvert. Les auteurs ont cité aussi tous les facteurs technique et socio-économique intervenant dans le choix d'une éventuelle amélioration des réseaux d'irrigation.

36R₃ : AMENAGEMENTS HYDROAGRIQUES : ETUDE ET REHABILITATION, par Luis S. PEREIRA (Portugal).

L'auteur met en relief les facteurs qui incitent à une amélioration ou une réhabilitation d'un réseau d'irrigation donné et démontre que tout aménagement hydroagricole doit intégrer l'aménagement de l'ensemble de l'espace rural dans son contexte socio-économique.

L'auteur signale également que c'est le réseau d'irrigation qui doit être adapté à la méthode d'irrigation

et non pas cette dernière qui doit subir les limitations imposées par les caractéristiques des réseaux.

36R₄ : LES PROBLEMES DE LA RESTRUCTURATION DU DISTRICT D'IRRIGATION DU CASTRULLO, SUR LA RIVE DROITE DU FLEUVE SELE, ITALIE, par A. LINOLI, S. BACCINI, A. ROMANO et G. ROMANO.

Ce communiqué démontre l'importance et la nécessité de vulgarisation et de consultation des agriculteurs avant toute initiative de substitution d'un réseau d'irrigation traditionnel (système gravitaire) par un réseau moderne (aspersion).

L'exemple donné par les auteurs du district d'irrigation de castrullo (1500 ha irrigués gravitairement) met en relief toutes les difficultés rencontrées tant au niveau des agriculteurs (les principaux concernés) qu'au niveau de la gestion.

36R₅ : ESSAIS D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE DU BANANIER DANS LA VALLEE DU CHEBELI (Somalie), par Mario FALCIAI, Prof. Ing. (Italie).

L'auteur a réalisé une expérimentation sur une bananeraie dans le but de vérifier l'efficacité technique et économique d'un système d'irrigation goutte à goutte utilisé pendant la saison du Gital (décembre - avril), période d'étiage du fleuve Chebeli.

Les résultats de l'expérience montrent que l'efficacité de l'utilisation de l'eau a nettement augmenté et qu'il n'y a aucune différence entre l'irrigation traditionnelle et le goutte à goutte sur le plan rendement et qualité.

36R₆ : AMELIORATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION ET GESTION DE L'EAU DU TAIWAN, par L.J. WEN (République de Chine).

Etant donné que les ressources en eau du pays sont limitées, la satisfaction des besoins en eau des villes et des centres industriels a été faite au dépend des eaux destinées à l'agriculture. L'auteur nous expose certaines réflexions en vue d'une rationalisation de l'eau à savoir, une utilisation efficace et efficace de l'eau au moyen d'améliorations apportées aux systèmes d'irrigation et à la gestion des ressources en

eau, aidée par l'apport de plusieurs disciplines telles que la science de l'irrigation et l'agronomie.

36R₇ : *COMMANDE A DISTANCE CENTRALISEE DES SYSTEMES DE CANAUX D'IRRIGATION AU TAIWAN — PROBLEMES ET EXPERIENCES*, par Yii Soong Tsao (République de Chine).

Dans le but de surmonter certains problèmes de plus en plus pesants, au Taiwan, à savoir : le coût toujours plus élevé de la main-d'oeuvre, la concurrence accrue parmi les irrigants en ce qui concerne leurs attributions d'eau et la rationalisation de la distribution de l'eau et de la gestion de celle-ci, l'auteur expose le principe et les concepts de base des installations de télécommande d'un réseau d'irrigation ainsi que les avantages et certains problèmes liés à leur fonctionnement.

Espacement des drains	Pluviométrie	augmentation du rendement	Type de sol
10	Normale	62 %	Tourbes
30 — 20	Normale	0 %	Tourbes
30 — 20	Faible	Bonne	Semi-aride

36R₉ : *APPLICATION DES FACILITES TK — 75 POUR L'INTRODUCTION DES PURINS AU SOL DANS LES SYSTEMES D'IRRIGATION PAR ASPERSION*, par Tadeusz KACZOROWSKI (Pologne).

Ce rapport passe en revue la mise au point de techniques permettant l'introduction de Purin au sol par une méthode autre que celle de l'application classique par aspersion, et leurs avantages.

Bien que le contenu de ce rapport porte principalement sur la technologie, il serait intéressant de connaître les intervalles d'applications et comment ceux-ci s'intègrent aux calendriers réguliers d'irrigation.

36R₁₀ : *SYSTEME PILOTE COMME EXEMPLE DE L'ECONOMIE D'EAU — SOLUTIONS DE MODERNISATION POUR LES BESOINS DE L'AGRICULTURE*, par Gz. SOMOKOWSKI (Pologne).

Dans le but d'accroître la production agricole en Pologne, l'auteur propose l'intensification des procédés de production accompagnée d'une modernisation plus étendue des pratiques de gestion agricole, de la mise en valeur des terres et des systèmes d'organisation. En Pologne, le drainage des sols s'impose sur au moins 52 % des terres agricoles.

36R₁₁ : *PROBLEMES METHODIQUES DE L'ANALYSE COÛTS-BENEFICES DE LA MODERNISATION DES SYSTEMES DE MISE EN VALEUR DU SOL*, par Jan ZAWILSKI, Henryk MANTEUFFEL et Stanislaw URBALA (Pologne).

Dans ce rapport, sont exposés les objectifs et les méthodes d'évaluation économique de la modernisation et de la mise en valeur des terres. L'évaluation économique d'un projet, d'après les auteurs, doit répondre à un certain nombre de questions d'ordre socio-économique à savoir : les avantages que présente le

36R₈ : *EFFETS DU DRAINAGE SUPPLEMENTAIRE DANS DIFFERENTS TYPES DE SOL ORGANIQUE*, par Serguiz JURCZUK (Pologne).

Le communiqué a pour objet d'exposer les résultats des expériences réalisées sur trois types de sols organiques dans la partie Nord de la Pologne pour déterminer les effets du drainage supplémentaire. Les drains mixtes utilisés ont un diamètre de 5 cm, installés à des profondeurs de 0,8 à 1,0 m avec des espacements parallèles de 10,20, 30 m. Deux types de sols ont été expérimentés :

- les terres tourbeuses humides,
- les sols semi-arides.

Les résultats obtenus sont :

projet, la rentabilité économique, l'augmentation du rendement et la période optimale d'intervention.

36R₁₂ : *EQUIPEMENT PLUVIRRIGATOIRE DU TYPE FIXE POLYVALENT DANS LA ZONE D'ASSIEMENT « ADDA ALPINO »*, par Dr. Agr. Bruno SERRACIOTTO et Dr. Agr. Domenico SINISCALCHI (Italie).

En Valtellina, il a été indispensable de moderniser et d'élargir tout le réseau d'irrigation traditionnel. C'est ainsi que l'irrigation gravitaire a été remplacée par l'irrigation par aspersion. Le rapport présente une description détaillée des ouvrages installés pour l'irrigation d'environ 2000 ha.

36R₁₃ : *COMMENT AMELIORER ET MODERNISER LES SYSTEMES ACTUELS D'IRRIGATION PAR ASPERSION ?*, par Ing. SOUSTAL et Ing. VYCHODIL J. (Tchécoslovaquie).

Ce communiqué mentionne l'importance et la nécessité de moderniser un périmètre qui présente certaines défaillances; mais, avant toute intervention efficace, il faut posséder des connaissances très approfondies. D'après les auteurs, il y aurait intérêt à ne pas considérer la modernisation comme une intervention à réaliser d'un seul coup.

36R₁₄ : *CONCEPTION DE LA MODERNISATION ET DE L'AUGMENTATION DE L'EFFICACITE FONCTIONNELLE DES CONSTRUCTIONS ET DU FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE DANS LA REPUBLIQUE SOCIALISTE TCHÉCOSLOVAQUE*, par Dr. Julius SOLTESZ, Jan BODNAR, Dr. Vladimír SVIHLA et Dr. Karol ZBRAZIL (Tchécoslovaquie).

En Tchécoslovaquie, on mène constamment des travaux de modernisation et d'amélioration dans le but d'augmenter l'efficacité fonctionnelle des irrigations. Ces travaux ont concerné en grande partie la substitution

des réseaux en canaux à ciel ouvert par des conduites à moyenne pression. Les résultats se traduisaient par une augmentation très considérable du rendement.

36R₁₅ : *AUGMENTATION DE LA CAPACITE DES SYSTEMES D'ARROSAGE PAR ASPERSION POUR LES ADDITIFS DE POLYMERES*, par Vaclav ELLAS, Jan VOCEL, Eliska PODLESAROVA et Karel Zbrázil (Tchécoslovaquie).

Des expériences ont été réalisées en laboratoire et sur le terrain en utilisant les additifs à haute concentration moléculaire pour réduire les pertes de charge dans les conduites. Le résultat est une diminution de la perte de charge de 22 à 28 %. Il reste à savoir le coût et la disponibilité commerciale de ces produits chimiques.

36R₁₆ : *AMELIORATION ET MODERNISATION DES SYSTEMES COLLECTIFS D'IRRIGATION EXISTANTS EN ITALIE*, par S. INDELICATO et A. PAPPALARDO (Italie).

Les auteurs montrent qu'en Italie, on procède d'une manière intensive à une modernisation des systèmes collectifs d'irrigation traditionnelle dans le but de réduire les frais d'exploitation, de rationaliser la distribution de l'eau et de réhausser l'efficacité. Les travaux concernent essentiellement le réseau de distribution et les ouvrages de prises.

Les auteurs concluent que la modernisation des systèmes peut engendrer des économies d'eau de l'ordre de 50 %.

36R₁₇ : *POSSIBILITES D'AMELIORATION ET MODERNISATION DE SYSTEMES EXISTANTS D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE*, par S. SCHWARTZKOPFF (R.F.A.)

L'auteur expose les problèmes techniques rencontrés et les améliorations à effectuer lors de l'adaptation d'un réseau d'irrigation par aspersion avec des arroseurs géants (haute pression). Une solution au problème du choc de l'eau et des difficultés liées aux arroseurs géants est traitée dans ce rapport.

36R₁₈ : *IRRIGATION PAR ASPERSION A BUT MULTIPLE DANS LA REGION VINICOLE DE FRANCONIE*, par Dipl. Ing. Dietrich WOLFRUM (R.F.A.)

Ce communiqué a pour objet de tester l'efficacité de l'irrigation par aspersion en région vinicole. Le but de ce travail est d'analyser les résultats des sondes à neutrons afin de déterminer le moment adéquat et favorable au commencement de l'irrigation. Les problèmes d'ordre technique liés à la ferti-irrigation ont été résolus.

36R₁₉ : *LA MODERNISATION DES PERIMETRES D'IRRIGATION DE LA BOURNE (DROME) ET DU FOREZ (LOIRE)*, par H. NICOLO (France).

Cet exposé résume l'histoire des travaux de modernisation des périmètres d'irrigation de la bourne et de la Forez réalisés depuis 100 ans. Les aménagements porteront essentiellement sur l'installation de l'irrigation par aspersion afin de surmonter les problèmes de l'efficacité au niveau de l'unité agricole (augmentation à 85 %).

36R₂₀ : *ANALYSE DES DEFAILLANCES ET ETUDE DU RENFORCEMENT DES RESEAUX D'IRRIGATION PAR ASPERSION*, par J. BETHERY, M. MEUNIER et C. PUECH (France).

Ce rapport traite du renforcement des réseaux d'irrigation par aspersion et des méthodes spécifiques qui peuvent être mises en oeuvre pour le calculer. Par une approche de type analyse des systèmes, ils dégagent la dépendance qui existe entre les trois composantes du système à savoir la station de pompage, le réseau de canalisations et les irrigants.

36R₂₁ : *ASPECTS TECHNIQUE - ECONOMIQUES ET L'EQUIPEMENT DES CANAUX D'IRRIGATION EN MATERIEL DE REGULATION*, par J. LOYER, J. GOUSSARD et G. COMBES (France).

Les auteurs traitent dans cette question des moyens de régulation totale ou partielle des canaux d'irrigation. L'automatisation s'avère le principal moyen permettant 1) un transport d'eau compatible avec les besoins d'où économie d'eau, 2) amélioration de la gestion des aménagements.

36R₂₂ : *RESULTATS OBTENUS PAR LA REHABILITATION DU PROJET D'IRRIGATION A REMARK UTILISANT UN RESEAU DE TUYAUX*, par M.G. GALLASCH (Australie).

Ce rapport révèle les améliorations importantes dans la gestion de l'eau et les avantages socio-économiques dont ont bénéficié les utilisateurs à la suite du remplacement de l'ancien réseau de canaux ouverts par un nouveau réseau de conduites enterrées ; à titre d'exemple, l'efficacité du réseau est passé de 75 % à 100 %.

36R₂₃ : *RENOVATION DU RESEAU D'IRRIGATION GOULBURN DANS L'EST DE VICTORIA EN AUSTRALIE*, par J.L. MAVER (Australie).

Ce rapport traite principalement de la conception et de la construction d'ouvrages pour la rénovation du périmètre. L'efficacité du réseau est passée de 40 à 50 %. Pour des raisons économiques, le revêtement en béton des canaux a été abandonné au profit d'un revêtement sablo-argile compacté qui semble donner de bons résultats.

L'auteur a décrit un certain nombre de moyens de mesure des débits et souligne l'importance de ceux-ci dans la bonne distribution de l'eau.

36R₂₄ : *L'INTERDEPENDANCE DES CHANGEMENTS DANS LES PRATIQUES D'IRRIGATION DE FERME ET DES CRITERES POUR REFAIRE LES PLANS DES SYSTEMES D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE*, par M.R. TILL (Australie).

Ce rapport permet d'examiner la façon dont l'évolution des pratiques d'irrigation peut modifier les critères de conception des réseaux d'irrigation et de drainage et réciproquement, l'effet de ces évolutions sur les pratiques d'irrigation.

C'est ainsi qu'à titre d'exemple, l'irrigation par aspersion ou par goutte à goutte demande moins d'eau, entraînant une réduction parallèle du drainage.

36R₂₅ : LA RECONSTRUCTION DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE EN TANT QUE BASE DE L'INTENSIFICATION DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE par A.A. KADYROV (URSS).

Dans le but de satisfaire les besoins en produits agricoles, mais également de fournir les matières premières indispensables à l'industrie, l'auteur de ce communiqué insiste sur la nécessité des améliorations techniques qu'il faudrait apporter aux réseaux d'irrigation et de drainage par leur reconstruction et leur réaménagement périodique; l'auteur cite l'exemple de l'adduction d'une partie des débits d'une rivière sibérienne vers les républiques soviétiques de l'Asie Mineure.

36R₂₆ : ETUDE D'UNE IRRIGATION PAR RAMPE FRONTALE A PARTIR D'UN RESEAU DE CANAUX EXISTANTS (CAS DES MARAIS DE CHARENTE MARITIME), par Jean Louis JANIN, Guy LAPORTE, Jean Pierre MERCIER (France).

Il s'agit des résultats des essais qui ont été réalisés avec des arroseurs du type rampe frontale avec avance à vitesse constante sur des parcelles de cultures utilisant les fossés et canaux des réseaux d'assainissement très anciens; vu la hausse des coûts énergétiques, ce procédé s'avère moins onéreux que les grands canons d'arrosage à haute pression.

36R₂₇ : REHABILITATION DES DRAINS AGRICOLES BOUCHES DE L'OCRE (FER), par William A. LIPSTER et Harry W. FORD (USA).

Les auteurs exposent une étude réalisée pour l'utilisation de granulés d'acide sulfamique (HSO_2NH_2) pour éliminer les dépôts d'ocre dans les drains et la détermination d'une méthode satisfaisante servant à neutraliser la solution acide — ocre qui sort des drains traités. Le coût de la remise en état est équivalent à 10 % des frais de remplacement.

36R₂₈ : CALENDRIERS POUR REGLER LES BESOINS EN EAU D'IRRIGATION DE FERMES DANS L'ENSEMBLE DES SYSTEMES DE DISTRIBUTION, par Larry R. SWARNER, Jerry F. BUCHHEIM et John F. GOAR (USA).

Les auteurs décrivent le système qui consiste en une intégration des besoins en eau des exploitations dans le calendrier de distribution. Ils signalent aussi que les manques d'eau peuvent être évités et les ressources existantes étendues grâce à leur utilisation améliorée par l'usage des calendriers.

36R₂₉ : REHABILITATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE DANS LA VALLEE DE COACHELLA, CALIFORNIE, ETATS-UNIS par Lowell O. WEEKS et Olaf J. NORDLAND (USA)

Les améliorations réalisées ou en cours de réalisation sur l'aménagement d'irrigation dans la vallée de Coachella portent essentiellement sur le revêtement des canaux, l'installation d'un système de télémessure, la pose de drains, le contrôle des mauvaises herbes et la construction d'une retenue. Les auteurs affirment que les bénéfices apportés par les travaux d'amélioration et de modernisation, ont dépassé les coûts d'investissement.

36R₃₀ : AMELIORATION DE LA GESTION D'EXPLOITATION AGRICOLE PAR L'INCORPORATION DES EFFETS DE SURFACE DE LA NAPPE SOUTERRAINE LIBRE DANS LA PROGRAMMATION, par E. H. HOBBS (Canada).

Dans ce communiqué, l'auteur démontre la contribution de certaines nappes phréatiques dans l'alimentation en eau des cultures. Il propose de tenir compte de cette apport d'eau en l'incluant dans le calendrier d'irrigation.

36R₃₁ : LE BESOIN DE MEILLEURES DONNEES GEOLOGIQUES POUR LES PROJETS DE DRAINAGE, par Nikola P. PROKOPOVICH (USA).

L'auteur cite deux exemples où les données géologiques ordinaires n'ont pas suffi pour fournir les informations nécessaires à la conception et la construction des réseaux de drainage. L'auteur signale certains dégâts causés par l'insuffisance des données. Il propose enfin les domaines qui doivent être soigneusement étudiés à savoir la « géochimie » et la « Microgéologie ».

36R₃₂ : ANALYSE DES RENDEMENTS DE PLUSIEURS OUVRAGES D'IRRIGATION DE SURFACE ET SOUS PRESSION ET MODERNISATION A ENVISAGER, par MM. De CARMANTRAND, Jean et Gaïand (France).

Dans ce rapport, les auteurs proposent le procédé de régulation dynamique, afin d'éliminer ou réduire les pertes au niveau des branches principales d'un réseau d'irrigation. Un exemple est donné d'un aménagement modernisé dont les réseaux de distribution sont en canalisation sous pression fonctionnant à la demande. L'efficacité globale avoisine 85 %.

36R₃₃ : MODERNISATION DES RESEAUX D'IRRIGATION EN ALBERTA, CANADA, par J. W. THOMSEN et R.F. SMITH (Canada).

Les auteurs exposent l'exemple de la Province d'Alberta en matière d'irrigation, les études de planning en vue de satisfaire tous les besoins en eau vu que le potentiel en terre irrigable dépasse le potentiel des ressources hydrauliques. Ils proposent un certain nombre d'interventions afin de résoudre ce problème par l'amélioration des réseaux d'irrigation au moyen d'un contrôle des fuites :

- le remplacement de certains ouvrages,
- l'amélioration des tracés des réseaux.

36R₃₄ : MODERNISATION DES ANCIENS RESEAUX D'IRRIGATION EN CANAUX, par Robert BOUILLOT (France)

Ce communiqué a pour objet d'illustrer les différents domaines d'intervention dans le but de moderniser un réseau d'irrigation ancien à savoir :

1. - la disponibilité de l'eau en tête du réseau,
2. - l'efficacité du réseau lui-même,
3. - l'efficacité de l'irrigation à la parcelle,
4. - les conditions d'exploitation et d'entretien.

36R₃₅ : AMELIORATION DES ANCIENS RESEAUX D'IRRIGATION DE SURFACE, par Dr. I. VARLEV et Peyo IVANOV (Bulgarie).

Ce rapport expose les résultats d'une étude concernant le remplacement d'un réseau de canaux à ciel ouvert par des conduites enterrées fonctionnant à faible pression qui sont essentiellement la réduction des emprises et l'augmentation de l'efficacité.

36R₃₆ : *RESULTATS DE L'EXPLOITATION DU SYSTEME D'IRRIGATION AUTOMATISE LE KA-RAISSEN* (Bulgarie), par Dr. Emil STRAHILOV, Alexander Yorov, et Yordan HRISTOV.

On présente dans ce rapport les résultats essentiels de l'exploitation d'essai des systèmes de réglage automatique de l'écoulement dans les canaux et du système télémechanique de contrôle centralisé de la distribution de l'eau. L'augmentation de l'efficacité et la réduction de la main-d'œuvre ont été les principaux résultats positifs.

36R₃₇ : *L'ORTHOPHOTO - CARTOGRAPHIE ET D'AUTRES TECHNIQUES EMPLOYEES POUR LA MODERNISATION DU PROJET DES RIZIERES DE KRUENG BARO*, par A. K. MACDONALD (Grande Bretagne) et Ir. SOENOTO (Indonésie).

Le procédé d'orthophoto employé simplifie les travaux de topographie en utilisant les terrasses mêmes des rizières comme grille horizontale détaillée. Ces cartes s'avèrent très utiles pour le planning et tracé de la modernisation des systèmes d'irrigation. Dans ce rapport, les auteurs ont exposé des exemples et des méthodes de production.

36R₃₈ : *MODERNISATION D'UN PETIT DISTRICT D'IRRIGATION EN VICTORIA DU SUD AUSTRALIE*, par J.P. MURPHY et R.G. SMYTH.

Dans ce rapport, les auteurs décrivent les différentes évolutions qu'a subies cette région sur le plan agronomique et proposent une modernisation du réseau d'irrigation à savoir le remplacement des canaux portés par des conduites enterrées fonctionnant à basse ou à haute pression.

36R₃₉ : *DRAINAGE DE TUILE AIDE PAR LE DRAINAGE NATUREL*, par Dr. HANMAD y HANMAD et Dr. Helmi M. MATHOOT (République Arabe d'Egypte).

Les auteurs ont mené des recherches sur les problèmes concernant la détermination de l'espacement des drains en zones conditionnées par un double aquifère. Le principe est qu'une partie sera infiltrée à travers la couche d'argile pour atteindre l'aquifère sableux. Dans ce rapport, les auteurs ont insisté sur l'aspect mathématique de la question, en les conduisant à avancer des hypothèses et des résultats qui ne manqueront pas de susciter de l'intérêt.

36R₄₀ : *AMELIORATION ET PLANIFICATION DE LA MAINTENANCE D'UN SYSTEME D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE*, par Dr Ing. KLAUS, P. GILLES (RFA).

Ce rapport souligne le fait que la planification des travaux de réhabilitation et d'amélioration ne constitue pas une activité indépendante, mais qu'elle fait partie de l'ensemble d'un projet global d'entretien. L'auteur met en relation le coût de modernisation avec celui de l'entretien et de la gestion du nouveau réseau.

36R₄₁ : *MODERNISATION DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE DANS LES TERRES A PROXIMITE DES GRANDES VILLES*, par Akira NOZAKI (Japon).

La réhabilitation du système comportera la séparation des réseaux d'irrigation et de drainage. L'irrigation par aspersion remplacera l'irrigation gravitaire dans le souci de diminuer les emprises et augmenter l'efficacité du réseau.

36R₄₂ : *ETUDE RELATIVE AUX INVESTISSEMENTS ET LEURS EFFETS SUR LE DEVELOPPEMENT AGRICOLE DANS LA REGION DE BIBAI AU NORD DU JAPON*, par Prof. Dr. Yasuji OMEMA, Toru MASE, Kaoru SEKIGO et Toshihiko UJIIE.

Le rapport fournit une analyse quantitative des apports de divers facteurs servant à augmenter le rendement; parmi ces facteurs, la réhabilitation des réseaux d'irrigation et de drainage a contribué largement à l'accroissement de la production.

36R₄₃ : *AMELIORATION ET MODERNISATION DES RESEAUX D'IRRIGATION DANS LE CADRE DU PROJET DE DEVELOPPEMENT DES RESOURCES HYDRIQUES DE LA PLAINE DE RYOCHIKU*, par Fumio SAITO (Japon).

Le projet faisant l'objet de ce rapport est une entreprise de grande envergure pour assurer l'irrigation et les besoins de la population et de l'industrie. L'auteur cite ensuite les avantages tirés de cette amélioration à savoir la satisfaction des besoins en eau.

36R₄₄ : *AMELIORATION ET MODERNISATION DU RESEAU D'IRRIGATION EXISTANT DANS LA PREFECTURE DE KAGAWA*, par Akira SOMAFANI (Japon).

Les travaux portent essentiellement sur la construction d'une importante retenue, succédant à une multitude de petits barrages dont les pertes étaient considérables. L'auteur révèle l'apparition de nouveaux problèmes concernant la gestion et la distribution de l'eau.

36R₄₅ : *COMPARAISON DE DIVERSES SOLUTIONS DE MODERNISATION D'UN PETIT PERIMETRE D'IRRIGATION DE SURFACE*, par A. GALAND et G. VACOS (France).

Dans cette question, les auteurs proposent trois solutions de modernisation du réseau de distribution d'un petit secteur d'irrigation pour permettre aux demandeurs d'eau (agriculteurs) et distributeurs (aiguilleurs) des conditions de travail plus faciles.

36R₄₆ : *L'ASSAINISSEMENT PAR FOSSE AU DRAINAGE SOUTERRAIN DANS UNE PETITE REGION DU CENTRE DE LA FRANCE - LA LIMAGNE*, par M. PREGNON, J.P. REQUILLART et C. FAUCHER (France).

Ce rapport traite des modalités pratiques de réalisation du drainage souterrain, mais également de la nécessité de la résolution des problèmes à l'amont de l'exploitation (restructuration foncière) et à l'aval (constitution de groupes industriels).

36R₄₇ : L'AMELIORATION ET LA MODERNISATION DES SYSTEMES EXISTANTS D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE EN YUGOSLAVIE, par Dr. Milan Stojacic et Aleksandar Radevski (Yougoslavie).

Ce rapport donne un aperçu des pratiques de l'irrigation et de drainage en Yougoslavie en appuyant sur les améliorations à introduire dans les vieux réseaux d'irrigation par amélioration des structures existantes, création de nouvelles retenues, mise en place de débimètres et remplacement des équipements mobiles traditionnels par des machines modernes.

36R₄₈ : UNE NOUVELLE METHODE DE CONSTRUCTION POUR POSER UNE CONDUITE AU SOUS-SOL, par Dr. Ing. Noboru OKARAKI (Japon).

L'auteur expose une nouvelle méthode de pose d'une conduite par fonçage horizontal d'un écran métallique. L'auteur cite enfin les avantages de ce nouveau procédé à savoir : réduction des coûts, moins de tassement du sol et pose plus rapide.

36R₄₉ : L'IRRIGATION DANS LE BASSIN DE LA RIVIERE COLORADO ... ETATS-UNIS — RESOLUTION DU PROBLEME DE SALINITE POUR SAUVER UN GEANT, par Robert I. STRAND, Harold R. PRITCHETT, Brice E. BOESCH, John W. KEYS, E. Gordon KRUSE et Richard S. SWENSON (USA).

Les auteurs exposent dans ce communiqué, les programmes éducatifs pour l'amélioration de l'irrigation de 3.000 ha dans l'état de l'Arizona qui comportent :

- Création d'une usine de dessalement des eaux de drainage et leur utilisation pour baisser le niveau du fleuve Colorado,
- Amélioration des aménagements d'irrigation,
- Programme de gestion et d'administration des calendriers de distribution.

36R₅₀ : AMELIORATION DU RENDEMENT D'IRRIGATION ET D'ENERGIE AU NEBRASKA CENTRAL — USA, par Michael R. STANSBURY et Rodney Cox (E.U.).

Les auteurs expliquent les raisons pour lesquelles le projet du centre du Nebraska devrait être modernisé. Parmi ces raisons :

- Capacité des ouvrages d'emmagasinement insuffisante,
- besoins en eau accrus,
- Problème de drainage dus à la remontée de la nappe phréatique,
- Coûts d'exploitation élevés.

36R₅₁ : TECHNIQUE DE PROGRAMMATION CONVENTIONNELLE D'IRRIGATION SUR ASPERSION FOURNIE PAR LES POMPES A MOTEUR DIESEL, par R. Maximo GUTIERREZ LOPEZ (Espagne).

L'auteur expose un système qu'il a mis au point, qui servira à mener une opération d'irrigation par aspersion sur différents secteurs. Le système est

particulier aux exploitations non électrifiées où la puissance de pompage provient des moteurs diesel.

36R₅₂ : AMELIORATION ET MODERNISATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE EXISTANTS, par le Prof. F.G. LAZANO, Dr. J.L. GARCIA, J.R.G. VILCHES, Dr. VILLALOBOS et Dr. L.R. DUFFAU (Espagne).

Les auteurs passent en revue les différentes phases des programmes d'amélioration en Espagne :

- Inventaire des aménagements d'irrigation existants,
- Etude de chaque réseau à partir de la source d'alimentation jusqu'à la parcelle,
- Etude pour l'évaluation des pertes au niveau de l'exploitation agricole.

36R₅₃ : LES EXPERIMENTATIONS DE DRAINAGE, par J.J. HERVE (France).

L'auteur de ce communiqué détaille les buts et les résultats auxquels doivent aboutir les expérimentations en matière de drainage :

- Vérification des lois de l'hydraulique souterraine,
- test sur la qualité des matériaux,
- Choix d'un terrain d'expérimentation,
- Interprétation des résultats.

36R₅₄ : PROJET D'AMENAGEMENT DU DRAINAGE DE PROSIDA (INDONESIE) RECONSTRUCTION ET DEVELOPPEMENT DES INSTALLATIONS DE DRAINAGE ET DES VOIES D'ACCES, par R.S. BAXTER et R.G. SANDERS (Royalme-Uni).

Les auteurs exposent le programme de réhabilitation des périmètres irrigués en Indonésie. Ils développent un point essentiel qu'est l'entretien permanent des réseaux d'irrigation et de drainage.

36R₅₅ : EVALUATION DU PROJET DE BUT MULTIPLE DE BAS SEYHAN — SES SUCCES ET IMPERFECTIONS, par Osmane TEKINET et Gurel DINC (Turquie).

En donnant l'exemple de la transformation de la plaine de Seyhan, les auteurs expliquent les mesures à prendre en considération pour assurer le succès optimal dans la réalisation de grands projets de développement des ressources en eau.

36R₅₆ : LA SANTE ET LE DEVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION, par H.A. RAPATJAH et Chen Kuo (WHO).

Ce rapport souligne le fait que parallèlement à l'apparition de retenues collinaires et de canaux ouverts, la propagation de maladies et de leurs vecteurs est de plus en plus grande. Les auteurs expliquent les mesures à prendre pour éliminer toute condition propice à leur existence par élimination d'habitats potentiels, revêtement des canaux, remplacement des canaux ouverts par des conduites fermées.

36R₅₇ : MODERNISATION DES SYSTEMES ACTUELS D'IRRIGATION EN UTTAR PRADESH-INDE, par Jagdish MOHAN et R.N. MEHRISH (Inde).

Les auteurs divisent la modernisation des systèmes d'irrigation en plusieurs interventions :

1. Modernisation des ouvrages de dérivation,
2. Modernisation des réseaux de distribution
3. Modification des systèmes d'irrigation
4. Utilisation conjointe des eaux surface — souterraines.
5. Gestion des eaux
6. Drainage adéquat.

36R₃₈ : MODERNISATION DU PERIMETRE DES BENI-AMIR, par A.L. E.L. MAATI, A. AOMARI et J. DARDENE (Maroc).

Ce communiqué explique les interventions à réaliser pour la modernisation du périmètre des Beni-Amir. Les infrastructures principales et secondaires seront réhabilitées. Une intervention au niveau de l'exploitation est aussi indispensable.

36R₅₉ : RENOVATION DU PERIMETRE DU BEHT, par M. BOUHAMIDI, AVIRON-VIOLET et TATAT (Maroc).

Des études ont été réalisées pour déterminer toutes les insuffisances au niveau du périmètre du Beht. Les auteurs exposent dans ce communiqué toutes les rennovations à introduire en expliquant leurs causes.

36R₆₀ : SYSTEME D'IRRIGATION DE BREGALNICA — EXTENSION, AMELIORATION ET MODERNISATION, par Aleksandar RADEVSKI (Yougoslavie).

L'auteur a essayé dans ce dernier rapport d'exposer toutes les améliorations qui doivent être faites sur l'aménagement d'irrigation de Bregalnica qui intéresse 28.293 Ha.

CANAL TETE MORTE

OFFICE REGIONAL DE
MISE EN VALEUR AGRICOLE
DU LOUKKOS



corsán

ENTREPRISE DE CONSTRUCTION, S.A.

ZURBANO, 76

MADRID - 3

DELEGATION AU MAROC : 12, RUE IBN BATOUTA - LARACHE

Renovation du périmètre du Beht

par

BOUHAMIDI M.*

AVIRON-VIOLET**

TATAT***

RESUME

A la suite de la construction du barrage d'El Kansera sur l'Oued Beht, il a été aménagé progressivement un périmètre de 30.000 ha dans la partie Sud-Est de la Plaine du Gharb. L'irrigation a permis un développement important des vergers d'agrumes et l'introduction du coton et des cultures maraichères (artichaut).

Ma's depuis plusieurs années, de graves insuffisances entraînaient une stagnation sinon un recul de l'irrigation :

- remontée de la nappe phréatique souvent chargée en sel en raison de l'absence de réseau de drainage ;
- faiblesse de la dotation en eau durant les périodes de pointe en raison de la capacité insuffisante des infrastructures principales ;
- mauvaise répartition et gaspillage des ressources en raison de la vétusté des canaux secondaires et de la densité insuffisante des canaux tertiaires.

Plutôt que de procéder à des travaux localisés d'amélioration et de remise en état, l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb, Organisme d'Etat chargé de l'aménagement de la Plaine du Gharb, a préféré entreprendre une rénovation d'ensemble du périmètre.

RENOVATION DE L'INFRASTRUCTURE PRINCIPALE

Les ouvrages conçus pour dévier un débit de 8 m³/s ont été modifiés il y a une quinzaine d'an-

nées pour porter ce débit à 14 m³/s. Mais en fait, ils ne peuvent dévier que 11 m³/s en raison de l'insuffisance de certains ouvrages qui n'ont pas été modifiés et du mauvais état de certains tronçons situés dans des zones difficiles.

L'objectif de la rénovation a été de transformer le canal existant en un canal analogue à ceux projetés dans les nouveaux périmètres grâce aux travaux suivants :

- remise en état des sections dégradées et de certains ouvrages ;
- augmentation de la capacité du canal par recalibrage de certains tronçons, reconstruction des ouvrages de régulation et mise au gabarit hydraulique des ouvrages anciens ;
- amélioration des facilités d'exploitation et de la protection contre les eaux pluviales.

Ce projet devrait permettre de disposer d'une infrastructure parfaitement adaptée pour un coût moitié de celui d'un équipement neuf et pour un coût double de celui de la simple remise en état sans amélioration des ouvrages existants.

RENOVATION DES RESEAUX





La vétusté, le dimensionnement et la densité insuffisante du réseau d'irrigation existant ont conduit à établir un nouveau réseau.

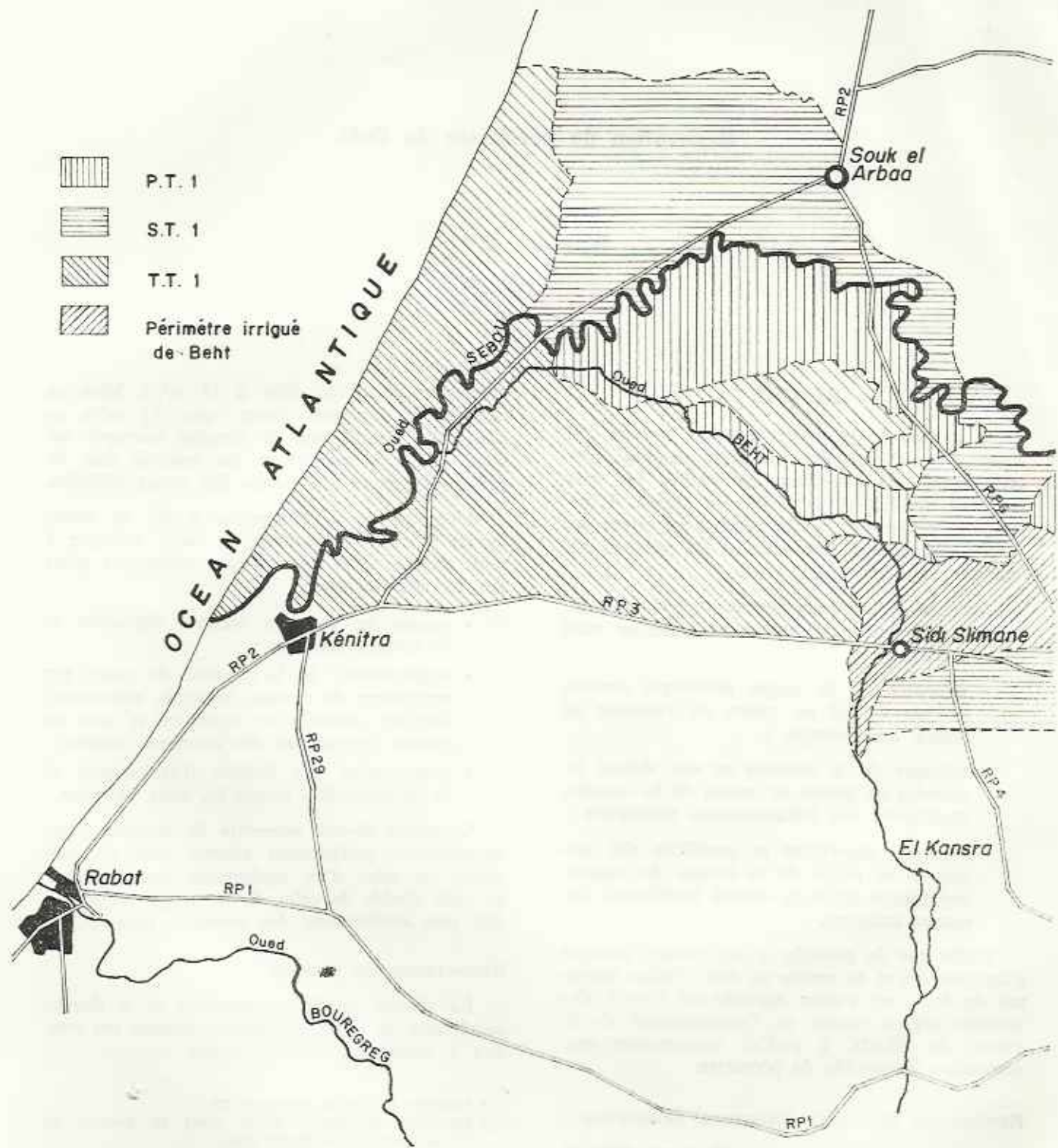
* Rapport 59 de la question 36.

** Ingénieur du Génie Rural, Chef du Service de l'Équipement à l'O.R.M.V.A.G.

*** Ingénieur à la C.N.A.R.B.R.L. Chef de Mission.

**** Ingénieur-Conseil de l'O.R.M.V.A.G.

-  P.T. 1
-  S.T. 1
-  T.T. 1
-  Périmètre irrigué de Beht



Parallèlement, il a été prévu la mise en place d'un réseau de drainage et le développement du réseau d'assainissement.

L'irrigation ayant entraîné un développement important des vergers, un morcellement de la propriété et une dispersion de l'habitat, l'étude et la réalisation de ces réseaux a posé de nombreux et difficiles problèmes de tracés d'emprises et d'accès aux exploitations ou aux bâtiments.

Au cours de la première tranche de travaux, ces problèmes ont pu être résolus de façon très satisfaisante pour les réseaux d'irrigation pour lesquels il existait des emprises mais de façon beaucoup plus difficile pour l'assainissement et surtout pour les émissaires de drainage très profonds qui nécessitent des emprises importantes et peuvent difficilement respecter les limites parcellaires.

SUMMARY

With the construction of the El Kansera dam on Oued Beht, a perimeter of 30,000 ha in the South Eastern part of the plain of Gharb, has come under irrigation. Irrigation has permitted an important development of the orchards of citrus and the introduction of cotton and marshland crops (artichoke).

But since several years, the serious shortage led to a stagnation, if not a set-back, in irrigation :

- rise of the ground water, often saline, due to the absence of drainage network,
- meagre supply of water during peak periods due to the insufficient capacity of the main infrastructures,
- bad distribution and wastage of resources due to obsolete secondary canals and the insufficient density of tertiary canals.

Rather than proceeding to localised works of improvement and repairing, the « Office Régional de Mise en Valeur Agricole », of the Gharb region, a Government organisation in charge of the management of the Plain, preferred an overall renovation of the irrigation perimeter.

RENOVATION OF THE INFRASTRUCTURE

Structures designed to divert a discharge of 8 m³/s, have been modified fifteen years ago to bring this discharge to 14 m³/s. But in fact, these structures can divert only 11 m³/s due to the inadequacy of some of them which have not been renovated, and to the bad condition of some reaches in difficult zones.

The purpose of renovation was to transform the existing canal into a canal similar to those planned in new areas :

- by setting in order degraded sections and other projects ;
- by increasing the canal capacity by gauging some of the reaches, reconstructing regulation structures and setting right the old hydraulic structures ;
- by improving facilities for exploitation, and protection against rain water.

This project would help in maintaining an infrastructure perfectly suited to half the cost of a new equipment and to double the cost of the simple overhauling without improvement of the existing structures.

RENOVATION OF NETWORKS

Due its obsolete condition, its dimension and the insufficient density, the existing irrigation network was to be abandoned and a new one was to be set up.

Simultaneously, it was planned to set up a drainage network and develop a network of land improvement.

Irrigation having led to an important development of orchards, division of land holding and dispersal of the inhabitation, the study and the setting up of these networks created several difficult problems.

During the first stage of the works, these problems could be solved satisfactorily for the irrigation networks for which there existed canal land width, but in a more difficult manner for land improvement and especially for deep effluents of drainage which require important land width and can hardly respect the field limits.

1. CADRE GEOGRAPHIQUE

Le périmètre du Beht d'une superficie de 30.000 ha présente les mêmes caractéristiques géographiques que le reste de la plaine du Gharb dont il fait partie.

1.1. Le relief

Il présente une faible pente rendant l'écoulement des eaux difficiles pendant les périodes particulièrement pluvieuses ; la pente moyenne du périmètre irrigué varie entre 1 pour cent et 1,5 pour cent et dépasse très rarement la valeur 1,5 pour cent.



1.2. La pluviométrie

Le Gharb est la plaine la plus arrosée et la plus tempérée des grandes plaines atlantiques du Maroc. La moyenne des précipitations est de 600 mm vers Kénitra puis décroît d'Ouest en Est pour atteindre 450 mm à Sidi Slimane sur une durée de 66 jours de pluie d'octobre à mai. La moyenne mensuelle du mois le plus humide (décembre) est de 85 mm pendant 10 jours.

1.3. Les sols

Les sols du Gharb sont des sols lourds, très riches en argile (40 à 60 pour cent) présentant des problèmes de drainage malgré leur bonne fertilité. Le long des principaux oueds qui traversent le périmètre: l'Oued Beht et l'Oued R'Dom, on trouve des sols plus légers et plus faciles à drainer. Mais de façon générale la perméabilité des sols est très faible et varie entre 10^{-7} et 5.10^{-6} m/s à partir de 50 cm de profondeur.

1.4. La nappe phréatique et l'influence des eaux d'irrigation.

A cause de la nature argileuse des terres, de l'importance des pluies en hiver, de l'absence d'un réseau de drainage, du manque d'entretien des canaux d'assainissement existants, le périmètre du Beht connaît des problèmes épineux de nappe phréatique, aggravés par l'infiltration des eaux d'irrigation. Depuis quelques années, les agriculteurs constatent des symptômes d'asphyxie sur les plantations d'agrumes : dépérissement du feuillage, mauvaise croissance des rameaux, fructification avortée etc. De plus, cette nappe présente des concentrations de sels relativement élevées. La nécessité de la réalisation d'un drainage est donc évidente.

2. CADRE HISTORIQUE

L'aménagement du périmètre du Beht a été entamé il y a une cinquantaine d'années à l'occasion de la création d'un certain nombre de grandes fermes modernes pour des colons dotés de moyens importants et aidés par l'Administration de l'époque.

Cet aménagement avait pour objectif la mobilisation des ressources en eau du bassin de l'Oued Beht pour développer l'irrigation dans le périmètre du Beht et produire également de l'énergie au niveau du barrage. L'ossature hydraulique de cet aménagement comprend de l'amont vers l'aval :

- Le barrage d'El Kansera avec une capacité de 300 hm³ et une centrale électrique
- Une prise d'eau gravitaire située sur un bras

de l'Oued Beht, l'autre bras servant d'évacuateur des eaux de crue

- Un canal tête morte de 10 km de long
- Un canal principal de 27 km de long
- Un réseau de distribution des eaux dans le périmètre en canaux portés semi-circulaires.

Le canal tête morte et le canal principal fonctionnent en commande par l'amont, le canal principal est tronçonné en biefs par des vannes secteurs à niveau amont constant de type Amil, implantées au droit des principales prises des canaux dérivés. Des déversoirs de sécurité ont été aménagés au franchissement des principaux cours d'eau (Beht-Hamma-R'Dom).

Initialement, le canal tête morte et le canal principal ont été conçus pour dériver en tête un débit de 8 m³/s soit un débit continu de 0,28 l/s/ha manifestement insuffisant. Un projet de modernisation, dont le but était de porter ce débit à 14 m³/s a été partiellement réalisé en 1965. L'augmentation de la capacité hydraulique devait être obtenue, en rehaussant les profils du revêtement bétonné du canal et la crête du déversoir associé à la prise en rivière.

A cette occasion quelques tronçons restés jusqu'alors en terre, ont été bétonnés, et les deux ponts bâches de traversée de l'Oued Beht ont été reconstruits. Cependant les ouvrages de prise (déversoir) et de régulation (vannes à niveau constant) ainsi que les ouvrages de franchissement (ponts routiers, bâches de ruissellement) n'ont pas été adaptés aux nouveaux profils du canal, si bien que l'ouvrage de prise ne peut débiter que 11 m³/s alors que la tête morte pourrait transporter 15 m³/s.

En outre, l'état général de conservation de l'ensemble de ces ouvrages est médiocre, et il était indispensable d'entreprendre d'importants travaux de remise en état.

Réseau de distribution

A première vue, le réseau de distribution de l'eau dans le périmètre du Beht paraît irrationnel aussi bien au niveau de son tracé que de son dimensionnement.

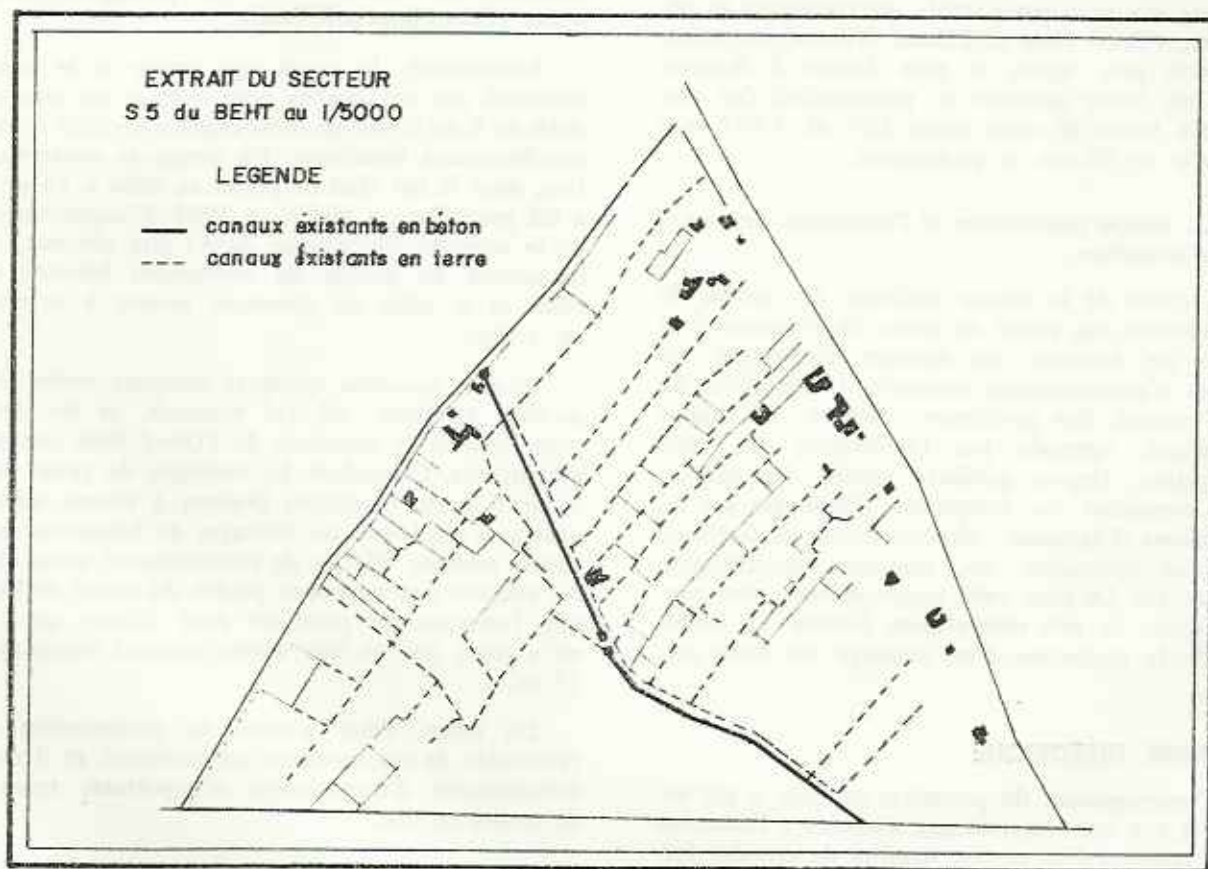
C'est un réseau très ramifié avec un nombre important de prises, des canaux quaternaires en terre pouvant atteindre parfois 1000 m, décrivant des « méandres », des canaux tertiaires surdimensionnés, des canaux secondaires par contre sous dimensionnés.

En fait, les raisons à cette situation sont d'ordre historique.

2.1. La conception initiale du réseau n'a pas été conduite de façon globale à l'échelle de l'ensemble du périmètre mais plutôt par ajouts successifs en fonction des demandes formulées par les agriculteurs pour desservir telle ou telle propriété.

Ces propriétés étaient généralement des fermes de superficie relativement importantes (supérieure à 50 ha) et dispersées et devaient constituer des noyaux d'entraînement en vue de la généralisation de l'irrigation.

2.2 La parcellaire présente une complexité toute particulière avec des parcelles nombreuses et de superficies variables pouvant atteindre sur le secteur S5 par exemple la centaine de m². A la réalisation des réseaux, le remembrement n'avait pas été effectué dans le périmètre, et les canaux devaient par conséquent suivre les limites des parcelles. Il n'a été décidé qu'à partir de 1954. Ce remembrement n'a consisté qu'en un simple regroupement de parcelles sans qu'il y ait un canevas général au préalable définissant l'agencement des propriétés par rapport aux canaux d'irrigation et d'assainissement, comme il est pratiqué actuellement.



2.3 La détermination des diamètres des canaux tertiaires et secondaires a été faite sur la base d'un débit fictif continu calculé suivant la loi ci-après:

- pour une surface dominée $S < 20$ ha
 $q = 1$ l/s/ha
- pour une surface dominée $S > 1000$ ha
 $q = 0,5$ l/s/ha
- pour une surface dominée $20 < S < 100$ ha, on applique une interpolation linéaire entre les deux valeurs précédentes.

En fait, le canal principal ne pouvant assurer qu'un débit de 11 m³/s pour 30.000 ha, le débit fictif continu pour l'ensemble du périmètre n'est que de 0,37 l/s/ha ; en conséquence, l'usage d'une telle formule aboutit à un surdimensionnement des antennes de dernier ordre (tertiaire et quaternaire). Au démarrage du périmètre, l'irrigation se faisait pratiquement à la demande, mais ces dernières années avec le développement de l'usage de l'eau, le tour d'eau a été imposé entre parfois plusieurs tertiaires.

Une telle situation n'est pas sans compliquer le programme de distribution et de gestion de l'eau et plus particulièrement lors des années relativement sèches.

Les autorités ayant pris conscience de ces trois problèmes

- nécessité de la mise en place d'un réseau de drainage
- insuffisance des infrastructures principales
- vétusté et densité insuffisante du réseau de distribution

ont décidé plutôt que d'entreprendre des opérations ponctuelles de remise en état, de création ou extension des réseaux, de réaliser la rénovation complète du périmètre du Beht.

3. RENOVATION DE L'INFRASTRUCTURE PRINCIPALE

3.1. Etat des ouvrages

3.1.1. Ouvrages de tête

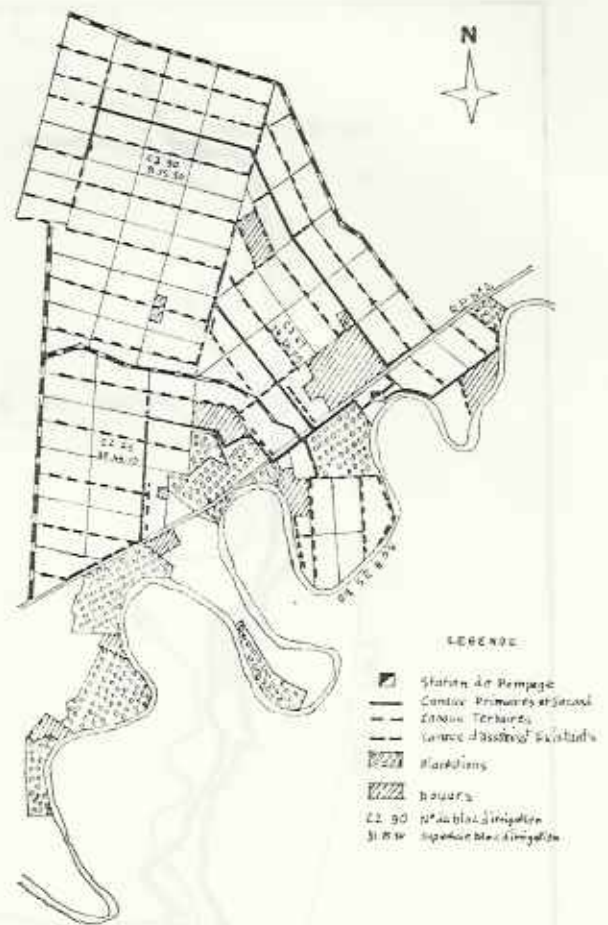
L'absence d'entretien du bras de crue a permis le développement de la végétation, ce qui a entraîné une diminution de sa capacité de transport.

L'ouvrage de coupure de boucle a été contourné par les crues et a subi de très importants dommages et ne pouvait plus répartir correctement l'eau entre les 2 bras.

3.1.2. Ouvrages d'adduction

Lors de la reconnaissance générale du canal tête morte et du canal principal, il a été noté une série d'insuffisances qui avaient entraîné une dégradation importante de certaines sections.

- Profils en travers — La tête morte et le canal principal sur 8 kilomètres ont été prévus en profil mixte à flanc de vallées. Afin de réduire les terrassements, il a été adapté des sections à talus très raides sans risbernes et les berges du canal sont instables. De plus, dans certaines zones au voisinage de l'Oued, cette instabilité est aggravée par les érosions qui se produisent durant les crues.
- Protection du canal — Toujours pour des raisons d'économie, les ouvrages d'évacuation des eaux sauvages sont insuffisants et sous dimensionnés. En conséquence, les eaux de ruissellement soit se déversent dans les sections et déblais ou profils mixtes entraînant d'importants dépôts dans le canal,



soit stagner derrière les sections en remblais entraînant des désordres dans les cavaliers.

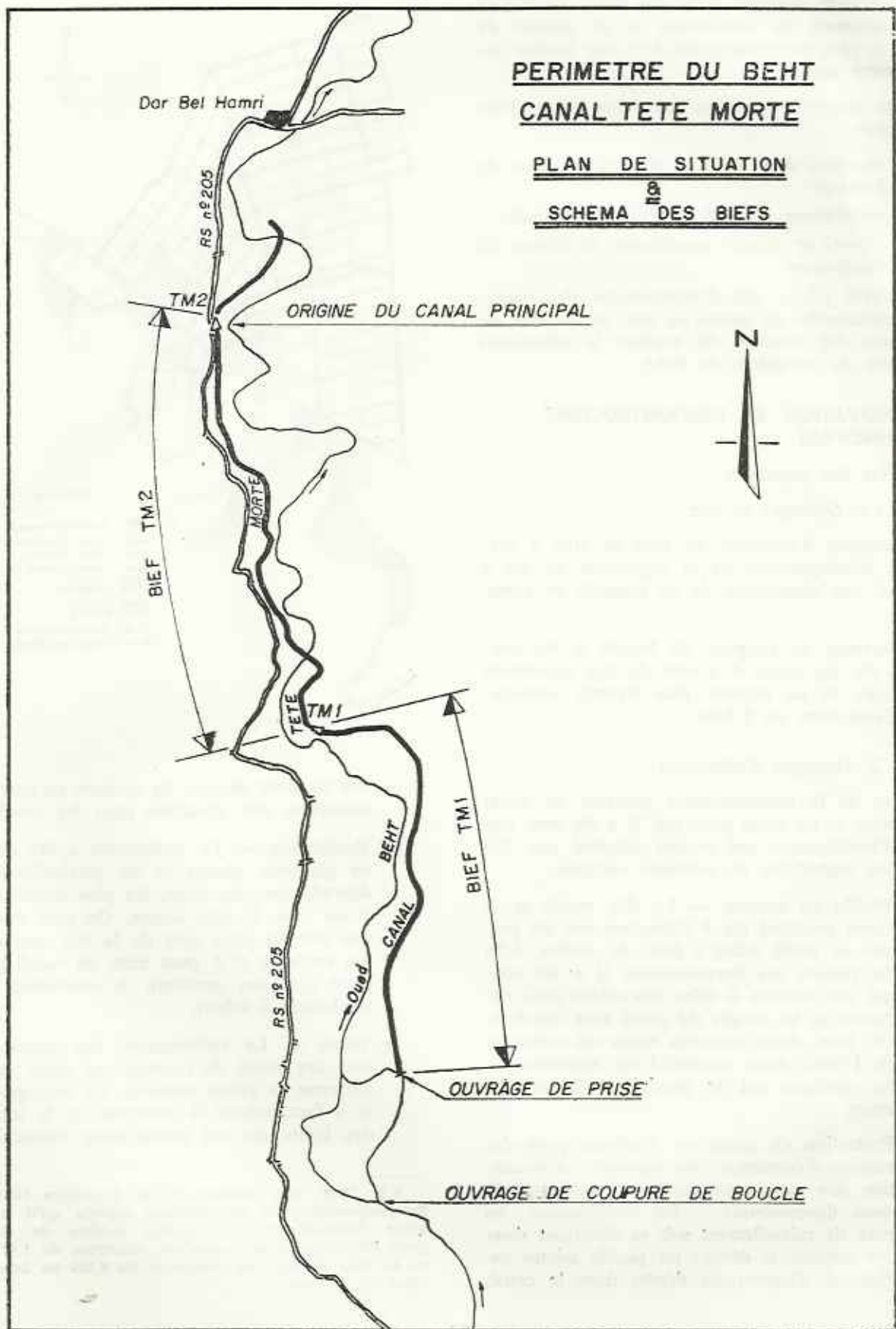
- Revêtement — Le revêtement a été réalisé en plusieurs phases et est particulièrement dégradé dans les zones les plus difficiles où il est aussi le plus ancien. On peut estimer que sur 40 pour cent de la tête morte (4 km environ) et 5 pour cent du canal principal (1,5 km environ), le revêtement est totalement à refaire.
- Joints — Le vieillissement des joints surtout des joints de construction entre partie ancienne et partie nouvelle est très marqué et il faut prévoir la réfection de la totalité des joints qui ont perdu toute efficacité.

N.B. Dans son rapport du 24 novembre 1933, le Subdivisionnaire de Sidi-Slimane signale qu'il a pu avoir l'engagement d'un certain nombre de colons pour l'irrigation d'une superficie minimum de 1.409 ha de la Mise en Eau des canaux et de 6.320 ha dans un délai de 10 ans.

PERIMETRE DU BEHT
CANAL TETE MORTE

PLAN DE SITUATION

SCHEMA ^{na} DES BIEFS



- Ouvrages de franchissement des cours d'eau — Sur les 4 grands ouvrages (2 ponts bache — 2 siphons) existants, 3 sont en excellent état et le quatrième devra être repris en sous oeuvre : les fondations sur semelles ont tassé et il paraît nécessaire de reprendre les charges par des pieux forés jusqu'aux marnes.
- Ouvrages de régulation et ponts routiers — Ces ouvrages n'ont pas été mis au nouveau gabaris du canal et constituent des points singuliers sur l'écoulement beaucoup plus sensibles à l'érosion. De plus, du fait d'absence d'entretien systématique, le génie-civil est très dégradé et l'appareillage fonctionne difficilement.

3.2. Les options prises

L'objectif consiste, dans le cadre du projet de restructuration du périmètre irrigué du Beht, à transformer les infrastructures existantes en un canal aux caractéristiques modernes analogues à celles des grands ouvrages d'infrastructure prévu dans les autres périmètres.

Toutefois, il n'a pas pu être adopté une régulation par l'aval, les modifications à apporter aux ouvrages existants devant être trop importantes.

3.2.1 Canal tête morte

Le transport du débit de $14 \text{ m}^3/\text{s}$ en tête du périmètre pouvait être obtenu :

(1) en augmentant la capacité hydraulique de la tête morte, et de l'ouvrage de prise.

Solution 1—Variante a

- surélévation du déversoir de prise
- recalibrage des tronçons dont le revêtement doit être refait (40 pour cent environ)
- remise en état des sections qui permettent de transporter $15 \text{ m}^3/\text{s}$.

Solution 2—Variante b

- surélévation du déversoir de prise
- rehaussement des sections qui ne permettent pas de transporter $15 \text{ m}^3/\text{s}$
- remise en état de l'ensemble du canal existant.

(2) en remettant simplement en état le canal tête morte et en refoulant en tête du canal principal, le débit d'appoint nécessaire qui serait prélevé sur l'Oued.

Solution 1—Variante a

- remise en état de l'ensemble du canal en conservant la géométrie actuelle du canal.

- le débit d'appoint nécessaire dans ce cas est de $4 \text{ m}^3/\text{s}$

Solution 2—Variante b

- chemisage par placage d'un nouveau revêtement existant dans les tronçons dégradés (40 pour cent environ).
- remise en état des autres sections.

Le débit d'appoint nécessaire dans ce cas est de $6 \text{ m}^3/\text{s}$.

La 2ème solution a été éliminée car elle conduisait à des investissements plus élevés et impliquait des dépenses d'énergie et des sujétions de maintenance.

On a finalement donné la préférence à la variante a de la 1ère solution bien que son coût dépasse de 6 pour cent celui de la variante b, car elle est techniquement plus satisfaisante :

Elle permet la reconstruction des revêtements à refaire suivant un profil type rationnel réalisable avec les moyens modernes de mise en oeuvre de revêtement bétonné alors que dans le cas de la variante 1b, on conserve des profils de revêtement complexes résultant d'ajouts successifs superposés pour permettre la surélévation de la ligne d'eau. Certaines sections présentent des profils à 1/1 trop raides pour permettre la mise en oeuvre du béton mécaniquement et sans coffrage. Un linéaire important de joint de construction doit être ménagé entre bétons conservés et bétons neufs.

Ce choix s'est avéré possible du fait qu'il n'était pas nécessaire de recalibrer la totalité du canal mais uniquement certains tronçons étroits dont le revêtement actuel défectueux ne peut être conservé.

On a prévu d'installer une vanne à niveau amont constant à mi-parcours du canal tête morte qui constitue actuellement un bief unique de 10 km, afin d'améliorer l'alimentation des prises individuelles qui y ont petit à petit été aménagées.

3.2.2 Canal principal

Dans l'ensemble, le dimensionnement du canal principal n'est pas modifié. Il suffit d'ajouter quelques petites murettes de rehausse très localisées pour permettre le transit avec une revanche convenable d'un débit dégressif de $13 \text{ m}^3/\text{s}$ à $6 \text{ m}^3/\text{s}$ de son origine à son extrémité.

L'emplacement actuel des vannes de régulation est conservé. On prévoit l'installation d'une vanne supplémentaire pour tronçonner le 1er bief actuellement long de 10 km et qui comporte des prises d'eau dans sa partie amont.

3.3. Le projet

Les travaux à prévoir peuvent être rangés en trois catégories :

- travaux de remise en état
- travaux d'adaptation
- travaux d'amélioration

Ils sont sommairement répertoriés, avec leur amont prévisionnel exprimé en dirhams aux conditions économiques de mars 1978, comme indiqué ci-après :

(a) *Les travaux de remise en état concernant plus particulièrement :*

- l'ouvrage de coupure de boucle : il s'agit essentiellement d'un réaménagement des bras du Beht avec des travaux d'endiguement et de recalibrage
- les revêtements du canal tête morte et du canal principal
- certains ouvrages d'art notamment le pont bache de Bou Jnoun.

(b) *Les travaux d'adaptation portent sur le rééquilibrage hydraulique :*

- restructuration de l'ouvrage de prise du canal tête morte
- terrassements pour recalibrage de plusieurs tronçons du canal tête morte (profils types)
- reconstruction des ouvrages de régulation de niveau et création d'ouvrages de régulation de niveau supplémentaire

- reconstruction ou modification de ponts et passerelles pour mise au gabarit hydraulique.

(c) *Les travaux d'amélioration visent à faciliter l'exploitation du canal et à mieux garantir sa sécurité :*

- création d'une piste d'exploitation continue et praticable en tous temps
- création de risbermes au niveau du passe-pied du revêtement et confortement de certains remblais
- création de fossés de garde, construction ou reconstruction d'aqueducs pour protéger le canal des ruissellements d'eaux pluviales.

Les dépenses de remise en état, logiquement inéluctables à plus ou moins long terme quelles que soient les options prises quant à la modernisation des ouvrages, représentent 50 pour cent du coût global.

Ramené au mètre linéaire, le coût des travaux se rapportant aux canaux se monte à :

- pour le canal tête morte 2 180 DH
- pour le canal principal 1 209 DH

Par référence à des projets récents intéressant des régions voisines (Périmètre du Loukkos, Seconde Tranche d'Irrigation du Gharb), ces montants atteignent entre 45 et 50 pour cent du prix de la construction, dans un milieu physique équivalent, de canaux neufs de même capacité hydraulique (mais régulés en commande par l'aval).

TABLEAU 1

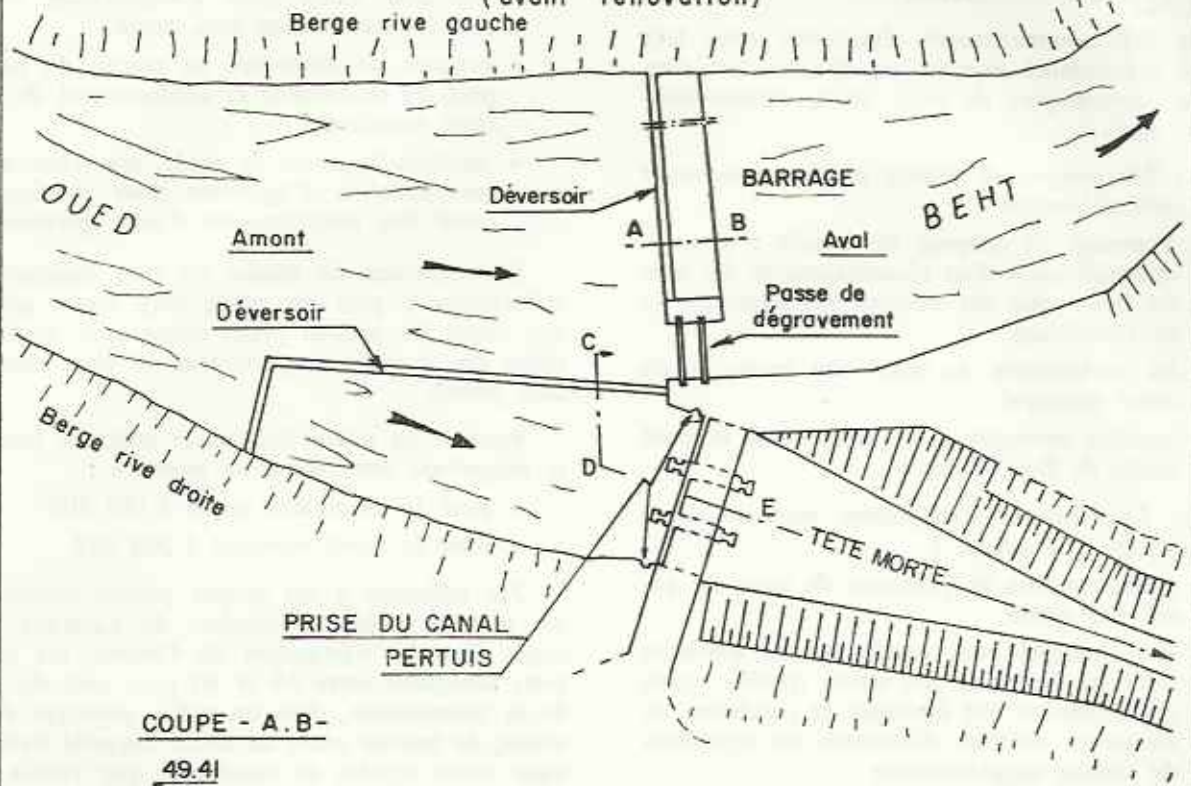
Récapitulation des estimations et répartition entre les différentes natures des travaux

Ouvrages	Montants prévisionnels en 106dirhams	Répartition en %		
		Remise en état	Adaptation	Amélioration
Coupure de boucle et prise d'eau	5,7	66	25	9
Canal tête morte	21,8	54	17	29
Canal principal	32,6	45	33	22
Ensemble des ouvrages	60,1	50	27	23

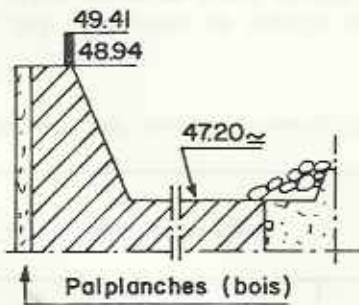
- OUVRAGE DE PRISE DE KEF N' SOUR -

CROQUIS D'ENSEMBLE

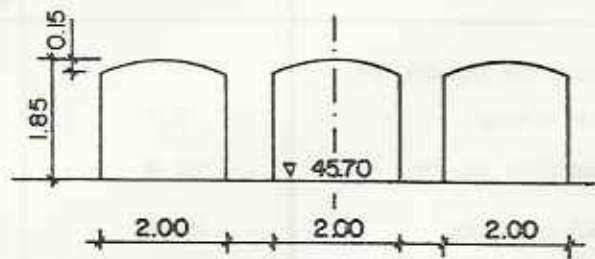
(avant renovation)



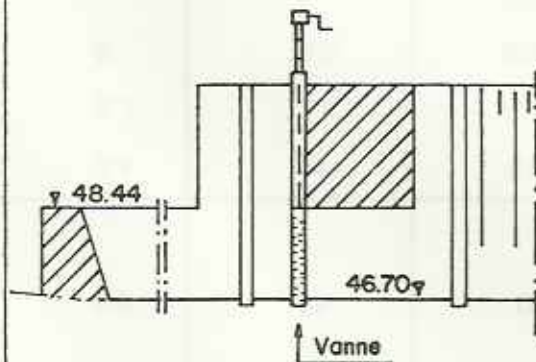
COUPE - A. B.-



VUE DES PERTUIS



COUPE - C. D. E.-



3.4 Exécution des études et des travaux

3.4.1 Etudes

Les études ont débuté par une expertise qualitative des ouvrages existants et par la détermination de leur capacité hydraulique. Elles ont été ensuite conduites à leur terme y compris l'établissement des plans d'exécution.

3.4.2 Travaux effectués ou en cours

Certains travaux, rendus urgents par risque de ruine, ont été entrepris en profitant de la période de chômage des irrigations (octobre à avril). Il s'agit :

- du réaménagement de l'ouvrage de coupure de boucle
- de la reconstruction d'une bache de ruissellement du canal tête morte, endommagée, et de section notoirement insuffisante. Elle a été reconstruite avec une section suffisante et pour le futur gabarit recalibré du canal.
- de la reprise en sous-oeuvre des palées du pont bache de Bou Inoun.

En ce qui concerne la réfection des joints de revêtement, on a expérimenté les deux procédés envisagés :

- pontage par collage d'une bande étanche
- procédé classique par bourrage de mastic étanche dans une rainure.

Les essais ont montré que le procédé par pontage, malgré sa facilité de mise en oeuvre, n'était pas à retenir, car les bandes d'étanchéité sont trop facilement arrachées ou surtout coupées.

Le procédé par bourrage pose par contre des problèmes de préparation, car les rainures de joints n'ont pas été réservées à la construction ou ont été mal exécutées.

4. RENOVATION DES RESEAUX

4.1. Etat des réseaux

A partir du canal principal qui suit sensiblement une courbe de niveaux, des canaux secondaires coulés sur place ou préfabriqués alimentant des secteurs de taille variant de 500 à 3 000 ha, la distribution étant assurée par des canaux portés en béton.

Quelques grands émissaires en terre rassemblent les eaux superficielles pour les évacuer par l'intermédiaire d'un Oued recalibré, le Hamma.

Malheureusement ce réseau d'irrigation est à la fois vétuste et insuffisant.

- Vétuste : la construction ayant débuté en 1934 une partie importante des canaux a près de cinquante ans d'âge et mis à part des extensions relativement récentes, la moyenne d'âge des équipements est supérieure à trente ans.
- Insuffisant : l'équipement du périmètre avait été limité à certaines zones, et les équipements complémentaires réalisés de façon ponctuelle ainsi que les modifications des besoins en eau ont entraîné une désorganisation générale de la distribution.

Sur la partie centrale du périmètre (15.000 ha sur 30.000 ha) une enquête a permis de déterminer :

- Les superficies effectivement irriguées
- L'état des canaux secondaires et leur capacité de transport en fonction de la pente et des diamètres relevés sur le terrain
- La densité du réseau de distribution tertiaire.

4.1.1 Superficies effectivement irriguées

En raison de l'état du réseau et du faible débit fictif retenu lors de la réalisation du périmètre, on peut considérer que 40 pour cent des parcelles irrigables sont en fait cultivées en sec.

D'autre part, il a été constaté dans de nombreuses zones une remontée sensible de la nappe particulièrement préjudiciable pour les zones en agrumes du fait de la salinité de cette nappe.

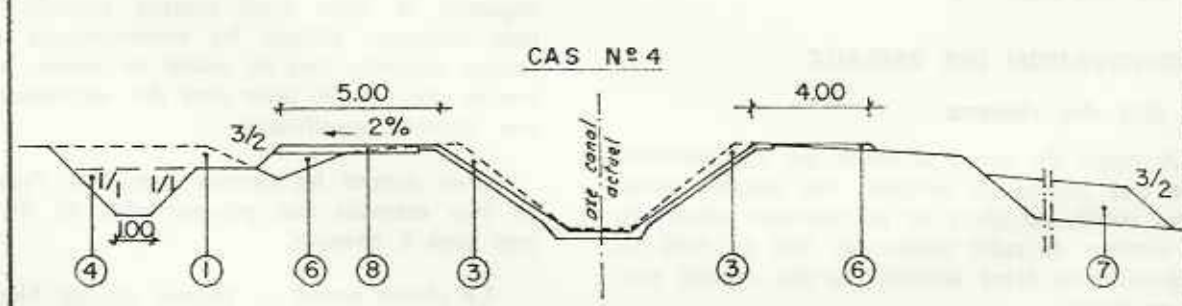
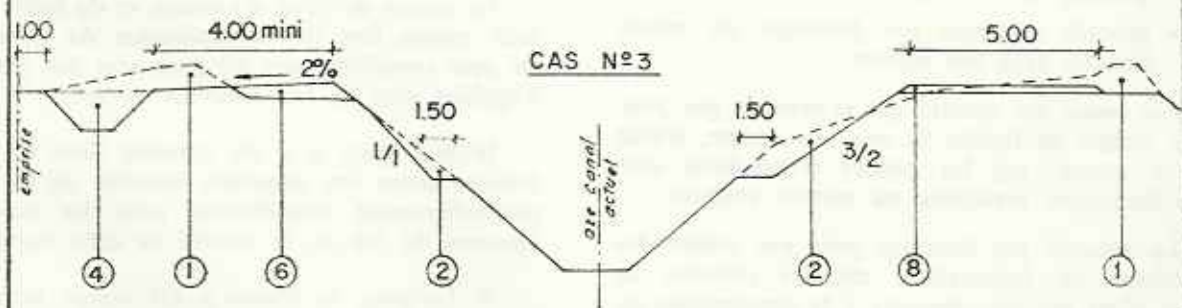
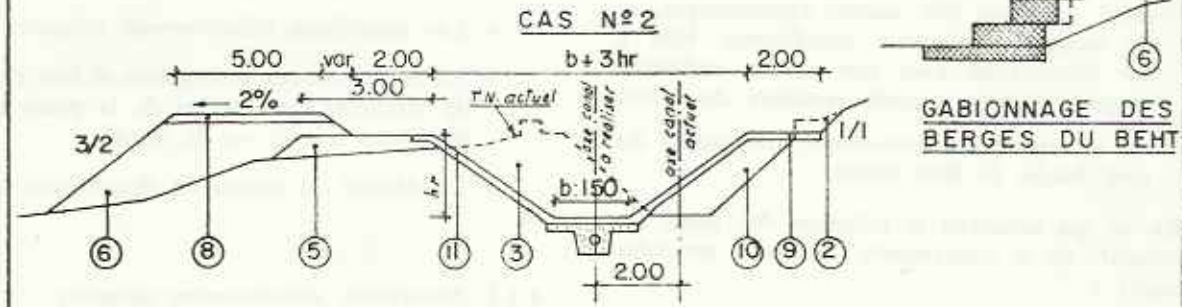
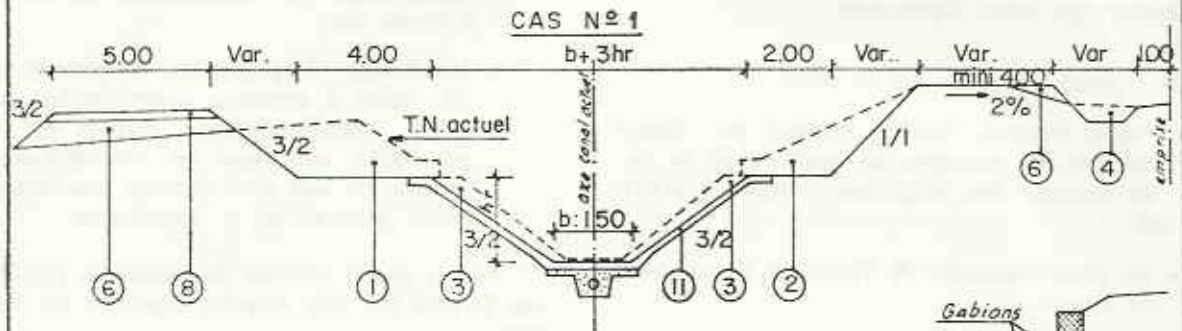
A l'origine, le réseau a été conçu pour une irrigation limitée à quelques cultures, et en conséquence le débit fictif continu considéré était bien inférieur. Malgré les renforcements et les marges adoptées lors du calcul du réseau, actuellement plus de 60 pour cent des secondaires ont une capacité insuffisante.

Mais surtout les canaux sont dans l'ensemble en très mauvais état puisque plus de 80 pour cent sont à changer.

Le réseau actuel ne permet pas de bien desservir l'ensemble des parcelles. En effet, si l'on veut pouvoir disposer d'une prise par parcelle, il est nécessaire de prévoir plus que le doublement du réseau tertiaire.

PERIMETRE DU BEHT CANAL TETE MORTE

PROFILS TYPES DE TERRASSEMENT



- | | | |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|
| ① Déblais grande masse | ⑤ Compactage soigné | ⑨ Corroi d'argile |
| ② Déblais masse moyenne | ⑥ Compactage aux engins | ⑩ Grave ciment |
| ③ Déblais cunette | ⑦ Déblais mis en dépôt | ⑪ Revêtement bétonné |
| ④ Déblais fossé | ⑧ Piste en tout venant | |

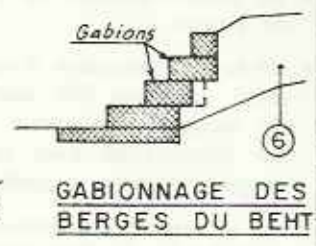


TABLEAU II
Superficies irriguées

Secteurs	1 Superficie agricole	2 Superficie équipée	3 Superficie irriguée	Taux d'irrigation 3/2
2	1200	900	950	86
3				
4-1	1100	900	650	72
4-2	550	500	300	60
5-1	2300	2200	1850	84
5-2	2200	1900	1500	79
6	1200	1050	350	33
7	1700	1450	400	28
8-1	1250	1050	350	33
8-2	750	700	650	93
9	2700	2300	900	39
	14850	13250	7900	60 %

Ces études préliminaires ont donc confirmé qu'il n'était pas possible compte tenu de la situation de se contenter d'opérations même importantes de remise en état, et qu'il était nécessaire de procéder à une rénovation d'ensemble.

4.2. Options

Il était exclu de pouvoir lors de la rénovation, modifier le parcellaire figé par la pratique de l'irrigation qui a favorisé les planifications, le développement de l'habitat dispersé et le morcellement de la propriété malgré des opérations de remembrement récentes.

Pour le réseau, on pouvait envisager :

4.2.1 Une rénovation à l'identique

Cette solution a évidemment l'avantage de permettre de conserver toutes les parties en état mais elle était à exclure dans le cas présent en raison :

- des insuffisances du réseau d'irrigation tant au point de vue capacité (62 pour cent du réseau secondaire a une capacité insuffisante) que du point de vue densité (qui est environ 50 pour cent de la densité souhaitable).
- des difficultés d'adaptation des canaux préfabriqués actuellement aux anciens supports (berceaux).

TABLEAU III.
Situation des canaux secondaires

Secteur	Longueur		Capacité suffisante		Capacité insuffisante	
	Total hm	ha m	bon état	A remettre en état	bon état	A remettre en état
2	4,03	7,1	-	90 %	-	10 %
3	4,98		30%	15%	5%	50%
4/1	8,59	8,6	-	25 %	50%	25%
4/2	-	0	-	-	-	-
5/1	10,36	4,5	-	75%	-	25%
5/2	4,70	2,1	-	85%	-	15%
6	8,3	6,9	-	50 %	-	50%
7	7,4	4,4	-	-	60 %	40%
8/1	5,35	4,3	5%	25%	25 %	45%
7/2	2,7	3,6	-	40%	-	60%
9	18,32	6,8	-	15 %	-	85%
Ensemble	74,23	5	2%	36 %	14%	48%

4.2.2. Réutilisation partielle du réseau existant

Cette solution présente le même avantage que la solution précédente tout en palliant les insuffisances du réseau existant. Mais en fait cet avantage est très limité.

En effet, d'après les résultats globaux des enquêtes (en admettant un pourcentage de tertiaire

en bon état identique à celui des secondaires soit 16 pour cent), on peut estimer que sur 31 m de canaux à l'hectare, seuls 1,7 m soit environ 5 pour cent peuvent être récupérables.

Dans ces conditions, il a paru que la récupération d'une part si faible du réseau entraînerait des contraintes importantes sans un avantage justifié.

TABLEAU IV.
Réseau tertiaire

Secteur	Longueur du réseau (km)		Densité à l'hectare m/ha		Densité globale m/ha (tertiaire et secondaire)
	Existant	à créer	Existante	Future	
2	5,15	10,15)			
3	3,65	9,2)	7,3	23,5	30,6
4-1	10,95	11,7	11	22,7	31,3
4-2	0,6	11,6	1,1	22,2	22,2
5-1	20,7	44,55	9	28,4	32,9
5-2	32,5	38,60	14,6	32,2	34,3
6	15,05	18,15	12,5	27,7	34,6
7	24,8	17,25	14,6	24,7	29,1
8-1	15,75	18,65	12,6	27,5	31,8
8-2	2,4	10,9	3,2	17,7	21,3
9	28,9	35,35	10,7	23,8	30,6
Ensemble	160,1	226,10	10,8	26,00	31

4.2.3. L'abandon de l'ancien réseau et la mise en place d'un nouveau réseau

C'est cette solution qui a été retenue et il a été comparé 2 variantes de réseaux :

Réseau de canaux portés

Cette variante permet d'utiliser les capacités de fabrication des usines existantes et surtout de réutiliser après dépose une partie des canaux en bon état.

Dans la mesure où les emprises sont suffisantes, il est possible de conserver l'ancien réseau pour assurer un minimum d'irrigation.

Réseau de canalisation basse pression

Cette variante permet de s'affranchir de tous les problèmes d'emprises et de réaliser le réseau sous aucune contrainte pour l'ancien réseau. Mais elle a l'inconvénient de nécessiter une mise en pression.

La comparaison économique de ces 2 solutions

a donné un léger avantage à la première qui conduit à des coûts d'investissements supérieurs de 2 pour cent mais à des coûts actualisés inférieurs de 6 pour cent.

C'est donc cette proposition qui a été retenue.

4.3. Le projet

Par rapport aux projets neufs réalisés actuellement sur le Gharb, la différence principale du projet de rénovation est l'absence d'un canevas hydraulique. En effet le réseau existant a pratiquement figé la parcellaire, et il n'a pas été possible de mettre en place les blocs hydrauliques rectangulaires dimensionnés pour permettre l'utilisation d'une main d'eau de 30 l/s et de réaliser un réseau orthogonal de canaux d'irrigation, de fossés d'assainissement et de pistes d'accès.

Pratiquement, il a fallu conserver l'imbrication qui s'était faite progressivement de ces différents réseaux et chaque parcelle est ainsi apparue comme un cas particulier qui ne permettrait pas d'appliquer les normes habituellement retenues.

PERIMETRE DU BEHT

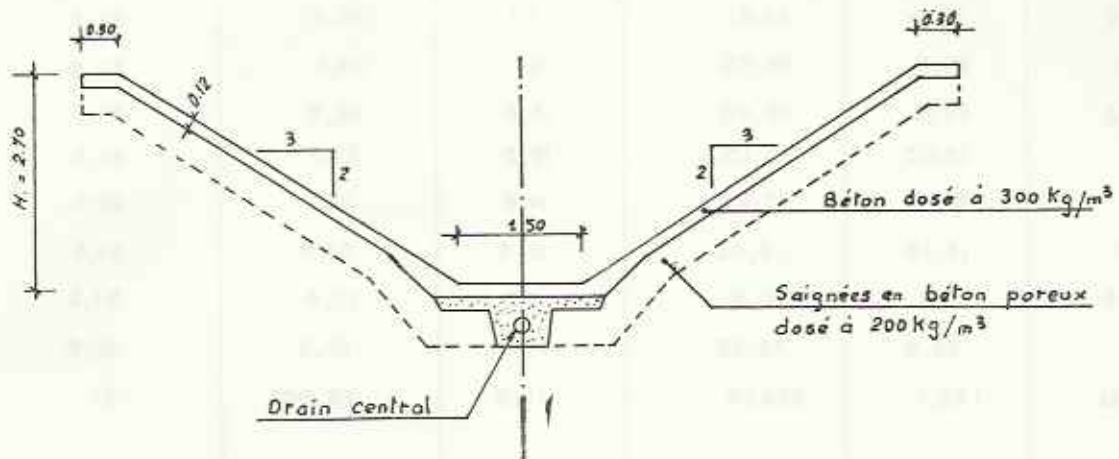
CANAL TETE MORTE

PROFILS TYPES DE REVETEMENT

(Tronçons où le revêtement du canal est refait)

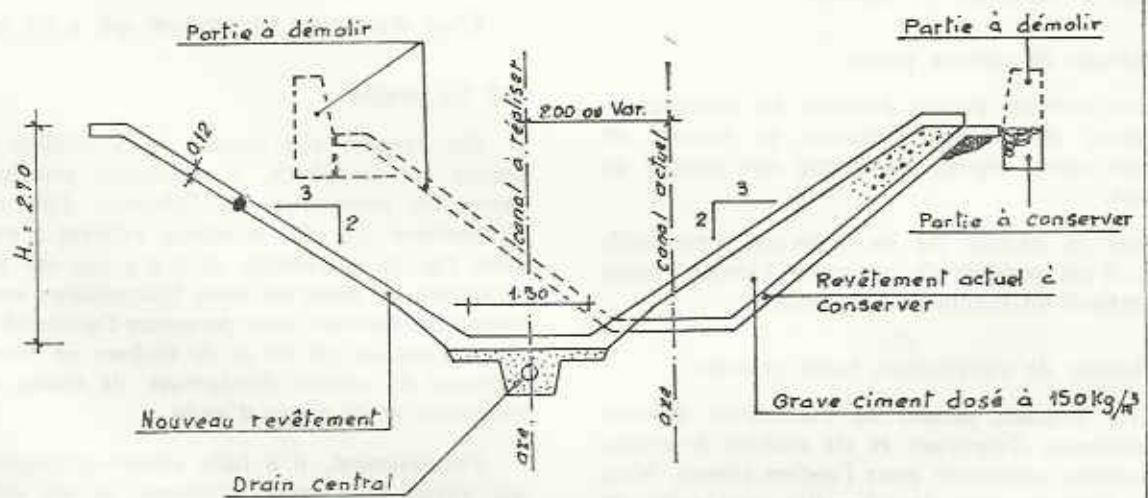
TYPE A

L: 2.000 m.



TYPE B

L: 2.200 m.



- séparation des réseaux d'irrigation et de drainage
- disposition générale en peigne
- accès par l'aval des parcelles.

Toutefois, pour assurer une certaine homogénéité au réseau de tertiaires, les parcelles ont été regroupées en quartier d'irrigation. Leur superficie a été choisie voisine de celle du bloc hydraulique correspondant à la main d'eau de 30 l/s. Mais en pratique il a fallu prévoir des mains d'eau de 35 l/s et même 40 l/s pour certains quartiers.

Les dispositions finalement retenues ont été des solutions de compromis qui permettaient de conserver pour la plupart des canaux les emprises existantes, réduisaient au maximum l'ouverture de nouveaux fossés d'assainissement et ne modifiaient pas la tracé des pistes en conservant la plupart des accès existants.

Dans ces conditions, il n'a pas en général été possible de prévoir la mise en place d'ouvrages type, et il a fallu multiplier les ouvrages particuliers : traversées des fossés par les canaux portés, siphons et passages busés pour les accès aux parcelles.

4.4. Exécution des études et travaux

4.4.1. Etudes

Lors du lancement des études, il avait été jugé que puisque l'on conservait le tracé du réseau d'irrigation ancien, il était possible de se contenter des documents topographiques existants. Il paraissait plus rapide et économique d'implanter les nouveaux canaux directement à l'intérieur des emprises des anciens canaux et d'établir uniquement les profils en long ainsi que les plans de détail de l'emplacement des ouvrages particuliers.

En fait, cette méthode s'est révélée absolument inadaptée aux études de rénovation du périmètre du Beht. En effet, la reconstitution des emprises a été très longue et difficile en raison de la disparition des bornes et du développement des haies, plantations et constructions. De plus, en cours d'étude il a été nécessaire de reprendre certaines implantations pour tenir compte du réseau d'assainissement et de drainage nouvellement créé, de l'encombrement des ouvrages existants déjà sur ces emprises et parfois aussi de constructions ou plantations établies illégalement qu'il n'était pas toujours possible de supprimer.

Cela a conduit très vite à renforcer l'équipe d'étude et à prévoir le détachement d'un de ses membres sur place de façon à pouvoir assurer une

liaison étroite entre les projeteurs et le géomètre pour l'implantation des réseaux et le contrôle des levés. Mais tout cela a entraîné pour les 2 premiers secteurs étudiés un allongement considérable des délais prévus :

- de 4 mois à 9 mois pour la partie topographique
- de 6 mois à 10 mois pour les différentes phases d'études.

Il paraît indispensable pour les phases ultérieures que puisse être réalisé en début d'étude un plan à échelle convenable. Il sera alors possible de choisir le tracé du réseau, l'implantation des ouvrages avant l'exécution des profils en long et des plans de détail sans qu'il soit nécessaire dans les phases ultérieures de modifier ces éléments.

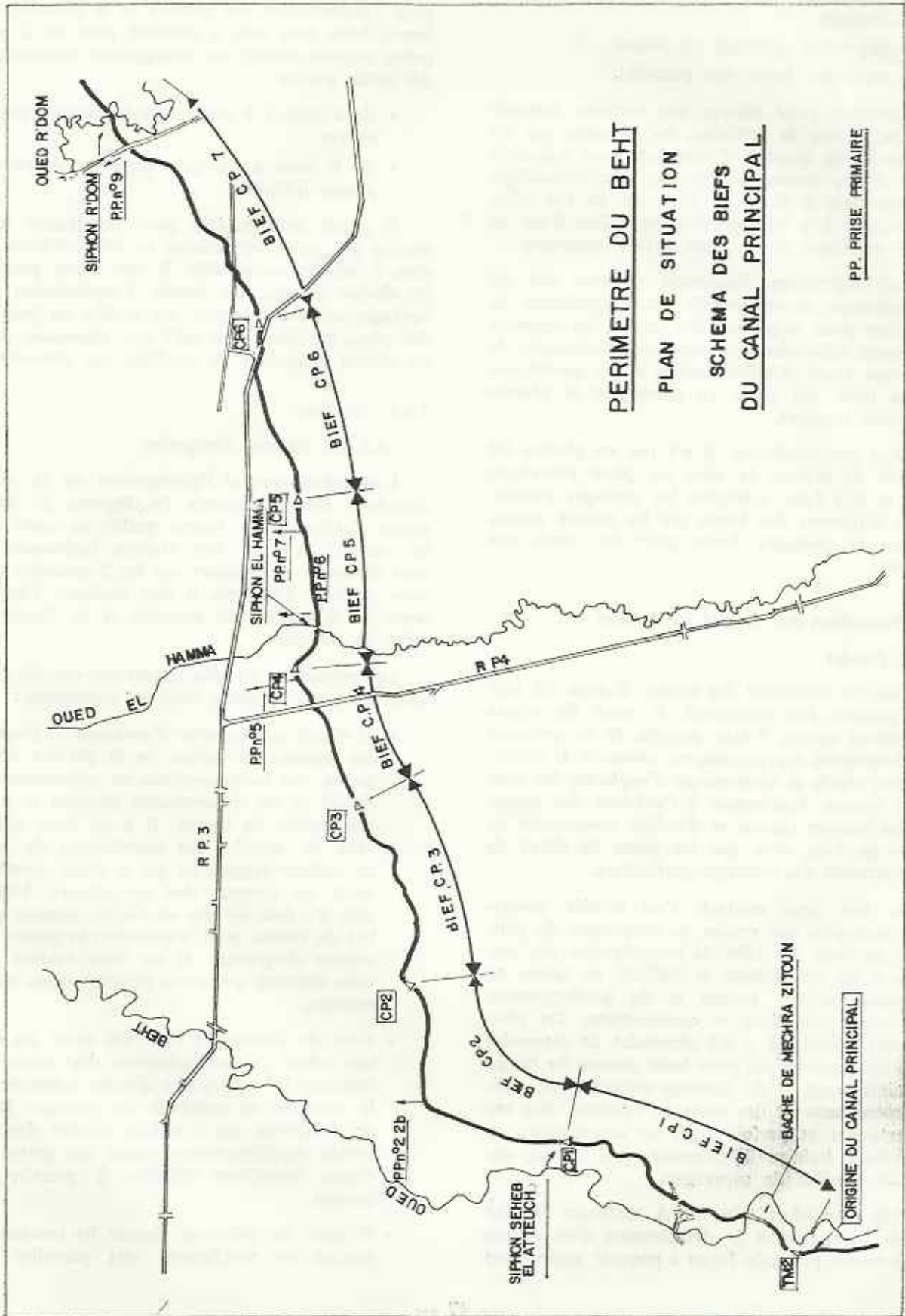
4.4.2. Travaux

4.4.2.1. Réseau d'irrigation

L'alourdissement et l'allongement de la phase d'étude a toutefois permis de disposer de documents d'exécution de bonne qualité de sorte que les travaux ont pu être réalisés rapidement et sans difficultés de majeurs sur les 2 premiers secteurs réalisés. Toutefois, il faut souligner l'importance de la qualité du contrôle et de l'encadrement du chantier.

Les problèmes les plus importants ont été ceux ayant trait aux relations avec les exploitants :

- Il n'était pas possible d'envisager l'exécution des travaux en dehors de la période d'irrigation, car les intempéries ne permettent pas l'accès et les terrassements pendant la presque totalité de l'hiver. Il a été donc nécessaire de prendre des interdictions de mise en culture irriguée ce qui a réduit sensiblement les revenus des agriculteurs. Malgré cela, il a fallu assurer un fonctionnement partiel du réseau pour maintenir l'irrigation des vergers d'agrumes. Il est bien évident que cette situation a entraîné de nombreuses réclamations.
- Lors de l'étude, il avait été tenté un certain effort de rationalisation des accès qui imposait la suppression d'accès habituels ou la création de servitude de passage. Dans de nombreux cas il a fallu ajouter des ouvrages supplémentaires créant des pertes de charge singulières difficiles à prendre en compte.
- Il avait été prévu de limiter les travaux de reprise de nivellement aux parcelles qui



PERIMETRE DU BEHT

PLAN DE SITUATION

SCHEMA DES BIEFS
DU CANAL PRINCIPAL

PP. PRISE PRIMAIRE

n'étaient pas antérieurement irriguées ou dont l'irrigation avait été modifiée. Malheureusement, le manque d'entretien des arroseurs et colatures avaient entraîné leur disparition presque totale, et il a fallu prévoir une reprise systématique. Cette reprise n'a pu être réalisée que très partiellement du fait de l'occupation des terrains par des céréales ou betteraves dont la culture en sec avait dû être autorisée pour éviter une interdiction totale des cultures.

Sur le plan de l'exécution un seul problème paraît mériter d'être signalé. C'est celui du stockage des éléments de canaux portés non récupérables. Après l'examen de nombreuses solutions de dépôts, il est apparu que le mieux était encore de les laisser en place.

4.4.2.2. Réseau d'assainissement

Par contre les travaux d'assainissement se sont effectués dans de moins bonnes conditions. En effet l'intérêt des fossés d'assainissement est certainement moins sensible pour les utilisateurs, et ils posent de très sérieux problèmes d'emprise du fait que sauf pour quelques collecteurs généraux existants, le projet original n'avait pas prévu d'emprises.

Les travaux se trouvent donc constamment retardés par des discussions avec les propriétaires pour modifier le tracé. (En effet les propriétés indivisées ont très souvent fait l'objet de partage de fait dont il convient de respecter les limites), fixer les indemnités et obtenir l'emprise nécessaire. Deux difficultés majeures subsistent dans tous les cas :

- les importants déblais qui augmentent l'emprise et qu'il serait coûteux et difficile de régaler,
- le recalibrage des anciens fossés qui est coûteux et difficile. C'est pourquoi il avait été envisagé un remblaiement et une ouverture pleine fouille. Il est apparu que les déblais existants le long des fossés anciens étaient insuffisants et cette solution a été abandonnée.

4.4.2.3. Réseau de drainage

Le réseau de drainage n'a pu encore être entamé en raison de la nécessité d'attendre l'évacuation des récoltes. Mais d'ores et déjà, on peut craindre les difficultés d'utilisation des machines de pose de drain dans les jardins familiaux et surtout dans les vergers d'agrumes ainsi que l'aggravation des difficultés signalées pour le réseau d'assainissement.

L'évacuation des eaux collectées par les drains nécessitent un approfondissement supplémentaire des fossés et surtout des grands émissaires posant de très difficiles problèmes d'emprise et de recalibrage.

Les difficultés paraissent remettre en cause l'option d'un drainage profond qui avait été retenu pour le Gharb.

Il a été envisagé les possibilités suivantes :

- diminution de la profondeur de drainage avec augmentation corrélative de sa densité,
- drainage par fossés ouverts
- relevage avec utilisation éventuelle d'énergie solaire sans qu'aucune comparaison ait pu être faite à présent.

4.4.2.4. Montant des travaux

Sur les 2 secteurs réalisés, les travaux se sont élevés à 12.550 DH à l'hectare, voisin de celui obtenu pour la réalisation des réseaux neufs exécutés à la même période.

En particulier, on ne note pas de différences sensibles en ce qui concerne :

- le coût de fourniture et pose du réseau de drainage
- le nivellement des parcelles et l'exécution des arroseurs de colatures (il faut toutefois observer que dans le cas de la rénovation, ce nivellement ne doit être entrepris que sur une partie des terres),

Le réseau d'assainissement est d'un coût moins élevé du fait de l'utilisation de fossés déjà existants. Par contre, la fourniture et la pose du réseau d'irrigation sont légèrement plus élevées du fait que le linéaire est de 31,5 m/ha au lieu de 27,5 m/ha pour un réseau neuf régulier.

5. CONCLUSIONS

La rénovation du périmètre du Beht a constitué une expérience enrichissante pour les ingénieurs, car elle ne concernait pas un périmètre traditionnel réalisé par les utilisateurs avec des moyens très limités, mais un périmètre étudié par des techniciens et réalisé avec des moyens importants de terrassement et de fabrication.

Cette opération permet donc de tirer des enseignements non seulement sur la rénovation d'un périmètre mais aussi sur la conception et la réalisation d'origine.

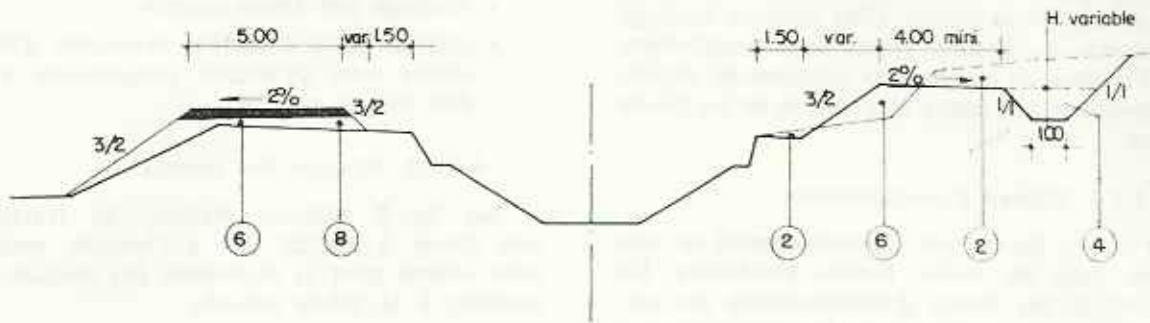
La leçon la plus importante nous paraît celle-ci : toutes les économies réalisées lors de la réali

PERIMETRE DU BEHT

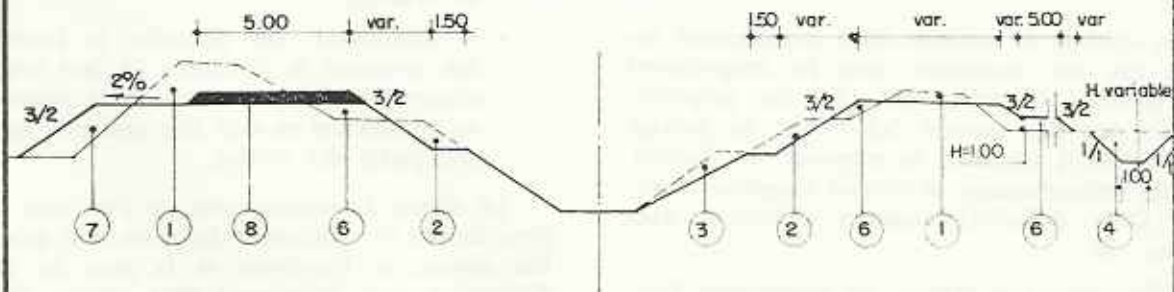
CANAL PRINCIPAL

PROFILS TYPES DE TERRASSEMENT

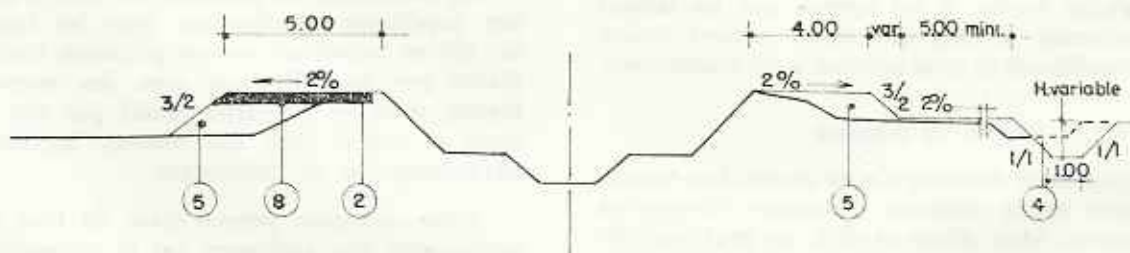
CAS N°1



CAS N°2



CAS N°3



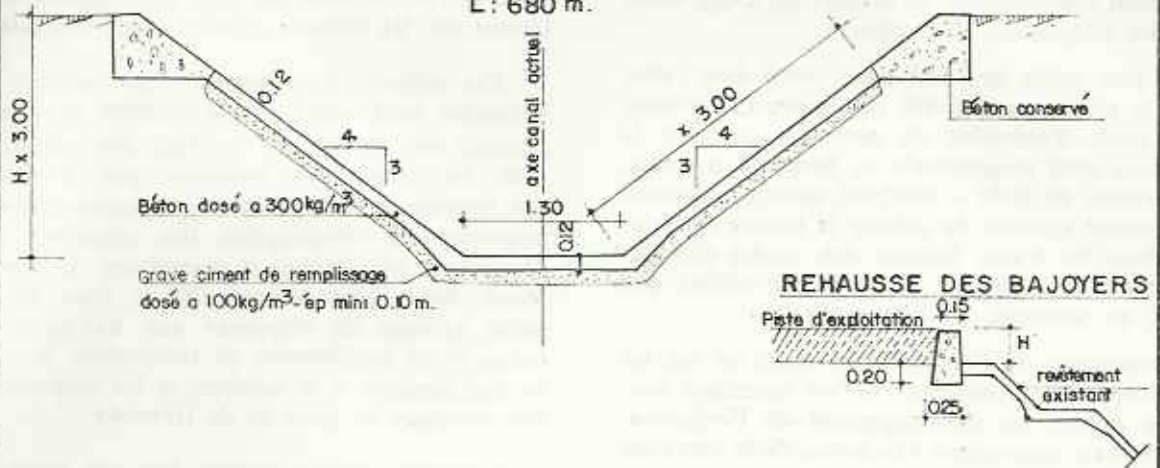
- | | | |
|---|--|---|
| <p>① Déblais grande masse</p> <p>② Déblais masse moyenne</p> <p>③ Déblais cunette</p> | <p>④ Déblais fossé</p> <p>⑤ Compactage soigné</p> <p>⑥ Compactage aux engins</p> | <p>⑦ Déblais mis en dépôt</p> <p>⑧ Piste en tout venant</p> |
|---|--|---|

PERIMETRE DU BEHT
CANAL PRINCIPAL

PROFILS TYPES DE REVETEMENT
(Troncons où le revêtement du canal est refait)

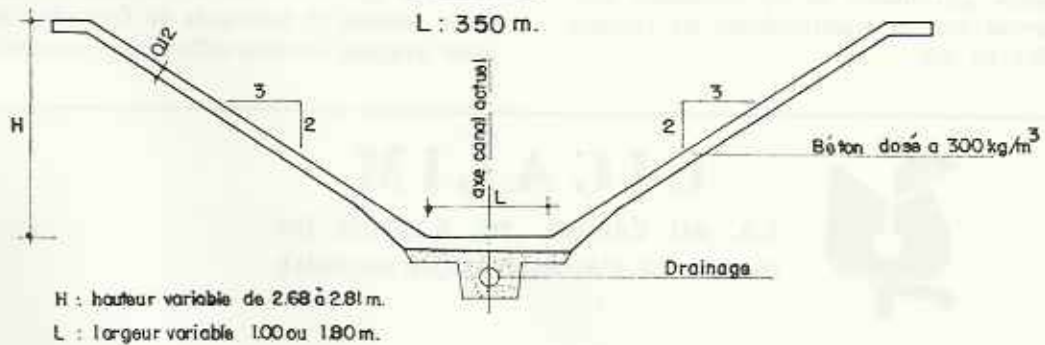
TYPE A

L : 680 m.



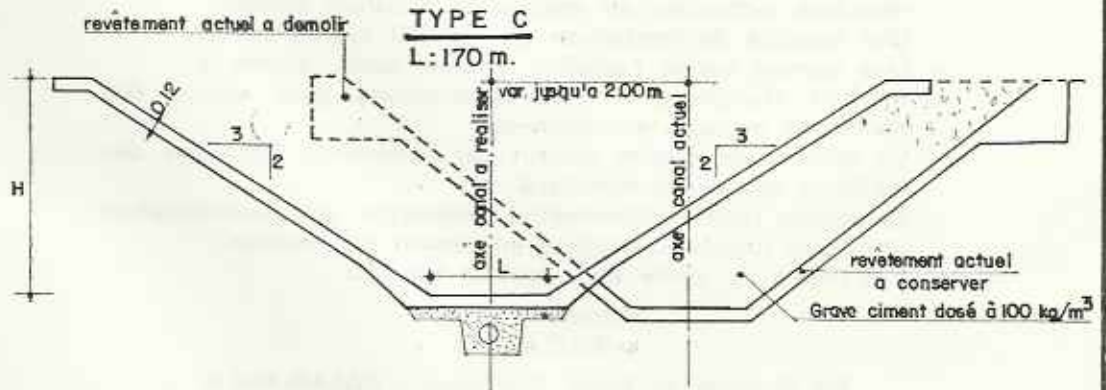
TYPE B

L : 350 m.



TYPE C

L : 170 m.



sation contribuent à accélérer le vieillissement du périmètre et rendent plus rapide la nécessité de sa rénovation.

- économie sur les terrassements et les revêtements entraînant une dégradation plus rapide des ouvrages
- économie sur les dimensionnements entraînant une désorganisation générale de la distribution et un désintéressement des utilisateurs
- économie sur les emprises réservées entraînant l'impossibilité de réaliser en temps voulu les adaptations nécessaires.

La plus faible des économies, celle dont l'effet a été le plus gênant, a été certainement l'absence d'une étude d'ensemble du périmètre même si la réalisation était programmée en plusieurs tranches. L'expérience du Beht a confirmé aussi la nécessité très souvent signalée de prévoir le réseau de drainage dans les terres lourdes des études d'irrigation même si ce réseau ne doit être réalisé que lorsque sa nécessité se fera sentir.

L'expérience du Beht confirme aussi un fait lui aussi fréquemment observé : si l'on surestime souvent le rythme de développement de l'irrigation, par contre on sous-estime l'évolution de la demande à long terme (une génération) même dans des zones de petits parcelaires où les projecteurs considèrent souvent que se maintiendront les cultures traditionnelles en sec.

En ce qui concerne la rénovation, il apparaît que, là aussi, il existe un risque de sous-estimer les contraintes d'études et de travaux qu'implique une rénovation d'ensemble réalisée avec la volonté d'obtenir un équipement de qualité sensiblement égal à un équipement moderne.

En particulier, les études et travaux topographiques sont très sensiblement plus importants pour une rénovation que pour un périmètre neuf, et il faut, pour assurer une réalisation rapide, nécessaire si l'on ne veut pas léser les irrigants, ne pas lésiner sur les moyens d'étude et de réalisation.

Par ailleurs, les économies par rapport à un périmètre neuf sont loin d'atteindre ce que l'on pourrait en espérer. Il ne faut pas négliger en effet les contraintes imposées par le maintien des irrigations et le coût des indemnités correspondant à l'interruption des irrigations ou la destruction des récoltes et plantations sur certaines zones. Par ailleurs, il est difficile dans un périmètre existant de s'opposer aux habitudes existantes et en conséquence de rationaliser les tracés, les équipements et le nombre, et les emplacements des ouvrages de prise ou de traversée.

Toutefois, cela ne saurait être une condamnation des opérations de rénovation, car les implications sociales et politiques de l'abandon total d'une zone irrigable seraient difficilement acceptables.



CICALIM

S.A. AU CAPITAL DE 6 300 000 DH
LEADER DE L'ALIMENTATION ANIMALE

- 35 ans au service des Eleveurs.
- 80 000 tonnes d'aliments par an, obtenues en appliquant les dernières recherches en matière de nutrition animale.
- Une capacité de production de 130.000 tonnes par an.
- Une gamme variée (volailles, bovins, ovins, équins...).
- Produits d'allaitement (lacto-remplaceurs) pour veaux, des meilleures marques européennes.
- Un aliment de qualité garanti par l'assistance technique des meilleurs spécialistes mondiaux.
- Un service Technico-Commercial dynamique, une documentation technique toujours actualisée au service de l'éleveur.
- 110 points de vente dans tout le Maroc.

Renseignements :
« CICALIM »

Km 9, route de Rabat, Aïn-Sebaâ - CASABLANCA

Tél. : 35.09.03/04
35.02.74/75

MAITRISE DES CRUES EN RAPPORT AVEC LA PLANIFICATION DE L'UTILISATION DES SOLS ET DE LA GESTION DES EAUX

— QUESTION 37 —

Déroulement des seances et réflexions

par

Mohamed ISLAH

*Ingénieur Hydraulicien Chef de l'Arrondissement
Hydraulique d'Agadir*

Georges GARNIER

*Ingénieur hydraulicien à la Direction
de l'Hydraulique - Rabat*

INTRODUCTION

Depuis toujours, l'homme a été confronté aux crues et a tenté de résoudre ce problème par des systèmes de protection tendant à éliminer ou tout au moins à maîtriser toutes les crues qui périodiquement mettaient en cause le développement de son économie. Devant l'évidence de certains échecs, il est aujourd'hui admis qu'il est rarement possible d'arriver à se protéger totalement des crues.

De cette analyse, ressort le concept d'une maîtrise des crues non plus « absolue » mais en rapport avec la planification de l'utilisation des sols et de la gestion des eaux, concept objet de cette question 37 du 11ème Congrès de la Commission Internationale des Irrigations et du Drainage.

En effet, il existe globalement deux méthodes d'approche pour tenter de minimiser ou d'annuler les conséquences néfastes des crues. Tout d'abord, les méthodes que l'on peut qualifier de classiques ou traditionnelles, c'est-à-dire les méthodes « structurales » (Construction de digues, rectification de lit de rivière...). Ces méthodes longtemps appliquées outre le fait qu'elles sont finalement coûteuses, donnent très souvent un faux sentiment de sécurité dû aux longues périodes pouvant séparer deux

épisodes de crue. Il en découle une autre méthode « non structurale » qui consiste à adapter le développement économique à l'existence de probabilité de crue. Cette méthode en fait n'est pas nouvelle puisque les Egyptiens l'utilisent depuis des millénaires le long du Nil et que chez nous au Maroc, on peut signaler dans nos provinces sahariennes l'utilisation des eaux de crues par épandage.

Ainsi que l'a fait remarquer le rapporteur général de cette question Monsieur R.H. Clark, dans les deux méthodes « structurales » et « non structurales » un point commun important reste un élément primordial pour le succès de ces méthodes, c'est le dispositif de prévision et d'annonce de crues.

Cette question 37 était censée englober les 6 aspects suivants du problème :

1. Ouvrages de maîtrise des crues en fonction des cultures envisagées et des besoins de gestion de ressources en eau.
2. Utilisation des eaux de crues pour l'irrigation, comme élément de maîtrise des crues.
3. Dérivation et épandage des eaux de crues.

4. Mesures de protection contre les crues appropriées aux zones arides.

5. Mesures non structurelles telles que zonage des plaines d'inondation, restrictions et réglementation pour l'utilisation des sols.

6. Effets des modifications du transport solide (ainsi que du régime hydraulique en général) des cours d'eau sur les ouvrages de protection contre les crues.

34 rapports ont été présentés dont :

- 6 traitant du point 1)
- 2 traitant du point 2)
- 3 traitant du point 3)
- 0 traitant du point 4)
- 9 traitant du point 5)
- 6 traitant du point 6)

plus 8 rapports traitant de sujets plus généraux parfois fort intéressants et utiles.

Comme nous le verrons plus loin, l'examen de cette question s'est établi sur 3 séances d'une demi-journée, la première étant consacrée plus particulièrement à l'utilisation des terres, la seconde à la gestion de l'eau, la troisième aux discussions d'ordre général.

Il n'apparaît pas possible de détailler ci-après l'ensemble des discussions et des diverses interventions. Ces dernières feront d'ailleurs l'objet d'un rapport ultérieur de la CIID ; nous rappelons ci-après les points les plus importants qui ont fait l'objet de discussions et ceux qui, intéressant plus particulièrement le Maroc, auraient pu être davantage développés à notre avis.

POINTS ESSENTIELS SOULEVES LORS DES SEANCES DU CONGRES

1. Utilisation des terres

Au sujet de l'utilisation des terres en tenant compte des risques de crues ou en protégeant celles-ci contre un certain risque, les participants ont principalement évoqué les points suivants :

La planification des terres doit porter sur l'ensemble du bassin et pas seulement sur le champ d'inondation. En effet, trop souvent les études se limitent aux périmètres aval soumis aux effets des inondations en envisageant de lourds procédés de protection. Il est souvent très intéressant de prévoir une utilisation rationnelle de l'ensemble du bassin qui, en fixant des cultures de l'amont, permet de diminuer le ruissellement dans le temps de concentration et ainsi de réduire l'importance des

crues à l'aval tout en dégageant de nouvelles superficies cultivables.

D'autre part, devant l'importance croissante des investissements nécessaires pour réaliser des systèmes « structureaux » de protection contre les crues, les recherches semblent se développer dans une direction autre à savoir une meilleure utilisation des terres submersibles en cas de crue. En effet, une meilleure approche agronomique du problème permet dans bien des cas d'adapter les types de cultures envisagées au régime de submersion des terrains agricoles. Cette méthode, bien sûre, n'est pas universelle et ne peut s'appliquer à tous les types d'assolement. De plus, comme l'a fait très justement remarquer M. Argouillon dans le rapport 17 sur l'aménagement de la basse vallée du Sénégal : « Il ne semble pas que l'on puisse beaucoup compter sur le seul effet des crues d'un fleuve pour développer les irrigations modernes, lesquelles exigent, pour être économiquement viables, des rendements élevés et stables, absolument incompatibles avec une maîtrise insuffisante de l'eau ». Nous verrons plus loin que ce point de vue n'est pas entièrement partagé par d'autres experts dans les régions pauvres à culture traditionnelle.

Le problème de « l'utilisation des terres » est bien évidemment différemment abordé en zone fortement urbanisée ou dans des pays riches. Dans les zones fortement urbanisées, il convient souvent d'adopter des mesures structurelles d'autant plus coûteuses que souvent elles doivent protéger des zones fortement industrialisées où les biens à protéger représentent un « capital » très important parfois vital pour un pays ou une région.

Un exemple quelque peu différent a été développé par les Etats-Unis (rapport 26 sur le torrent « Indian Bend Wash ») où l'on a pu dans une structure urbanisée marier un champ d'épandage de crue et des canaux de drainage à une urbanisation moderne en utilisant ces zones inondables en zone de loisir en dehors des épisodes de crues.

Un point de vue important a été développé par un des représentants du Maroc M. Arafa : dans les pays en voie de développement, il semble, a priori, tentant de protéger par de lourds investissements des périmètres agricoles à créer et une fois cette protection réalisée d'équiper et de développer le périmètre. Une expérience tentée au Maroc semble prouver cependant qu'une méthode inverse donne de très bons résultats : démarrer de suite le développement du périmètre agricole puis adapter des travaux de protection à l'exploitation des terres (il faut bien entendu que sur le plan de la conception, l'ensemble soit conçu au départ d'une

manière globale). Cette façon d'étaler les investissements semble procurer une bien meilleure dynamique au système par une meilleure motivation et compréhension des agriculteurs qui perçoivent mieux les progrès apportés pour le schéma de protection et en acceptant davantage les contraintes.

2. Gestion de l'eau

Sur cette méthode de « maîtrise des crues » les principales remarques découlant des rapports et des diverses interventions sont les suivantes :

Une méthode exploitée en Inde et aux Etats-Unis consiste à dériver les eaux de crues des zones vulnérables vers des zones moins vulnérables.

A l'évidence, un tel procédé est a priori un procédé coûteux nécessitant souvent de très importantes mesures structurelles et de plus, nécessite la disponibilité d'un grand territoire où l'on peut réserver des zones importantes à l'épandage des eaux de crues. Certains pays « riches » ont pu concilier cette méthode avec une mise en valeur touristique des champs d'épandage de crue (parcs nationaux, protection de la faune et de la flore).

Le point commun à tous ces problèmes de gestion des eaux qui a été admis par l'ensemble des participants est la nécessité de la présence d'un organisme unique gérant tous les problèmes posés par l'utilisation de l'eau, ou du moins un organisme de tutelle pouvant arbitrer les problèmes posés (juridiques-indemnisation des dégâts-alerte de crue...). Ce point est en effet, à notre avis très important au Maroc et mériterait réflexion de notre part.

Sur ce problème de gestion de l'eau, on doit signaler deux communications particulièrement intéressantes l'une de C. Michel et J.C. Mailhol (R. 22) sur la détermination d'une crue décennale sur un petit bassin versant non jaugé : la méthode socose, l'autre de A. Lobert (R. 23) sur la conception, le dimensionnement et la gestion de barrages à buts multiples.

L'une et l'autre, par une meilleure connaissance des conditions hydrauliques dans un bassin, devraient faciliter la mise au point d'une meilleure gestion des eaux.

3. Procédés se réclamant à la fois d'une utilisation des terres et d'une gestion de l'eau

Une communication très importante devait tout particulièrement intéresser le Maroc, c'est le rap-

port (R. 21) de J. Megard et E. Morin sur les dérivations d'épandage de crues au Yémen et leur modernisation.

Ce procédé d'irrigation traditionnel remonte à des millénaires au Yémen. Il faut noter qu'au Maroc dans les régions sahariennes, ce procédé a été utilisé depuis fort longtemps, qu'il l'est encore parfois mais qu'il tend à être abandonné par les populations faute de moyens et aussi, c'est le point important que ce rapport met en évidence, par une modernisation erronée du procédé. En effet, la pérennité du système repose sur le caractère fusible des dérivations traditionnelles d'épandage de crue qui permet des chasses naturelles des matériaux d'apport de l'Oued. Ces dépôts dans les canaux de distribution ont ruiné à court terme certains aménagements modernes et c'est bien ce que l'on constate dans le Sud marocain où des tentatives de modernisation des ouvrages d'épandage de crue, au lieu de favoriser le développement du procédé, ont entraîné sa perte. Il ne peut être question de détailler ici cette communication mais certaines techniques proposées telles que canaux de triage des matériaux, canaux d'exhaussement, barrages fusibles, sont très intéressantes et devraient pouvoir être avantageusement appliquées au développement de nos provinces sahariennes, comme le souligne fort à propos ce rapport dans ses conclusions : « la rentabilité d'une modernisation devrait être jugée moins par rapport à la situation antérieure que par rapport à l'état d'abandon qui résulterait à terme de l'absence de modernisation. Celle-ci permet de limiter l'exode des populations et de maintenir une certaine production agricole dans le pays. Elle répond à des objectifs socio-politiques ».

4. Questions diverses

Parmi les questions plus générales, on doit noter la communication (R. 29) de P. Maistre « l'Aménagement des zones inondables en France-Evolution des méthodes d'approches économiques ». C'est d'ailleurs surtout la deuxième partie de cette communication qui est riche d'enseignement. Dans cette communication, l'auteur fait un rappel des différentes approches économiques qui ont permis et qui permettent de choisir le type d'action à entreprendre le mieux adapté.

A ce sujet, des remarques intéressantes ont été formulées sur la méthode de déroulement des études. En effet, surtout lors d'étude de grands aménagements qui s'étendent sur plusieurs années, le coût des réalisations est parfois tel qu'il est souhaitable pour différer les investissements de répartir les travaux sur de nombreuses années. En

définitive, le temps écoulé entre l'étude et sa réalisation est parfois suffisamment long pour que des données fondamentales aient pu changer, ce qui conduit à des aménagements inadaptés. Une suggestion a donc été faite de prévoir des études moins détaillées, mais, par contre, comprenant des études de sensibilité à différents paramètres, imaginant divers scénarios ; ainsi lors de la réalisation, il sera plus facile d'adapter celle-ci à la réalité du moment ou à une évolution probable.

De plus, il a souvent été constaté que le degré de protection optimum est souvent une donnée « a priori » du problème choisi, en fait, de manière arbitraire en référence à des habitudes générales (crue centennale, protection agricole vingtennale ou trentennale). Il importe en fait de faire une étude sur des bases économiques ou socio-politiques pour chaque projet en étude.

CONCLUSION

A la lumière des rapports et des discussions de la question 37, nous estimons nécessaire de souligner certains aspects qui sont importants pour le Maroc quant à la bonne maîtrise des crues et entre autres :

— Nécessité d'une bonne connaissance des données hydrologiques. Pour cela, les dispositions suivantes sont à prendre :

- multiplication des stations hydrologiques pour suivre le régime des cours d'eau ;
- échange des résultats obtenus avec d'autres pays (études et méthodes d'approche — courbes régionales, etc), ce qui permettrait de tirer profit des expériences des autres.

— Limitation des dégâts de crues par :

- la mise en place d'un système d'annonces de crues bien organisé ;

- l'initiation de la population civile à une discipline rigoureuse pour faire face aux crues éventuelles (plan d'alerte, etc).

— Protection et amélioration des terres des bassins versants et notamment ceux situés à l'amont des barrages de retenues pour en limiter l'envasement et ceci par :

- le reboisement des bassins versants et la correction torrentielle ;

- l'établissement d'un programme de rattrapage pour ces travaux qui ont pris beaucoup de retard et mise en place des crédits nécessaires à leur réalisation ;

- l'étude et le démarrage des travaux de protection de ces bassins versants qui doivent être achevés avant l'entrée en fonction des barrages projetés.

— Utilisation des méthodes structurelles, non structurelles ou combinaison des deux méthodes selon les cas.

— La construction de petits barrages (barrages collinaires et barrages d'épandage de crues) doit être développée. Ces ouvrages, qui sont particulièrement d'un intérêt local seront très bénéfiques pour limiter l'exode rural et fixer les populations.

En particulier dans les zones arides (zones sahariennes), il est souhaitable de remettre en état les ouvrages existants et de construire d'autres ouvrages pour des besoins divers (agricoles, eau potable, pastoraux, etc).

— Institution d'un organisme de tutelle unique pour coordonner et superviser toutes ces tâches ; sans la mise en place de cet organisme il sera difficile, voire impossible, d'obtenir des résultats satisfaisants.

Bibliographie de la question 37

par

Monique MOULAY RACHID

R.1 : LA PROTECTION CONTRE LES CRUES DANS LE CADRE DE L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU par Belisario BROMONTE, Giorgia CESARI, et Roberto CLERICI (Italie).

Le présent mémoire fournit quelques exemples d'aménagements de protection contre les crues, en rappelant le concept de protection « souple », c'est-à-dire de protection où il est tenu compte du rapport coûts des ouvrages et bénéfices dérivant de leur réalisation. En d'autres termes, les aménagements de protection doivent être en mesure d'éviter toute possibilité de dommages intolérables et de satisfaire le niveau optimal de protection. C'est-à-dire que l'amélioration du degré de protection ne devrait pas entraîner des coûts supérieurs aux avantages que l'on en tirerait.

Le problème de la protection contre les crues doit forcément être étudié dans le cadre du plan général de conservation des eaux d'un bassin hydrographique, comprenant l'exploitation rationnelle des ressources en eau de ce bassin.

Ces critères ont été suivis dans l'étude de la protection contre les crues du fleuve Arno, décrite dans le mémoire, qui s'insère dans le plan général des eaux de tout le bassin hydrographique.

Les autres exemples indiqués concernent le contrôle des crues de la rivière Save (Yougoslavie) et la protection contre les crues de la rivière Logone (Tchad).

R.2 : PLANIFICATION DE LA MAITRISE DES CRUES DANS LE BASSIN DE SAHIBI PRES DE DELHI, INDIA, par Pritam SINGH et R.B. SHAH (Inde).

La Communication rappelle quelques données relatives à la rivière Sahibi, à ses crues importantes et aux mesures prises. Jusqu'à maintenant, le débouché pour les eaux de crues se faisait par le drain de Najafgarh élargi en 1974 pour transporter 85 m³/s. Toutefois, en 1977 des crues sans précédent ont eu lieu et il a fallu 4 mois pour évacuer les eaux de crues.

Aussi, un ensemble de mesures (Plan Directeur) sont envisagées dans l'avenir : conservation de l'eau à l'amont pour irriguer et recharger la nappe souterraine, afforestation, conservation du sol et construction de réservoirs pour l'irrigation et la modération des crues, l'augmentation de la capacité du drain de Najafgarh à 283 m³/s, la submersion des dépressions afin de protéger la ville de Delhi même lors de la crue centennale.

R.3 : INFLUENCE DES DEBITS DE CRUE DANS LE LIT D'UN COURS D'EAU SUR LA NAPPE PHREATIQUE DANS LE TERRITOIRE ADJACENT, par Pavel DVORAK (Tchécoslovaquie).

L'exposé porte sur la problématique d'actualité de l'influence des débits de crue dans le lit aménagé d'un cours d'eau et sur la nappe phréatique dans le territoire adjacent, objet d'une culture agricole intensive. Dans l'optique du niveau optimal de la nappe aquifère à des fins agricoles, l'influence indiquée, peut soit être de caractère positif, en concourant à atteindre le niveau optimal de la nappe d'eau souterraine, soit avoir des conséquences négatives. Dans ce dernier cas, on assiste à un moullage du sol, et en cas d'état de crue fréquent, force est de constituer des systèmes de drainage dans le terrain affecté.

Une solution hydraulique approximative du problème mentionné est élaborée pour les conditions de caractère non stationnaire et transitoire d'écoulement d'eau dans un milieu poreux perméable, adjacent au lit d'un cours d'eau. Cette solution suppose que la capacité du cours d'eau aménagé et les digues de protection éventuelles protègent suffisamment le terrain attenant contre une inondation superficielle due au débit de crue. L'analyse hydraulique est effectuée en fonction des sens dominants d'écoulement de l'eau, déterminés selon le caractère de la couche imperméable. On se penche également sur le cas où, pendant le débit de crue, on assiste à une élévation de la nappe phréatique sous l'effet conjugué de l'infiltration des précipitations atmosphériques.

Le rapport présente des équations finales simples permettant le calcul pratique de l'effet des débits de crue sur la nappe souterraine aquifère dans les territoires contigus et des équations servant au calcul de l'élévation de la nappe phréatique. On met en relief la nécessité d'une exécution et d'une évaluation de qualité de l'enquête détaillée préalable de caractère hydrogéologique, hydro-pédologique et hydrologique. En conclusion, le rapport décrit brièvement une vérification expérimentale en cours des calculs hydrauliques décrits sur un secteur long de 100 km dans le cours moyen du fleuve (Elbe).

R.4 : MESURES STRUCTURALES DE MAITRISE DE CRUES EN TCHECOSLOVAQUIE EN RAPPORT AVEC L'UTILISATION AGRICOLE DES TERRES DANS UNE ZONE INONDABLE, par P. DVORAK, M. JERMAR, M. SOMMER, J. VETRUBA, et K. ZMESKAL (Tchécoslovaquie).

Dans les zones d'inondation des cours d'eau on trouve les zones agricoles les plus importantes et les sols fertiles du pays. Aussi, les mesures techniques prises contre les crues ont une importance particulière en République Socialiste Tchécoslovaque et elles sont prises dans le cadre du Plan d'aménagement des Eaux. Le rapport indique les données fondamentales permettant de déterminer le débit prévu, le degré de protection des superficies agricoles et le délai exigé pour le drainage du territoire d'inondation, en fonction de la sensibilité des cultures, des exigences d'accès aux terrains afin de tenir compte de la mécanisation des travaux agricoles.

Dans les terrains susceptibles d'être inondés, le drainage souterrain systématique est pratiqué.

Pour le drainage des sols agricoles peu perméables dans les terrains inondables, on fait appel à un drainage à deux étages. Une expérience intéressante a été acquise dans ce domaine avec le drainage de régulation qui permet à l'époque du manque d'humidité d'effectuer une irrigation souterraine.

R.5 : *APPLICATION DES INVESTIGATIONS DU MO-
DELE MATHEMATIQUE POUR LES PROGRAM-
MES DE MAITRISE DES CRUES*, par K. LEHCER,
K. LUDWIG et R. MULI (R.F.A.).

Les mesures pour contrôler des inondations se basent en général sur une analyse hydrologique dans tout le bassin fluvial et sur des recherches hydrauliques locales pour connaître la distribution des niveaux et des vitesses de l'eau.

La conception d'un modèle numérique est présentée dans ces deux buts. L'objectif du modèle hydrologique est de calculer le débit en fonction du temps dans une section droite quelconque du système. Le débit est le paramètre le plus important pour le modèle hydraulique.

Des exemples sont donnés pour indiquer l'influence de l'utilisation de l'espace, de réservoirs, de déviations et de divers aménagements sur le débit et sur les niveaux de l'eau.

R.6 : *PRATIQUE D'AMENAGEMENT DE LA PLAINE
DES CRUES ET RECHERCHE DANS LES GAL-
LES DU SUD* (Australie), par David K. ROBINSON,
Roger J. HIGGINS et David T. HOWELL (Australie).

Cette communication prend en considération les pratiques récentes en vigueur concernant l'aménagement des plaines inondées en Nouvelles Galles du Sud, Australie; elle attire l'attention sur les incertitudes et les décisions arbitraires qui ont été prises; elle décrit les recherches qui ont pour but de réduire à la fois le degré d'incertitude et d'arbitraire.

Etant donné ce que l'on connaît jusqu'à présent du problème, et étant donné le laps de temps nécessaire pour que les conclusions atteintes dans la recherche soient mises en pratique, les méthodes utilisées en Nouvelles Galles du Sud sont raisonnablement efficaces. Elles résolvent à la fois le problème des dégâts causés par les crues et celui de la nécessité d'utiliser au mieux les fonds publics. On a aussi conclu à la nécessité d'améliorer les méthodes actuelles d'analyse et de prise de décision, ce qui nécessite une recherche programmée.

Les auteurs décrivent quelques uns des travaux récents et en cours entrepris par le Département des Travaux Publics sur les fleuves côtiers, et par la Conservation des Eaux et de l'Irrigation sur les rivières de l'intérieur. En ce qui concerne les travaux sur les fleuves côtiers, on met moins l'accent sur l'utilisation de structures telles les digues, que sur l'utilisation rationnelle des terrains concernés. Le problème majeur, dans le cas des rivières de l'intérieur, est la création de canaux d'écoulement et l'emplacement exact des digues de protection des terres irriguées. On a vivement encouragé la participation publique. Pour les rivières intérieures, le problème est aggravé par leur géomorphologie inhabituelle aux endroits où, en coupe transversale, le lit de la rivière diminue en aval.

Etant donné la difficulté de déterminer la meilleure stratégie à adopter et l'absence d'information complémentaire qui rend la décision arbitraire, les autorités concernées au niveau de l'Etat et au niveau fédéral ont mis en oeuvre un programme de recherche concernant l'aménagement des plaines inondées et les auteurs se proposent de présenter et d'évaluer les différents aspects de ce programme.

R.7 : *EXPLOITATION SANS OUVRAGE D'ART DES
PLAINES D'INONDATION*, par KENNETH, R.
WRIGHT, WILLIAM, C. TAGGART et RUTH M. WRIGHT
(Etats-Unis).

La politique américaine du contrôle des inondations, sans ouvrages d'art, est reconnue être sûre et efficace en ce qui concerne le contrôle, et éventuellement la réduction des dégâts annuels causés par les inondations à l'échelle nationale. Depuis 1966, quatre présidents ont soutenu et mis en oeuvre une telle politique de contrôle.

Les nombreux et différents aspects de l'exploitation des plaines d'inondation ont été mis à l'épreuve et jugés conformes à la constitution. Néanmoins, une mesure donnée peut se révéler être trop limitative et il devrait alors être possible de l'abroger.

Les études retrospectives de plusieurs inondations ont démontré que l'exploitation sans ouvrages d'art des plaines d'inondation est une approche acceptable.

R.8 : *UNE APPROCHE RATIONNELLE A LA PLANI-
FICATION DE L'UTILISATION DES TERRES
DANS LES PLAINES DE CRUES*, par A. F.
ABERDRIN, J.V. SUTCLIFFE et M.L. YATES (Grande-
Bretagne).

L'exploitation des plaines inondables s'est faite, à travers les siècles, grâce à la persévérance des communautés riveraines des cours d'eau. Actuellement les techniques d'analyse modernes permettent d'estimer plus précisément les risques d'inondation.

Ce rapport retrace l'historique du développement des plaines inondables en Angleterre; la situation actuelle y est aussi exposée et des propositions concernant la planification et le contrôle du développement des plaines inondables y sont avancées.

R.9 : *EVALUATION DES RISQUES D'INONDATION
DES TERRES AGRICOLES SITUÉES A L'AVANT
D'UN BARRAGE DE REGULARISATION*, par
Dr. B. DJUNIVSKI, (Bulgarie).

L'auteur propose une méthodologie pour le choix des cultures les plus propices à l'égard des terres situées à l'aval d'un barrage, qui est basée sur la probabilité d'inondation des diverses zones riveraines, compte tenu non seulement de la probabilité des crues, mais aussi de la probabilité des niveaux d'eau dans le réservoir.

R.10 : CALCUL DE CONSTRUCTION DES LEVEES DE PROTECTION COMPTE TENU DE LEUR SURETE, par Pr. Ts. E. MIRTSKHOULAVA et T. Sh. NAFETVARIDZE (URSS).

De nombreux exemples où des levées de protection étaient endommagées par l'écoulement de la rivière ont été décrites à niveau mondial.

Les auteurs proposent une méthode de prévision de sûreté de fonctionnement des levées par le calcul de la probabilité de performance sans panne de levée durant une période définie.

R.11 : AMENAGEMENT DE LIAISON DE LA RIVIERE KERN, par George E. RIBBLE (Etats Unis)

La rivière Kern, en Californie, présente des quantités extrêmement variables d'écoulements provenant de la fonte des neiges. Les débits de ses crues sont partiellement régularisés sauf durant les années humides lorsque les terres agricoles très fertiles sont inondées, parfois plusieurs années de suite. La construction de California Aqueduct, qui représente l'aménagement d'adduction d'eau, entre bassins hydrographiques le plus important du Bureau des Projets hydrauliques de l'Etat (State Water Project), a fourni un moyen de faire bon usage de ces débits autrement si nuisibles.

La situation géographique de la rivière Kern et du California Aqueduct se prêtait parfaitement pour la réalisation d'un reliage de ces deux cours d'eau. Une analyse économique et technique indiquait que le projet était réalisable. Un simple ouvrage qui consistait en un canal de prise revêtu de béton et pourvu d'une vanne d'accès à l'aqueduc, a été achevé en 1977. Moins d'un an plus tard, au moment d'une forte crue causée par la fonte des neiges, l'aménagement fut mis en marche et son fonctionnement fut couronné de succès.

R.12 : PLANIFICATION POUR L'ATTENUATION DES CRUES DANS LE CADRE DES RESTRICTIONS IMPOSEES SUR LA SOCIETE MODERNE D'UN PAYS TRES DEVELOPPE — UN CAS D'ETUDE par R.B. HARRIS et K.J. RIBBLE (Grande Bretagne).

La communication nous rapporte les solutions envisagées pour lutter contre l'inondation du bassin du Môle, affluent de la Tamise dans une zone très urbanisée. En ce qui concerne le bassin supérieur du Môle, des travaux d'amélioration du lit et de construction de réservoirs ont été recommandés. Au niveau du cours moyen, l'exploitation des terrains sera interdite et au niveau du bassin inférieur, des travaux sont en cours pour contenir le débit de la crue dans un grand canal rectangulaire. Ce canal se situant dans une zone d'habitat, des efforts ont été déployés pour donner au canal ouvert un aspect agréable. Avant le choix de cette solution, d'autres alternatives avaient été envisagées tout en tenant compte des propositions des habitants.

R.13 : APPROCHES DE LA MAITRISE DES CRUES — REGLEMENT SUR L'UTILISATION DES TERRES DANS LES PLAINES D'INONDATION ET PROJETS D'AVERTISSEMENT EN CAS DE CRUES EN ANGLETERRE ET AU PAYS DE GALLES, par E.C. PENNING-ROWSELL (Grande Bretagne)

L'auteur s'intéresse aux règles d'utilisation du sol dans les zones susceptibles d'être inondées. Afin de mieux renseigner les pouvoirs locaux qui délivrent les permis de construire, sur les zones susceptibles d'être inondées, les agences des bassins fluviaux préparent des cartes des lits majeurs et font des études régionales sur le problème des inondations. D'autre part, afin de décourager l'urbanisation des lits majeurs, le Gouvernement envisage d'obliger les promoteurs de contribuer aux frais de prévention des inondations.

Des systèmes d'avertissement en cas de crue se développent actuellement en Grande Bretagne, mais leur efficacité reste médiocre car les cours d'eau sont courts et rapides, ce qui ne permet pas un avertissement suffisamment précoce par rapport à l'inondation elle-même.

Par ailleurs, la coopération entre les agences du bassin et les services de secours, lors de l'annonce d'une inondation, doit être renforcée afin d'aboutir à une prévention efficace.

R.14 : RECENTES ETUDES SUR L'AMENAGEMENT DES LITS DE L'ISERE ET DU DRAC, EN AMONT ET EN AVAL DE GRENOBLE, par M. BLANIC (France).

Après des siècles de sédimentation par des matériaux d'érosion provenant de l'amont, les lits mineurs de l'Isère et du Drac se sont récemment abaissés par suite d'extractions nécessitées par les besoins d'une urbanisation rapide, d'où une augmentation de capacité d'écoulement, en amont de Grenoble, ayant imposé d'améliorer la protection de cette ville contre les grandes crues.

L'étude de la stabilisation du lit de l'Isère en amont a été faite à l'aide d'un modèle mathématique de dimensionnement sur 65 kilomètres de long, la structuration du lit du Drac par seuils sous-fluviaux est très avancée. L'équipement hydro-électrique de ces rivières sera une autre solution au problème.

R.15 : PROBLEMES QUE POSENT LA MAITRISE DES CRUES ET LA SEDIMENTATION DANS LES BARRAGES DE RETENUES, par Prof. Dr. HACHIRO KIRA (Japon).

Les problèmes que posent la sédimentation dans les barrages de retenues remontent aux époques anciennes, mais ne sont pas encore résolus; leur solution est actuellement une nécessité impérieuse surtout dans le domaine de la maîtrise des crues.

Le présent document, tout d'abord, souligne l'importance qu'on attache à la solution de tels problèmes, notamment pour les cas de barrages du Japon.

Il traite, en deuxième lieu, des problèmes se rapportant à l'évaluation du rendement de rétention des sédiments, du volume des sédiments et de la répartition de sédiments du point de vue de la lutte contre les crues. Pour ce qui est du rendement de rétention des sédiments et de leur volume, des formules empiriques y sont proposées en vue de leur application, lors du planning et de l'étude concernant les barrages de retenues du Japon. En ce qui concerne la répartition des sédiments, une méthode de prévision améliorée basée sur des formules empiriques y est également proposée; cette méthode qui, à l'origine, a été mise au point aux Etats-Unis, a été perfectionnée de sorte qu'elle soit valable pour les barrages du Japon.

Pour conclure, les méthodes et mesures mises en oeuvre afin d'éliminer les sédiments qui se forment et de mettre fin à l'exhaussement des dépôts de sédiments dans les barrages de retenues, y sont exposées.

R.16 : QUELQUES CARACTERISTIQUES DE LA PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS EN YOUGOSLAVIE DANS LE SENS DE L'EXPLOITATION REGIONALE DU SOL ET DES EAUX — Rapport national par Dr. Zerko Kes, Dr. Karlo Catur, Dr. Karlo Reznicek, Vladimir Petrovic et Branko Jelakovic (Yougoslavie).

En Yougoslavie, les types de systèmes de protection contre les inondations ne peuvent pas être généralisés, mais ils dépendent des caractéristiques locales climatiques, économiques, sociales et autres. Parmi les systèmes techniques, on applique le plus souvent les remblais, les accumulations (retenues) et certains canaux, et leur choix dépend essentiellement de l'importance que revêt la région afférente.

Vu la diversité des facteurs climatiques, orographiques et autres qui exercent une influence essentielle sur la formation de la totalité des caractéristiques de telle ou telle région, pour les besoins de ce rapport, on a partagé tout le territoire de Yougoslavie en quatre régions.

Ces derniers temps, de grands efforts ont été faits, et déjà, des résultats font leur apparition dans la pratique, pour la protection contre les inondations, par l'application de l'écoulement contrôlé, surtout pour les eaux de crues, dans des systèmes complexes. Par cette méthode, on contrôle non seulement les crues, mais aussi le régime des eaux, en général. Cette méthode est déjà en application sur le système Danube-Tisza-Danube grâce à la combinaison de retenues et de canaux. Dans le bassin de la rivière Morava, l'application de cette méthode est en cours grâce à la réalisation de retenues à buts multiples.

R.17 : HISTORIQUE DU DEVELOPPEMENT DES IRRIGATIONS DANS LA BASSE VALLEE ET LE DELTA DU FLEUVE SENEGAL-INCIDENCES ECONOMIQUES SYSTEMES ADOPTES, par Jacques Argouillon (Sénégal)

La Basse-Vallée et le Delta du Fleuve Sénégal ont fait, depuis 1960 environ, l'objet de tentatives importantes et suivies des Autorités de la République du Sénégal, en vue d'implanter un système d'irrigation susceptible d'apporter à ce pays des productions céréalières massives (notamment en riz paddy) pour assurer à long terme l'équilibre de sa balance nutritionnelle et commerciale.

L'auteur retrace les différentes étapes de l'aménagement : aménagements primaires = construction d'une digue périmétrale et recalibrage des chenaux naturels d'alimentation des cuvettes ; aménagements secondaires = stations de pompes et aménagements tertiaires = réseaux d'irrigation et de drainage distincts.

R.18 : REGULARISATION DES RIVIERES PAR ALIGNEMENT GEOMETRIQUE, par Brian R. Wiskey et John H. Brooks (Etats-Unis).

Le présent document démontre que, sur l'exemple du fleuve du Mississippi aux Etats-Unis, il est possible, grâce à un bon alignement géométrique du chenal, de régulariser une rivière afin d'obtenir des profondeurs utiles pour la navigation, ainsi que des profils plus faibles de crues, le tout avec un minimum d'entretien.

Partant de la période des raccourcissements en rivière effectués au cours des années 30, diverses techniques de stabilisation, d'entretien et d'alignement ont été essayées. Une analyse des biefs étudiés montre que les différentes techniques de construction, conception et entretien utilisées sur le bas-fleuve du Mississippi, ont occasionné des réactions fluviales très variées. Le rapport détaille les mètres cubes de matériaux dragués, la nature des problèmes d'entretien, la réponse de chaque bief en fonction des autres biefs du groupe étudié.

R.19 : NOUVEAU LIT DE LA RIVIERE TURIA A VALENCE, par M. Juan Sanchez Tello Marcadal (Espagne)

Le rapport analyse les diverses inondations qui ont eu lieu sur la ville de Valence et sa zone maraîchère très riche causée par la rivière Turia tout au long de l'histoire, ainsi que les efforts réalisés pour lutter contre de tels débordements.

Il rapporte également les actions menées pour remettre en fonctionnement les équipements endommagés par la crue et les études préliminaires, réalisées en avant-projets, qui ont déterminé trois solutions, à savoir : ménager le lit actuel de la rivière, appelée Solution Centre, et construire de nouveaux lits contournant Valence appelés Solution Nord et Solution Sud, ce qui nous indique leur situation par rapport à la ville. Une fois les 3 solutions étudiées ainsi que les aménagements nécessaires pour adapter les équipements de la ville à celles-ci, la Commission nommée à cet effet a choisi la Solution Sud, en estimant que c'était la solution qui avait le mieux résolu les problèmes posés à la ville de Valence.

R.20 : MAITRISE DES CRUES EN ESPAGNE PAR RAPPORT A L'AMENAGEMENT DES TERRES ET GESTION DE L'EAU, par Dr. Antonio Selgrade Dorado 15 Dr. Juan Saura Martinez (Espagne)

Les auteurs retracent tout d'abord la situation géographique de l'Espagne et soulignent l'importance et le grand nombre de réservoirs à usages multiples.

Dans le cadre de la législation, les attributions de l'Etat en ce qui concerne la protection contre les crues sont développées dans ce rapport. Puis deux aspects y sont traités :

— Les mesures structurales de la maîtrise des crues.

Où sont apportées des informations sur chacun des 10 bassins hydrographiques espagnols, sur l'organisation des mesures en cas d'inondations, sur l'action des Commissions de Déversement et sur les systèmes d'information de la population concernée, et où sont décrits les ouvrages espagnols les plus importants entrepris au cours des dernières années en matière de maîtrise des crues.

— Les mesures non-structurales sur les restrictions et la réglementation de l'usage des terres

Où est exposée la législation espagnole sur le contrôle des cours d'eau publics et des rives. Le rapport traite ensuite de la maîtrise des crues en rapport avec l'aménagement du territoire et du grand intérêt que présente l'utilisation des terres inondables en zone urbaine dans des buts écologiques récréatifs.

R.21 : LES DERIVATIONS D'EPANDAGE DE CRUES AU YEMEN ET LEUR MODERNISATION, par Jean MEGART et Etienne MORIN (France).

Les idées exposées dans ce rapport résultent d'études faites au Yemen, où l'épandage des crues a été pratiqué pendant des millénaires.

Les dérivations traditionnelles utilisent des digues construites avec des matériaux du lit. Elles sont détruites par les crues et nécessitent un travail d'entretien considérable. Toutefois, leur caractère fusible est essentiel pour l'élimination des matériaux.

Pour moderniser un aménagement avec des ouvrages, il faut donc concevoir des ouvrages différents, qui appliquent d'autres principes hydrauliques pour éliminer les matériaux. On sait que le dépôt dans les canaux de distribution a ruiné à court terme certains aménagements modernes.

Le rapport expose des réflexions sur des principes. Elles conduisent entre autres à accepter des pertes d'eau pour rejeter dans le lit les matériaux excédentaires. Les réseaux de distribution doivent en outre tenir compte de la nécessité d'entraîner les sédiments résiduels captés.

Les pertes d'eau contrôlées nécessaires à des ouvrages fixes, ne sont pas forcément inférieures aux pertes incontrôlées des ouvrages fusibles traditionnels. Dans les pays comme le Yemen où l'épandage traditionnel est intensif, la modernisation n'augmente donc pas forcément les volumes. Son avantage réside plutôt dans une meilleure utilisation de l'eau, mieux répartie et coordonnée avec l'exploitation de la nappe phréatique, et surtout dans l'allègement du travail d'entretien, allègement nécessaire pour maintenir sur place les populations.

R.22 : ESTIMATION D'UNE CRUE DECENNALE SUR UN PETIT BASSIN VERSANT NON JAUGE : LA METHODE SOCOSE, par C. MICHEL et J.C. MAILHOT (France).

Une méthode d'estimation de la crue décennale (débit et durée) sur un bassin versant rural non jaugé, de quelques km² à quelques centaines de km², a été réglée sur le territoire français à l'aide des données d'environ 200 bassins jaugés.

R.23 : CONCEPTION, DIMENSIONNEMENT ET GESTION DE BARRAGES A BUTS MULTIPLES - BARRAGES POUR L'IRRIGATION ET DE CONTROLE DE CRUES EN FRANCE, par A. LOBERT (France).

Bien que l'expérience en matière de barrages à buts multiples (contrôle de crue et irrigation ou soutien d'étiage, dans le cas présent) réalisés en France, soit relativement récente, on peut déjà en tirer quelques règles générales concernant la conception et la gestion de ce type d'ouvrages.

Pour le contrôle des crues, on traite du choix et de la surface du bassin à contrôler et de la conception de barrage à plusieurs pertuis ouverts, placés à différentes cotes. Ceci permet le contrôle de crues sur une gamme assez large de périodes de retour. La fonction de stockage y est ensuite ajoutée notamment par un tranche mixte qui contrôle les crues en période de hautes eaux et qu'on laisse ensuite progressivement se remplir à mesure que les risques de crue diminuent. Différentes règles et méthodes de dimensionnement et gestion sont données dans ce rapport ainsi que deux exemples, le premier en climat océanique, le second en climat méditerranéen humide, ainsi que des indices de dimensionnement et d'efficacité, la comparabilité avec d'autres fonctions (énergie, loisirs) est brièvement passée en revue.

R.24 : L'EMPLOI DES RESERVOIRS POUR CONTROLES LES CRUES DU FLEUVE GUADALQUIVIR, par Dr. Mariano PALANCA PENELLA, Dr. JUAN SAURA-MARTINEZ et Dr. Antonio SILGADE DORADO (Espagne).

Après avoir décrit les caractéristiques hydrologiques générales du fleuve Guadalquivir, le rapport énumère les critères d'opération dans les réservoirs pour lutter contre les crues, relativement fréquentes pour ce fleuve.

On distingue, dans l'absorption de crues par un réservoir, deux situations : l'une, d'alerte, préalable à la présentation de la crue probable, et l'autre, que nous appellerons d'absorption de la crue en question.

La première situation, celle d'alerte, se traduit par la détermination de revanches (différence entre la capacité maximum d'un réservoir et le volume de retenue maximum admis).

Pour la deuxième phase, celle d'absorption, les réalisations effectuées sont matérialisées par l'obtention d'une série de tables, facilement manipulées par l'ouvrier de la surveillance du réservoir, dans lesquelles sont recueillies une série d'instructions d'ouverture ou de fermeture des vannes, en fonction, respectivement, de la montée ou descente de niveau du réservoir. Ces manoeuvres ont pour but de faire varier à tout moment le débit de sortie, en augmentant ou en diminuant celui-ci.

Suite à l'observation de l'absorption de la crue des mois de janvier et février 1979, advenue en raison de pluies intenses, générales pour tout le bassin du fleuve Guadalquivir, les auteurs concluent sur l'intérêt de l'utilisation des réservoirs de régulation dans le bassin.

R.25 : *FIABILITE DE METHODOLOGIE POUR LA PREVISION DES CRUES*, par Daryl B. SIMONS, Ruh-Ming Li et Glenn O. Browns (Etats-Unis).

Ce document a pour but d'examiner la fréquence et l'importance des erreurs associées à trois modèles, en appliquant chaque méthode à deux cas étudiés. Le premier modèle n'est qu'une relation statistique écoulement-niveau, généralement appelé courbe des débits jaugés. Le second modèle comprend simplement une courbe de remous qui tient compte de l'évolution physique des débits en milieu étendu, telle que les dimensions et la réalisation d'un chenal, mais ne peut pas servir pour prévoir les évolutions qui se produisent dans un réservoir hydraulique, dues aux mouvements des sédiments. Le troisième modèle est un modèle dont le cheminement des débits solides est connu; il peut donc servir pour prévoir les changements que subira un réseau fluvial et il en est tenu compte pour prédire les niveaux futurs. L'effet qu'aurait l'utilisation des terres sur le niveau des crues peut être prévu en employant ce genre de modèle.

Les deux cas étudiés et choisis pour tester ces modèles ont été pris sur la rivière Yazoo, dans l'état du Mississippi, aux Etats-Unis.

R.26 : *LE TORRENT « INDIAN BEND WASCH » EXEMPLIFIE L'INTEGRATION D'AMENAGEMENTS RECREATIFS DANS UN PROGRAMME DE MAITRISE DES CRUES ET L'EMPLOI DU CHAMP D'INONDATION*, par LEO ERIC P.E. et James Y. UEDA A.S.L.A. (Etats-Unis).

L'aménagement du torrent « Indian Bend Wasch » traverse le centre de la ville de Scottsdale, dans l'Etat de l'Arizona, (Etats-Unis), sur une longueur de 11 km (7 miles). Son bassin hydrographique semi-aride comprend 150 km² (60 milles²) de zone d'urbanisation, capable de produire des écoulements de 350 m³/s (30.000 pieds³/s) provenant d'une crue centenaire.

Pour lutter contre ses inondations répétées, on fit appel au corps des ingénieurs lequel a réajusté, au cours des années 60, une étude du problème. En 1965, un projet d'aménagement comprenant la construction d'un canal trapézoïdal revêtu en béton obtint l'autorisation d'être construit. Toutefois la population locale était réticente au projet car il risquait de couper la ville en deux.

Lors des séances publiques, l'idée de créer un écran vert, intégrant un aménagement récréatif dans les périmètres du torrent fut adoptée et a donné lieu au développement d'une zone linéaire privée et d'un aménagement récréatif public.

L'intégration d'aménagements récréatifs dans un programme de maîtrise des crues et d'utilisation de zone inondable est financée par le Gouvernement Fédéral.

R.27 : *ANALYSE D'UN AMENAGEMENT COMPLIQUE POUR LA MAITRISE DES CRUES*, par Ruh-Ming Li et Darvi B. SIMONS (Etats-Unis).

Ce document fournit une vue d'ensemble d'une analyse des conditions hydrauliques et de la sédimentation de l'aménagement pour la maîtrise des crues du bassin de la rivière Yazoo, dans l'état du Mississippi aux Etats-Unis.

R.28 : *LA PROTECTION DE LA PLAINE DU LOUKKOS*, par G. GARNIER et A. CHIGUER (Maroc).

La présente communication se propose d'exposer le cas de la plaine du Loukkos, secteur moderne d'une superficie de 14.000 ha environ qui fait partie d'un des neuf grands ensembles irrigués du Maroc (grands périmètres gérés par les Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole). Ce secteur est situé dans la zone d'action de l'ORMVA du Loukkos qui assure l'équipement, l'exploitation et la mise en valeur d'une surface irriguée de 40.500 ha et l'aménagement en sec de 45.000 ha.

Après avoir situé la plaine du Loukkos dans son contexte physique et humain, ce rapport décrit les différents schémas possibles de protection qui furent étudiés (méthodologie et coût); l'étude d'ensemble a été menée par approximations successives. Pour chaque ouvrage de retenue possible, le coût est défini en fonction de sa hauteur et, les caractéristiques nécessaires pour différentes valeurs des besoins en eau d'irrigation et pour différents degrés de contrôle des crues sont également définis.

Le rapport détaille le schéma de protection contre les crues qui s'est révélé le plus économique dans l'optique d'un aménagement de la plaine réalisé à cadence rapide et s'intégrant le mieux avec le schéma de mise en valeur le plus intéressant du point de vue socio-économique.

Le schéma d'équipement hydro-agricole de la plaine ainsi que les schémas d'assainissement et de drainage sont exposés pour conclure sur la mise en valeur projetée en régime de croisière qui sera orientée vers la production sucrière avec la culture de la canne à sucre comme principale spéculation.

R.29 : *L'AMENAGEMENT DES ZONES INONDABLES EN FRANCE. EVOLUTION DES METHODES D'APPROCHES ECONOMIQUES*, par Paul MAISTRE (France).

L'impact des inondations en France est relativement important. On dénombre approximativement 2 millions d'hectares submersibles, 1 million d'habitants concernés, 1 milliard de francs (250 millions de dollars) de dommages moyens annuels directs, 300 millions de francs (75 millions de dollars) d'effort annuel en moyens de prévention ou de réparation. Ces chiffres justifient de disposer d'un outil efficace dans les domaines du choix et de l'appréciation des actions à entreprendre.

Au cours des vingt dernières années, cet outil s'est considérablement affiné. Avec des méthodes empiriques, portant essentiellement sur des moyens défensifs et structurels contre les inondations, on a acquis progressivement la maîtrise d'une stratégie globale portant sur des actions diversifiées adaptées à la mise en valeur d'une zone inondable.

On analyse dans ce rapport l'évolution et les principes essentiels des méthodes d'évaluation économique.

R.30 : *LES CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES DES CONFLUENCES DE RIVIERES*, par Prof. Dr. Mostafa M. SOLIMAN (Egypte)

Un certain dispositif de contrôle des crues est exigé pour abaisser le coût des dommages causés aux confluents des rivières.

Une des caractéristiques de la jonction des rivières, est l'angle de confluence.

Une étude utilisant un programme ordinateur est faite dans ce rapport pour découvrir les relations entre la rubrique dommages causés et l'angle de confluence des rivières.

R.31 : DRAINAGE D'UNE PLAINE COTIERE A JAVA, par C. Storsbergen et M.G. Bos (Pays-Bas).

Les régions littorales de la côte septentrionale de Java sont fréquemment inondées en raison des conditions topographiques, d'une sédimentation incontrôlée causée par une érosion importante à l'amont des bassins versants, et d'un manque d'entretien du système de drainage.

Des plans d'ensemble des schémas de drainage côtier ont été élaborés. Les facteurs économiques jouent un rôle important dans les possibilités de drainage parce que les exigences de drainage sont déterminées par la comparaison des coûts du système de drainage avec les bénéfices résultants de la prévention d'une diminution des récoltes.

Comme critère de base, il a été retenu qu'une fois toutes les cinq années, les récoltes seront diminuées à la suite des niveaux d'eau trop élevés.

R. 32 : ASPECTS HYDROLOGIQUES DE L'IRRIGATION DE WADI EN ARABIE, par P-PA, VAN MEEL et C. STORSBERGEN (Pays-Bas).

A la base des systèmes existants de l'irrigation à partir des Oueds dans la région côtière du Yemen du Nord, se situe le principe que toutes les eaux de crues sont dérivées dans un système de canaux par un déflecteur simple construit à l'aide des moellons et de morts-bois. Un tel déflecteur est facilement endommagé et demande beaucoup d'entretien et de réfection. Une étude approfondie des aspects hydrologiques de la région a montré que les crues sont causées par des tempêtes orographiques d'une forte intensité et d'une courte durée.

Il a été découvert que 89 pour cent du débit total annuel pendant une année moyenne se situe au-dessus de 15 m³/s dans la gamme hydrographique. Cette assertion constitue la base d'une nouvelle approche du problème. Par conséquent, le projet comportera

un ouvrage de diversion avec une capacité maximale de 15 m³/s aboutissant à une diminution des dimensions des canaux, des barrages régulateurs et chutes verticales à l'égard du système existant.

De cette façon, l'irrigation devient plus sûre et efficace.

R.33 : PLANIFICATION DE MAITRISE DES CRUES ET UTILISATION DE TERRES PAR RAPPORT A LA GESTION DE L'EAU DANS LE BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU BAS KAFUE EN ZAMBIE, par P. MINDERHOOD (Pays-Bas).

Les ressources en eau du fleuve Kafue ont pu être développées par la création de deux réservoirs de stockage combinés avec une centrale hydro-électrique. Cependant, pendant les dernières années la demande croissante en eau pour l'agriculture a eu pour conséquence une forte compétition dans l'utilisation de ces ressources.

Des terrains appropriés au développement de l'irrigation sont situés dans la plaine d'inondation et dans les zones adjacentes. Mais le problème de la quantité d'eau disponible pour l'irrigation est posé surtout pendant les périodes de sécheresse.

Un modèle mathématique est proposé dans cette communication, dans lequel les niveaux et les flux des eaux d'un réseau de noeuds peuvent être re-produits.

Après l'étalonnage de ce modèle, des règles sont établies pour la gestion des eaux dans les conditions actuelles et pour la prévision des conséquences d'un développement nouveau de l'irrigation lié à la disponibilité en eaux.

R.34 : UNE NOUVELLE APPROCHE DES MOYENS DE PROTECTION CONTRE LES NUISANCES AUX INONDATIONS, par Paul M. SIMÉON (France).

Constatant au regard de la montée croissante des dommages causés par les inondations en France, l'insuffisance d'efficacité des ouvrages de protection contre les eaux, un groupe de travail interministériel a élaboré, après 18 mois de travail, un programme d'actions « non structurelles » venant compléter sinon suppléer les mesures de défense prises jusqu'ici contre les crues; c'est l'exposé du pourquoi et du comment de cette nouvelle politique que présente ce rapport.

La protection de la plaine du Loukkos *

par

GARNIER

Direction de l'Hydraulique

A. CHIGUER

ingénieur à l'ORMVAL

RESUME

La présente communication se propose d'exposer le cas de la plaine du Loukkos, secteur moderne d'une superficie de 14.000 ha environ qui fait partie d'un des 9 grands ensembles irrigués du Maroc (grands périmètres gérés par les Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole). Ce secteur est situé dans la zone d'action de l'O.R.M.V.A. du Loukkos qui assure l'équipement, l'exploitation et la mise en valeur d'une surface irriguée de 40.500 ha et l'aménagement en sec de 45.000 ha.

Après avoir situé la plaine du Loukkos dans son contexte physique et humain, ce rapport décrit les différents schémas possibles de protection qui furent étudiés (méthodologie et coût) : l'étude d'ensemble a été menée par approximations successives. Pour chaque ouvrage de retenue possible, le coût est défini en fonction de sa hauteur et les caractéristiques nécessaires pour différentes valeurs des besoins en eau d'irrigation et pour différents degrés de contrôle des crues sont également définis.

Le rapport détaille le schéma de protection contre les crues qui s'est révélé le plus économique dans l'optique d'un aménagement de la plaine réalisé à cadence rapide et s'intégrant le mieux avec le schéma de mise en valeur le plus intéressant du point de vue socio-économique.

Le schéma d'équipement hydro-agricole de la plaine ainsi que les schémas d'assainissement et de drainage sont ensuite exposés pour conclure

sur la mise en valeur projetée en régime de croisière qui sera orientée vers la production sucrière avec la culture de la canne à sucre comme principale spéculation.

SUMMARY

This paper intends to present the case of the Loukkos plain, covering some 14.000 hectares, one of the 9 great irrigated agricultural projects of Morocco. It is situated within the district of operation of the O.R.M.V.A.L. dealing with the equipment and extension on an area of 40.500 irrigated hectares and 45.000 hectares of rainfed agriculture.

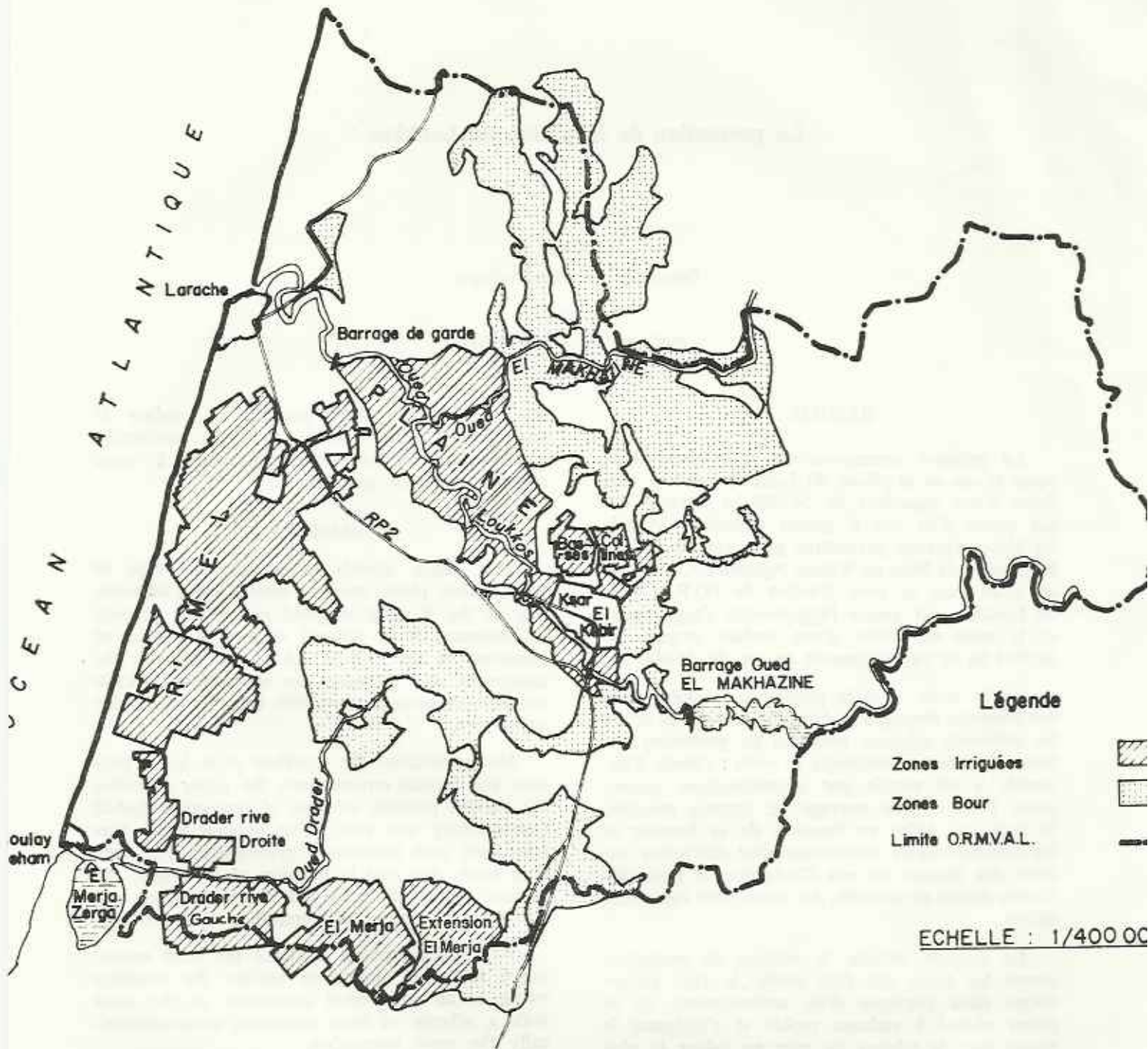
Having situated the Loukkos plain in its physical and human environment, the paper describes the various possible schemes of protection studied (methodology and cost). The general study was conducted with successive approximates. For each dam work, the cost is function of its height, the various values of needs of irrigated water and the various degrees of controlling the swellings.

This paper explains in detail the most economical scheme of protection against the swellings owing to an accelerated equipment of the plain with a scheme of farm operation socio-economically the most interesting.

After a description of the hydro-agricultural scheme of equipment of the plain, including the

* Rapport 28 de la question 37.

SCHEMA D'AMENAGEMENT DU PERIMETRE DU LOUKKOS



draining scheme, the paper ends with the planning of agricultural production at cruising speed which is especially dealing with the production of sugar cane.

1. INTRODUCTION

La protection de la plaine du Loukkos contre les inondations entre dans le cadre de l'aménagement hydro-agricole du périmètre du Loukkos d'une superficie de 2.560 km², situé au Nord-Ouest du Maroc entre les régions du Tangérois et du Gharb.

Les objectifs principaux du développement du périmètre sont constitués par l'irrigation et la mise en valeur d'une superficie nette de 40.500 ha ainsi que par l'aménagement en sec d'une zone de collines s'étendant sur 45.000 ha.

Secteurs irrigués (ha)		Secteurs «Bour» (ha)	
Drader Rive Droite	1.614	Bled Bou Agba	2.400
R'Mel	14.065		
Plaine du Loukkos	12.073		
Basses Collines	1.946	Restant	42.600
Thé	867		
Loukkos Sud (El Merja, Drader R.G.)	9.910		

La plaine du Loukkos nous intéresse plus particulièrement dans ce rapport puisqu'elle nécessite, en plus de son équipement pour l'irrigation, des endiguements de protection contre les crues de l'Oued Loukkos et de ses affluents ainsi que la mise en place d'un réseau d'assainissement. Ce secteur représente à lui seul 19 pour cent de la superficie totale aménagée et 29 pour cent de la superficie irriguée du périmètre du Loukkos.

2. PRESENTATION DE LA PLAINE DU LOUKKOS

2.1. Milieu physique

2.1.1. Situation - Topographie - Géomorphologie

La plaine du Loukkos est orientée approximativement du S.E. au N.W. entre les villes de Ksar El Kébir et Larache, à une distance de 10 à 35 kms de l'océan atlantique.

Elle est environnée d'une zone de collines s'élevant en montagnes plus à l'Est et comprenant des marnes, des marnes calcaires, des grès numidiens...

A certains endroits de la plaine ainsi que sur ses bordures, on rencontre des terrasses à galets et limons.

Le principal oued qui baigne cette plaine est le Loukkos qui prend sa source à 1.300 m d'altitude et descend en méandres sur 180 kms.

Le barrage Oued El Makhazine, pièce maîtresse de l'équipement du périmètre, a été construit sur l'oued Loukkos, à l'amont de la ville de Ksar El Kébir. A l'aval de ce barrage et dans la plaine du Loukkos, l'oued Loukkos reçoit l'oued Makhazine et l'oued Ouarour, ce dernier se perdant dans une région marécageuse sur la rive droite du Loukkos. Sur la rive gauche, il reçoit les oueds Bouchouk, Jennanat et El Adir. Aussi, la plaine est de nature alluviale avec les berges de ses oueds en bourrelets.

Une région ayant une telle topographie présente souvent des courants d'eau souterrains des environs plus élevés vers le fond de la vallée. A priori, ceci peut gêner considérablement l'établissement de l'irrigation; cependant, le contrôle de l'eau en surplus dans la plaine consistera à drainer efficacement le surplus d'eau en surface sans la complication supplémentaire d'une pression exercée par un courant souterrain provenant des alentours.

2.1.2. Climat, ressources en eau, hydrologie de surface.

- *Climat* : il est du type méditerranéen avec les pluies (moyenne sur 21 ans : 616 mm/an) concentrées durant les mois d'octobre à mars.

La température moyenne mensuelle varie de 10°8 C en janvier à 25°9C en août. La plaine du Loukkos n'a que de très rares et faibles gelées (moyenne des minima absolus : 0°4 C en janvier).

Le vent souffle principalement du S.W.; ce pendant, en été, le chergui (vent chaud et sec) peut souffler de 3 à 12 jours.

- *Ressources en eau, hydrologie de surface* : en ce qui concerne les 3 principaux oueds de la plaine à savoir le Loukkos (bassin versant : 2.116 km²), le Makhazine (bassin versant : 630 km²) et le Ouarour (bassin versant : 162 km²), on a pu enregistrer sur la période de 1952-1970, les débits annuels moyens respectifs suivants : 33,23 m³/s, 8,17 m³/s et 1,72 m³/s.

Les rapports annuels des 3 oueds en 10⁶ m³ sur la période de 1952 à 1969 sont comme suit :

	<i>Loukkos</i>	<i>Makhazine</i>	<i>Ouarour</i>
Apports de fréquence 50 pour cent	776	218	36
<i>En année sèche</i>			
apport de fréquence 1/10	347	100	9,1
apport de fréquence 1/30	246	72	5
apport de fréquence 1/100	177	54	2,8
<i>En année humide</i>			
apports de fréquence 1/10	1734	476	144
apports de fréquence 1/30	2447	659	256
apports de fréquence 1/100	3374	889	448

Hydrogrammes des crues (voir Fig. 1 et 2)

Etant donné le régime très irrégulier du Loukkos et de ses affluents, une protection contre les inondations s'avère nécessaire.

2.1.3. *Les sols*

La plaine du Loukkos comporte des sols alluviaux argileux (Tirs) de type montmorillonite à divers degrés de perméabilité et des sols alluviaux jeunes (Dess) situés surtout le long des berges des oueds et dans les secteurs avoisinant la ville de Ksar El Kébir. A mesure que l'on s'éloigne des bords de l'oued Loukkos, on passe de terrains purs argileux et perméables à des terrains lourds et de perméabilité faible. En outre, en certains endroits (merja du Ouarour par exemple), on constate le développement de caractères hydromorphes. La présence de salinité n'est, heureusement, pas générale; seule une partie restreinte et basse à la limite nord de la zone considérée accuse une certaine salinité à partir de 1,5 m de profondeur.

La répartition de ces sols est variable dans la plaine: sur la rive gauche, les dess couvrent environ les 2/3 de la surface et les tirs 1/3; par contre, sur la rive droite, les dess n'occupent qu'une bande étroite le long des bourrelets de berges, les tirs recouvrant la majeure partie de la surface avec les tirs hydromorphes de la merja du Ouarour.

Les sols dess ne paraissent pas poser de problèmes à l'irrigation; cependant, des doutes considérables ont été émis quant à l'utilisation des tirs, notamment hydromorphes. Dans de pareils sols, un réseau efficace de drainage est une condition nécessaire pour leur exploitation intensive. Par ailleurs, pour contrebalancer le coût d'un tel drainage, il est indispensable de pratiquer des cultures de haute valeur ajoutée tel que la canne à sucre; or, l'analyse chimique des tirs du Loukkos est très similaire à celle des sols dolomitiques noirs, producteurs importants de canne à sucre.

Pour les sols hydromorphes, difficilement drainables, un assolement riz a été prévu.

2.2. *Milieu humain*

2.2.1. *Population*

L'évaluation de la population rurale du secteur plaine et basses collines du périmètre du Loukkos, telle qu'elle se présente en 1976, donne un chiffre très approximatif (enquête effectuée par commune, or il a fallu couper certaines communes) de 34.048 habitants. Ceux-ci sont répartis dans 5.398 foyers. Le nombre de personnes vivant dans un foyer varie entre 4 et 9 individus. La moyenne est de l'ordre de 6 personnes par ménage.

La population rurale est jeune car presque les 2/3 des individus ont moins de 25 ans.

La répartition de l'ensemble des ruraux du secteur envisagé selon 3 différentes strates d'âge, se présente comme suit:

- 24 pour cent des personnes ont moins de 7 ans,
- 44 pour cent des personnes ont entre 7 et 25 ans.
- 32 pour cent des personnes ont plus de 25 ans.

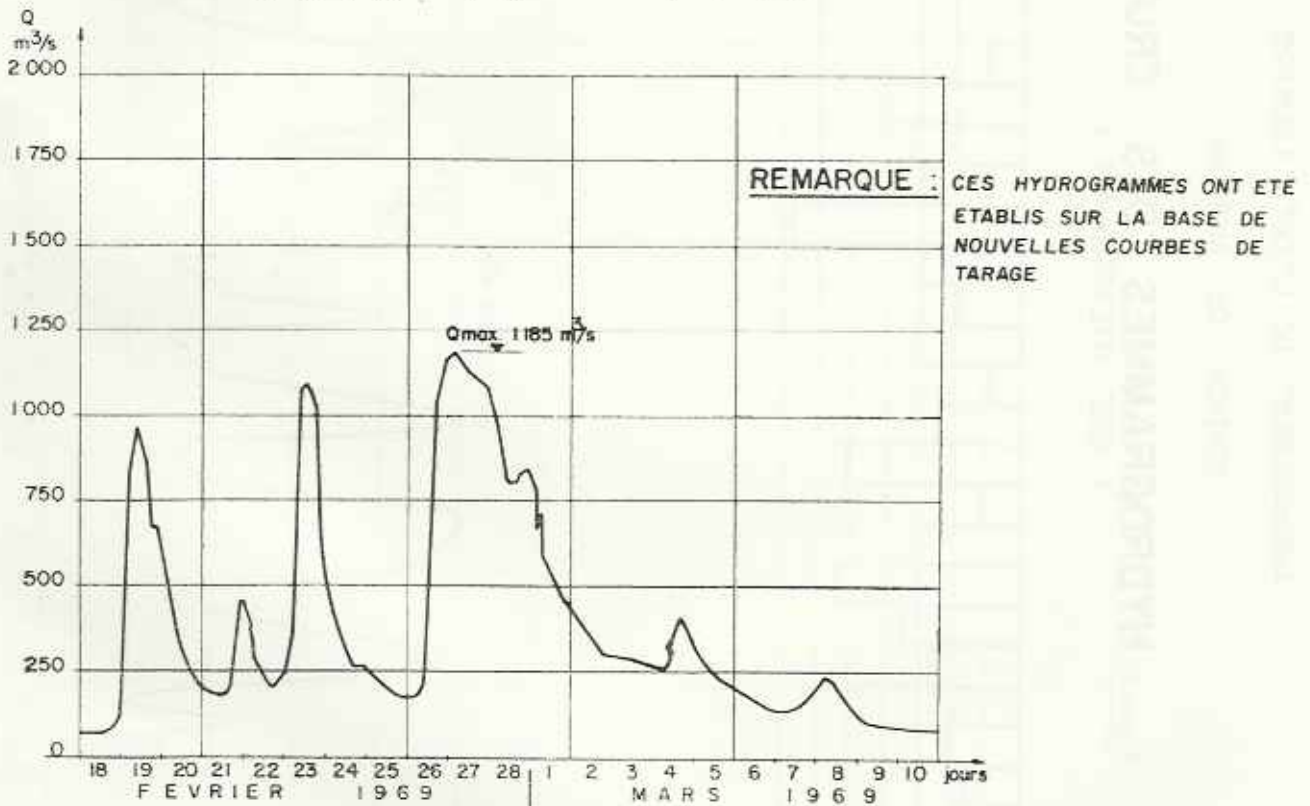
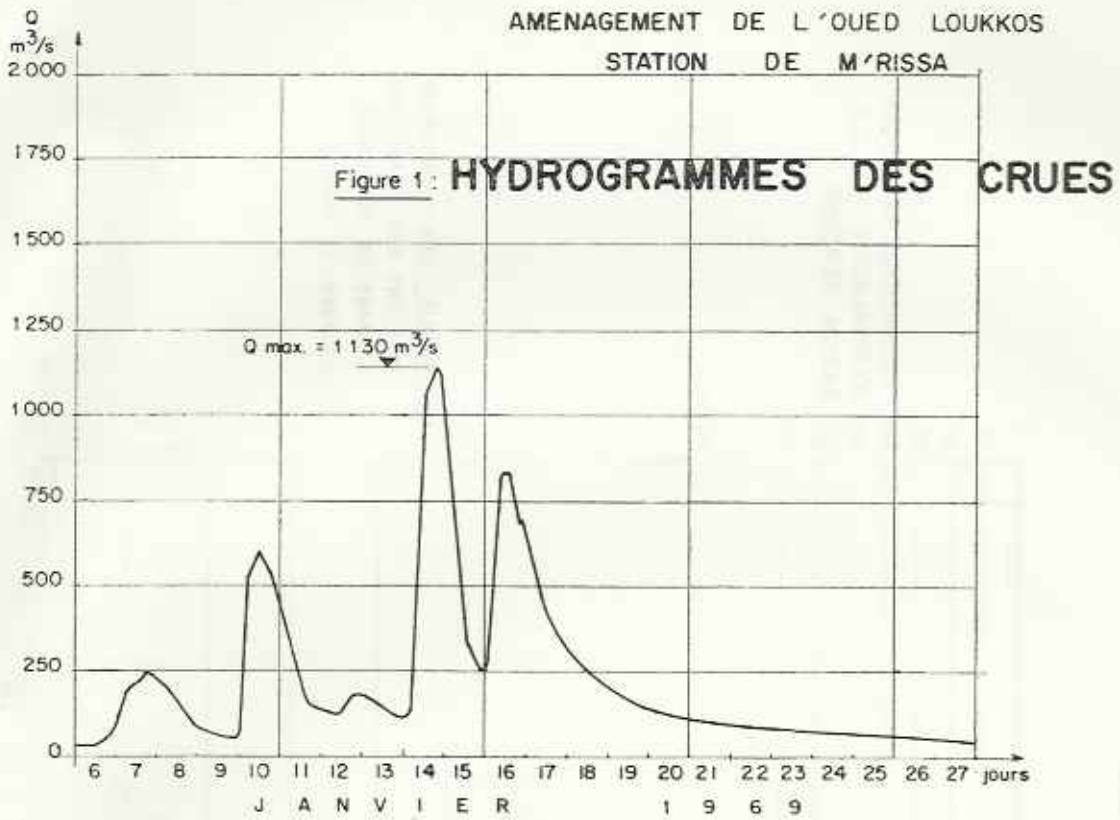
La zone rurale du secteur dispose de quelques 24.176 actifs (à savoir tout individu âgé de plus de 7 ans et ayant moins de 60 ans), ce qui fait approximativement en moyenne, 4,4 actifs par foyer rural.

Les 3 activités principales des ruraux de la zone qui nous intéresse sont l'agriculture, l'élevage et le salariat agricole.

Sur les 5.398 chefs de foyer recensés:

- 3.874, soit environ 71 pour cent, se consacrent essentiellement à l'agriculture,

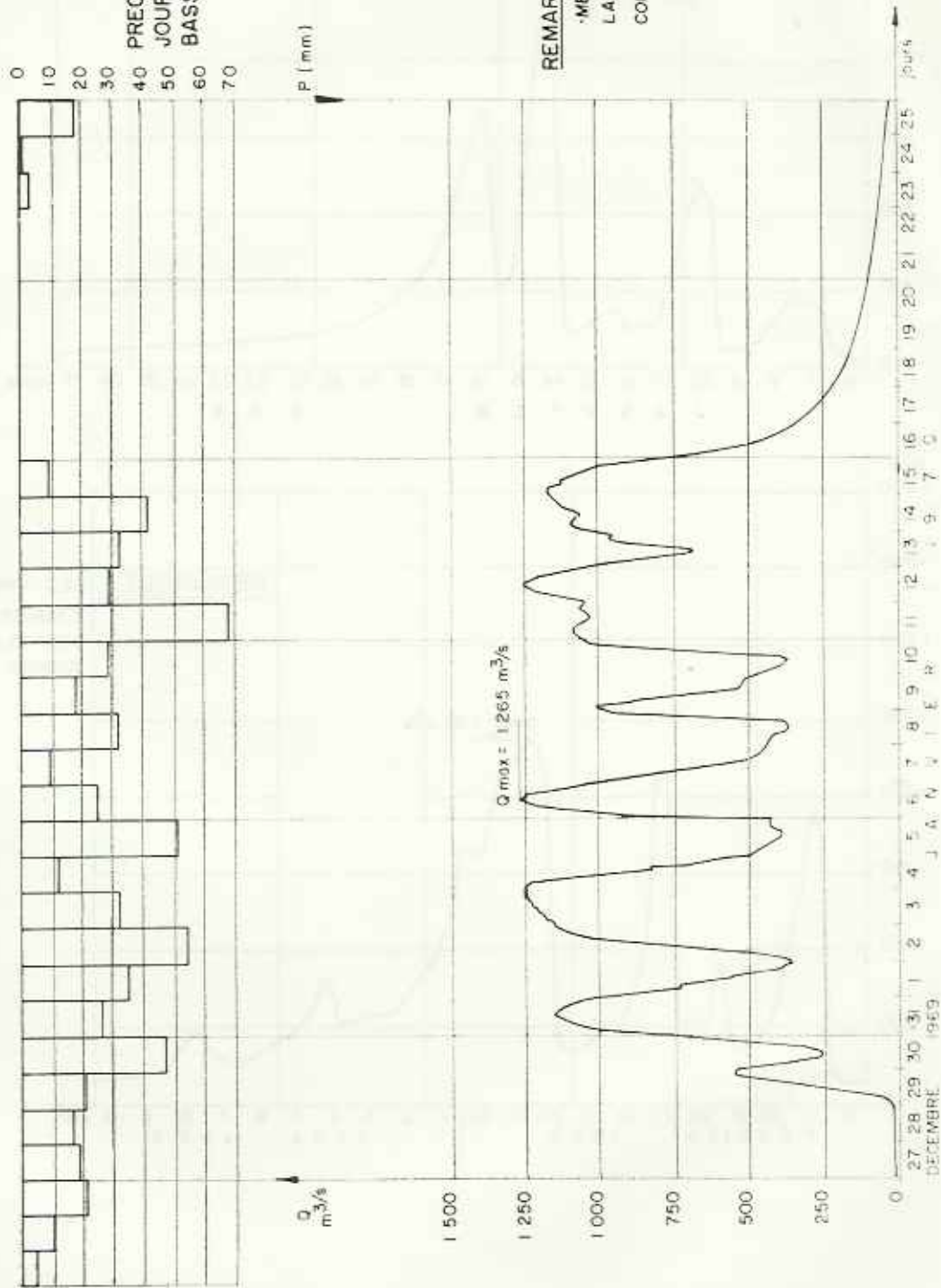
AMENAGEMENT DE L'OUED LOUKKOS
STATION DE M'RISSA



AMENAGEMENT DE L'OUED LOUKKOS

STATION DE M'RISSA

Figure 2: **HYDROGRAMMES DES CRUES**
(AVEC HYETOGRAMME)



REMARQUE : CES HYDROGRAM-
MES ONT ETE ETABLI SUR
LA BASE DE NOUVELLES
COURBES DE TARAGE

- 352, soit environ 7 pour cent, sont orientés, vers l'élevage,
- 1.172, soit environ 22 pour cent, sont en majorité des ouvriers agricoles.

La population urbaine vivant dans le secteur, à savoir celle de la ville de Ksar El Kébir et celle de Larache, a été estimée en 1976 à 110.000 habitants.

2.2.2. Structure foncière

La répartition des terres agricoles selon leur nature juridique est assez complexe. On dénombre en effet 4 cas différents à savoir : les terres melk (environ 68 pour cent), les terres domaniales (23 pour cent), les terres collectives (6 pour cent) et les terres habous (3 pour cent).

Le mode de faire valoir direct prédomine (85,8 pour cent) alors que le mode indirect ne représente que 14,2 pour cent.

La taille moyenne des exploitations est de l'ordre de 5,14 ha.

2.3. Exploitation actuelle de la plaine

Depuis déjà 1950, la plaine du Loukkos est exploitée et son développement est surtout stimulé par le Compagnie Agricole du Lukus (société privée). Cette société y pratique la culture industrielle de tomate, niora, betterave sucrière, céréale, maïs et tournesol. Elle réalise un barrage de garde saisonnier empêchant la remontée des marées salées ; elle a construit une digue le long de l'oued pour se préserver des crues et a exécuté un drainage superficiel. Elle irrigue en prenant l'eau par des groupes moto-pompes installés sur la rive gauche de l'oued Loukkos.

Les villages sont situés sur quelques émergences de sols de terrasses dans la plaine mais surtout sur les bords de celle-ci.

Céréales, légumineuses et betteraves sont cultivées en hiver dans les parties non inondées, le sorgho et le melon, au printemps, dans les parties inondées, au fur et à mesure du retrait des eaux.

La merja du Ouarour est déjà de plus en plus mise en culture d'été, réduisant ainsi la nature marécageuse de ces terrains. Aux alentours de la plaine, notamment dans les collines, la betterave à sucre est cultivée avec succès en sec.

2.4. Mise en valeur projetée en régime de croisière

Trois assolements ont été envisagés étant don-

né la diversité des sols. L'assolement de base dit « canne à sucre » est composé de 8 soles (2 pour la canne vierge, 4 pour les repousses et les 2 restantes pour la culture de betteraves, tomates, oignons, bersim, vesce-avoine et blé). Cet assolement occupera 9.015,84 ha dans le secteur envisagé.

Cet assolement est remplacé, lorsque la pédologie est défavorable, par l'assolement riz (sols ayant une nappe phréatique perchée) qui occupera 1.977,18 ha, ou par l'assolement fourrages (sols d'un degré de salinité fort élevé) sur 939,44 ha.

Ces 3 types d'assolement occuperont 11.932,46 ha, ce qui fait avec les 342,51 ha de propriétés existantes une Surface Agricole Utile de 12.274,97 ha.

3. DESCRIPTION DES DIFFERENTS SCHEMAS ETUDIÉS METHODOLOGIE DE PROTECTION

3.1. Critères du degré de protection à adopter

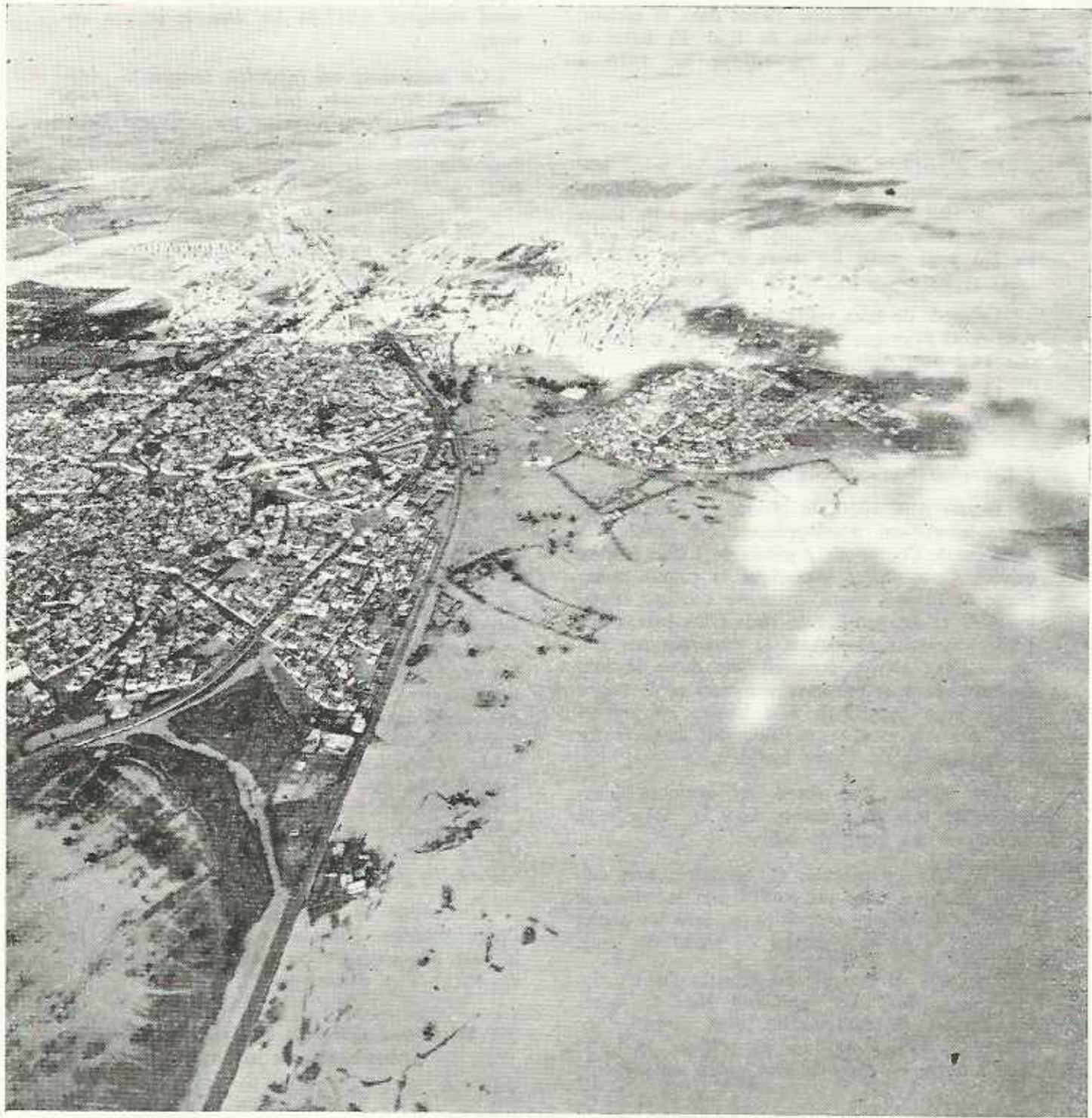
L'étude d'ensemble a été menée par approximations successives. Tout d'abord pour chaque ouvrage de retenue possible, le coût des ouvrages a été défini en fonction de leur hauteur et pour chaque ouvrage ont été définies les caractéristiques nécessaires pour différentes valeurs des besoins en eaux d'irrigation et pour différents moyens et degrés de contrôle des crues. Ensuite, deux fréquences de crue ont été adoptées pour l'étude du schéma de protection, à savoir 1/30 et 1/50. Un modèle mathématique a permis de déterminer l'étendue et la durée des inondations pour une crue donnée et un schéma de protection étudié. Parallèlement, un dimensionnement primaire et une étude de coût ont été réalisés sur les différents ouvrages permettant d'éviter les débordements pris isolément. Par ailleurs, une étude agro-économique a permis de déterminer les limites des zones irrigables et le degré de protection souhaitable selon le type de culture.

L'ensemble de toutes ces études a conduit à divers schémas possibles d'aménagement et sur la base des coûts de ces schémas, d'optimiser et de retenir l'un d'entre eux.

3.2. Etude des différents ouvrages de protection possibles pris isolément

3.2.1. Ouvrages de retenue

L'objectif initial de fournir 250-10⁶ m³ d'eau par an au périmètre ne pouvait être atteint que par la construction d'un important ouvrage sur le



Loukkos. Deux sites ont été étudiés : T'Fer et Koudiat El Khorfa. Pour chacun de ces sites, les études ont conduit à des abaques donnant pour différentes cotes de retenue et différentes crues contrôlées la cote de l'ouvrage en fonction du débit maximal lâché à l'aval. Pour différentes cotes d'ouvrage, le coût a été estimé.

3.2.2. Protection de la zone de Ksar El Kébir

Cette zone correspondant à la région amont de la plaine et comprenant la ville de Ksar El Kébir est actuellement inondée presque chaque année. De plus, le Loukkos, lors de ses débordements, a créé des dépôts le long des berges qui font que la cote du terrain au pied des collines se trouve inférieure à celle de ces dépôts. Les eaux pluviales inondent donc les zones en piémont en se cherchant un exutoire plus en aval. Les schémas étudiés prévoient la création de canaux collecteurs des eaux des collines sur chacune des rives. Ces canaux sont partiellement bordés de digues comprenant des déversoirs de sécurité en cas de crues exceptionnelles. On a défini le coût des travaux de protection en fonction de la fréquence des crues contre lesquelles on désire protéger le périmètre.

3.2.3. Ouvrages sur le Ouarour

Cet affluent en rive droite n'est pas relié au Loukkos par un lit marqué, il aboutit à une merja. Trois tracés de canal conduisant au Loukkos les eaux du Ouarour ont été étudiés : 2 selon un tracé direct et un troisième consistant à dériver les eaux du Ouarour dans le Makhazine en longeant le pied des collines. Pour ces différents tracés, le coût des travaux a été chiffré en fonction de différentes fréquences de crues et de différents niveaux dans le Loukkos aux débouchés.

3.2.4. Ouvrages sur le Makhazine

Cet affluent en rive droite, le plus important, déborde très souvent et, compte tenu des débits de crue importants, il a été envisagé un ouvrage d'écrêtement sur 2 sites possibles Zenabla et El Adeb. Pour chacun des sites ont été définis les coûts en fonction du débit lâché à l'aval pour différentes fréquences de crue. Par ailleurs, des solutions d'endiguement du Makhazine ont été étudiées en suivant le pied des collines. La première endiguant l'oued sur ses deux rives, l'autre ne l'endiguant que sur sa rive gauche et conservant la zone nord Makhazine comme champs d'inondation. Toutes ces solutions ont été chiffrées pour différentes fréquences de crues.

3.2.5. Aménagement du Loukkos dans la plaine

La capacité du lit du Loukkos est d'environ 600 m³/s. Les débordements peuvent être évités par la réalisation de digues sur les deux rives de celui-ci. Le dimensionnement de ces digues dépend des paramètres suivants :

- fréquence des crues contre lesquelles on désire se protéger
- importance des débits lâchés à Koudiat ou à T'Fer
- cote du plan d'eau aval (barrage de garde)
- différents tracés du canal de déviation du Ouarour.

Pour les nombreuses combinaisons de ces paramètres, le coût de cet endiguement a été estimé.

3.2.6. Aménagement de la rive gauche du Loukkos

Cette zone comprend essentiellement la zone de Chkaïfien avec les oueds Bouchouk et Jenanet et le périmètre déjà endigué de la Compagnie du Lukus. Pour la zone de Chkaïfien, des canaux conduisant les eaux du Bouchouk et du Jenanet ont été étudiés et chiffrés en fonction du degré de protection et de la cote de restitution au Loukkos. Pour le périmètre du Lukus ont été estimés les coûts de surélévation des digues existantes.

3.2.7. Barrage de garde

Bien que cet ouvrage ne serve en rien à la protection contre les crues, il est nécessaire pour éviter la remontée des eaux saumâtres de l'embouchure du Loukkos à marée haute, et pour créer une bache de pompage d'eau douce pour l'irrigation du périmètre. Sa cote influence par contre la protection amont du périmètre.

3.3. Optimisation des combinaisons possibles de ces différents ouvrages

La première phase de l'étude a permis de connaître les caractéristiques et les coûts des différents ouvrages, secteur par secteur, en fonction des fréquences de crue que l'on veut contrôler, des débits lâchés à l'aval de l'ouvrage de retenue sur le Loukkos, de la cote du plan d'eau en aval du barrage de garde.

A ce moment, 5 zones les plus homogènes possibles et formant des entités les plus indépendantes possibles ont été délimitées.

1. zone de Ksar El Kébir (environ 30 km²)

2. plaine rive gauche, zone de Chkaïfien et Compagnie du Lukus (environ 44,5 km²)
3. zone sud Makhazine y compris Ouarour (environ 58 km²)
4. zone nord Makhazine (environ 40 km²)
5. zone de Larache en aval de l'actuel barrage de garde saisonnier.

La zone de Larache, compte tenu de la forte salinité des eaux souterraines, a rapidement été abandonnée.

Le choix du type de culture (entre autre canne à sucre) a imposé un degré élevé de protection et donc 2 fréquences de crue ont été retenues: 1/30 et 1/50 pour 2 schémas d'équipement.

Schéma 1: totalité de la plaine en amont du barrage de garde

Schéma 2: schéma 1 moins la zone Nord Makhazine.

A priori, le choix entre les barrages de retenue sur le Loukkos (Koudiat El Khorfa ou T'Fer) n'intervenant, à fourniture garantie équivalente, que sur les endiguements du Loukkos et l'aménagement du Ouarour, l'optimum économique correspondait au coût minimum de l'ensemble des ouvrages suivants : barrage, endiguement, chenal

Ouarour. Il est alors rapidement apparu que le choix du site de Koudiat El Khorfa s'imposait.

L'exploitation du modèle mathématique découpant la plaine en casier, permet de tracer les cartes d'inondations pour les crues 1/30 et 1/50 à l'état naturel et après divers schémas d'aménagement. C'est ainsi que l'on a pu constater que la superficie des zones inondées à l'état naturel en cas de crue 1/30 et 1/50 était sensiblement la même et d'environ 19.800 ha et la seule réalisation du barrage de Koudiat avec un débit lâché à l'aval de 500 m³/s pour ces mêmes crues permettait de protéger 5.000 ha sur lesquels 3.700 étaient aménageables.

Pour chacune des 4 zones relativement indépendantes définies ci-dessus, une étude des coûts des diverses variantes d'équipement permettait un choix. En particulier, pour la zone Sud Makhazine, le coût d'un barrage écrêteur sur cet oued était toujours plus élevé que le gain qu'il en résultait sur les ouvrages d'endiguement. Pour le Ouarour, la solution du canal amont direct était plus avantageuse que l'acheminement de ses eaux dans le Makhazine. Cette solution malheureusement coupait en deux le périmètre et n'a finalement pas été retenue.

En définitive, en coût juillet 1972, les résultats suivants étaient disponibles :

protection contre une crue 1/50

	Schéma 1	Schéma 2	Schéma 1	Schéma 2
Site retenue	Koudiat	Koudiat	T'Fer	T'Fer
Q lâché à l'aval (m ³ /s)	500	500	300	300
Coût du barrage (10,6 DH)	137,2	137,2	144,7	144,7
Coût prot. aval (10,6 DH)	64,0	43,1	78,8	52,3
Coût barrage garde (10,6 DH)	2,5	2,5	2,5	2,5
Total (10 ⁶ DH)	203,7	182,8	226,0	199,5

protection contre une crue 1/30

	Schéma 1	Schéma 2	Schéma 1	Schéma 2
Site retenue	Koudiat	Koudiat	T'Fer	T'Fer
Q lâché à l'aval (m ³ /s)	500	500	300	300
Coût du barrage (10,6 DH)	135,3	135,3	141,1	141,1
Coût prot. aval (10,6 DH)	59,1	39,1	71,5	46,8
Coût barrage garde (10,6 DH)	2,5	2,5	2,5	2,5
Total (10 ⁶ DH)	196,9	176,9	215,1	190,4

Le coût moyen de la protection ressort à 4.400 DH/ha net pour l'ensemble de la plaine à l'exception du Nord Makhazine et à 13.000 DH/ha net environ pour le Nord Makhazine.

4. DESCRIPTION DETAILLÉE DU SCHEMA RETENU

4.1. Schéma de protection

De l'étude d'optimisation des schémas étudiés, il ressortait que l'optimum économique impliquait la construction du barrage de retenue au site de Koudiat El Khorfa et la non protection de la zone du Nord Makhazine utilisée comme zone d'épandage des crues. Depuis ces études, un certain nombre de faits nouveaux sont intervenus : devant le surplus d'eau disponible par rapport aux stricts besoins agricoles, le barrage de retenue sur le Loukkos au site de Koudiat s'est vu adjoindre une usine hydro-électrique et une tranchée réservée à la fourniture d'eau potable. De plus, malgré le coût élevé de protection, la zone du Nord Makhazine a été incluse dans le périmètre protégé.

4.1.1. Ouvrage de retenue et barrage de garde

Bien que ces deux ouvrages n'interviennent qu'indirectement dans le schéma de protection de la Basse Vallée, nous donnerons ci-après une description sommaire de ceux-ci.

4.1.1.1. Barrage Oued El Makhazine

Ce barrage de retenue a été édifié au site de Koudiat El Khorfa sur l'oued Loukkos.

- Il s'agit d'une digue mixte en enrochements et alluvions en noyau en limon.
- Le volume total des remblais est de 2.718.000 m³.
- La hauteur maximale de l'ouvrage est de 66,5 m.
- La cote de crête de la digue est 75,50 NGM.
- La cote de retenue normale est 61,50 NGM.
- La cote des plus hautes eaux (laminage de la crue dix millénaire) est 74,80 NGM.
- L'évacuateur de crue en tulipe et galerie traversant le corps de l'ouvrage est capable d'un débit maximal de 1.540 m³/s lors du laminage de la crue dix millénaire d'un volume de 3800.16⁶ m³ et d'un débit de 8.600 m³/s.
- Une usine hydro-électrique de pied d'une puissance de 45 MVA a été installée.

- Un automatisme, sur les vidanges de fond, permet de limiter le débit aval pour les crues de fréquence supérieure à 1/30 à 400 m³/s.
 - Le volume au niveau normal est de 710.10⁶ m³ correspondant à des volumes utiles de :
 - 310.10⁶ m³ pour la production d'énergie
 - 320.10⁶ m³ pour l'agriculture (tout en fournissant de l'énergie de base).
 - 60.10⁶ m³ pour l'eau industrielle et potable et, à un volume mort de 20.10⁶ m³.
 - Le volume de laminage des crues est de 580.10⁶ m³.
- Cet ouvrage a été terminé et mis en eau début 1979.

4.1.1.2. Barrage de garde

Cet ouvrage destiné à empêcher la remontée des eaux salées dans le périmètre et à assurer une bêche de pompage pour les besoins du périmètre, est situé à l'emplacement de l'ancienne digue saisonnière de la Compagnie du Lukus.

Il s'agit d'un barrage mobile comprenant 8 passes de 24 m de largeur munies de vannes clapet de 2,3 m de hauteur.

Il crée une retenue d'un volume de 3,510⁶ m³ à la cote + 2 NGM (retenue normale).

Cet ouvrage en cours de construction sera achevé fin 1980.

4.1.2. Protection de la zone de Ksar El Kébir

4.1.2.1. Secteur El Ma El Bared (Figure 3)

La protection de ce secteur est assurée par un chenal de 2,2 km de long qui coupe le pied des collines puis le talus de la voie ferrée jusqu'au Loukkos.

L'endiguement côté plaine a une hauteur variable de 0,7 à 2,15 m. Un épaulement protège la voie ferrée. Un déversoir de sécurité de 145 m de long dans la zone longeant le pied des collines permet d'évacuer dans la plaine les crues de fréquence inférieure à 1/30. Les digues et ce déversoir sont calés pour éviter tout débordement sur les digues pour les crues de fréquence supérieure à 1/1000. L'ouvrage de débouché dans le Loukkos est réalisé en gabions protégeant le premier tronçon du canal, la berge du Loukkos et le pied de celle-ci à l'amont du pont ONCF.

Le volume des travaux d'aménagement de ce secteur sera le suivant :

— excavations	: 19.500 m ³
— remblais	: 31.000 m ³
— gabions	: 3.400 m ³

4.1.2.2. Secteur Dahnoun

La protection de ce secteur est assurée par un canal de 7,3 km de longueur longeant le pied des collines et rejoignant le Loukkos à l'extrémité nord du secteur. Ce canal suit approximativement le tracé d'un collecteur de drainage existant.

Côté collines, le pied de celles-ci sert de limite au lit majeur de ce chenal sauf dans la zone des vallons des oueds Dahnoun et Kéfecha où le talus de la déviation de la RP2 jouera le rôle de limite de plaine ; l'endiguement aura une hauteur maximale de 3,40 m.

Un déversoir de sécurité de 210 m de longueur situé en face du débouché du Dahnoun dans la plaine permet l'évacuation des débits de crue de fréquence inférieure à 1/30 sans déversement sur les digues. Le débouché du canal dans le Loukkos emprunte le tracé d'un « gully » existant. La protection sera réalisée par un tapis de gabions.

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— excavations	: 160.000 m ³
— remblais	: 74.000 m ³
— gabions	: 5.400 m ³

4.1.2.3. Secteur Ksar Nord

La protection de ce secteur est assurée par un canal de 4,9 km de longueur longeant le pied des collines et débouchant dans le Loukkos à son extrémité Nord.

Le lit majeur de ce canal est limité côté collines par le pied de celles-ci et côté plaine par des digues de hauteur maximale 1,80 m.

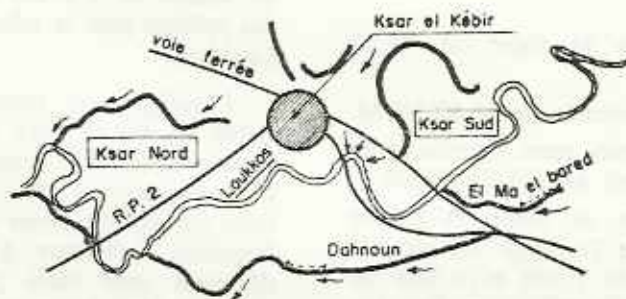
Un déversoir de sécurité de 175 m de longueur est prévu au milieu des endiguements. Le débouché dans le Loukkos sera protégé par un tapis de gabions.

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— excavations	: 26.600 m ³
— remblais	: 29.600 m ³
— gabions	: 1.400 m ³

4.1.2.4. Secteur Ksar Sud

Le dispositif comprend un canal de piémont qui rejoint un collecteur suivant la voie ferrée. Les débits d'écoulement traversent la voie ferrée par des buses et un pont existant dont la section libre permet le passage de la crue 1/1000 sans submersion de la voie. Les débits traversants sont recueillis par des canaux existants et conduit au Loukkos par deux gullies existants. Un épaulement de protection est prévu au pied du talus de la voie ONCF. La hauteur maximale des digues est de 2 m et leur longueur 4,7 km. Dans ce secteur, le volume des déblais permet la réalisation de digues encaissant la crue 1/1000, ce qui a évité de prévoir un déversoir de sécurité.



Un canal secondaire est prévu dans le vallon qui traverse le secteur ville. Cette zone sera plus précisément définie à l'exécution pour s'adapter au mieux à l'urbanisation en cours.

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— excavations	: 153.700 m ³
— remblais	: 63.500 m ³
— gabions	: 3.000 m ³

4.1.3. Protection de la zone rive droite du Loukkos (Figure 4)

Ce secteur doit être protégé contre les inondations en provenance des oueds Makhazine et Ouarour, contre les eaux pluviales s'écoulant des collines bordières et contre les eaux de débordement du Loukkos.

4.1.3.1. Canal périphérique du Ouarour

Les eaux du Ouarour sont canalisées par un canal périphérique de 7,8 km de longueur depuis

leur débouché dans la plaine jusqu'à Ouled Haddad où ce canal rejoint le cours du Makhazine. Côté colline, le pied de la voie ferrée devra, sur une longueur de 1.800 m, être protégé car il est atteint par les eaux lors de la crue trentennale. Côté plaine, l'endiguement a une hauteur maximale de 4,7 m.

Un déversoir de sécurité de 1.050 m de longueur est prévu en tête du canal.

L'ouvrage de débouché dans le lit actuel du Makhazine près de l'oued Haddad est réalisé par un seuil en gabions.

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— excavations	: 323.100 m ³
— remblais	: 322.500 m ³
— gabions	: 8.925 m ³

4.1.3.2. Canal périphérique du Makhazine

Ce canal fait suite à celui du Ouarour et longe le pied des collines pour rejoindre le Louk-

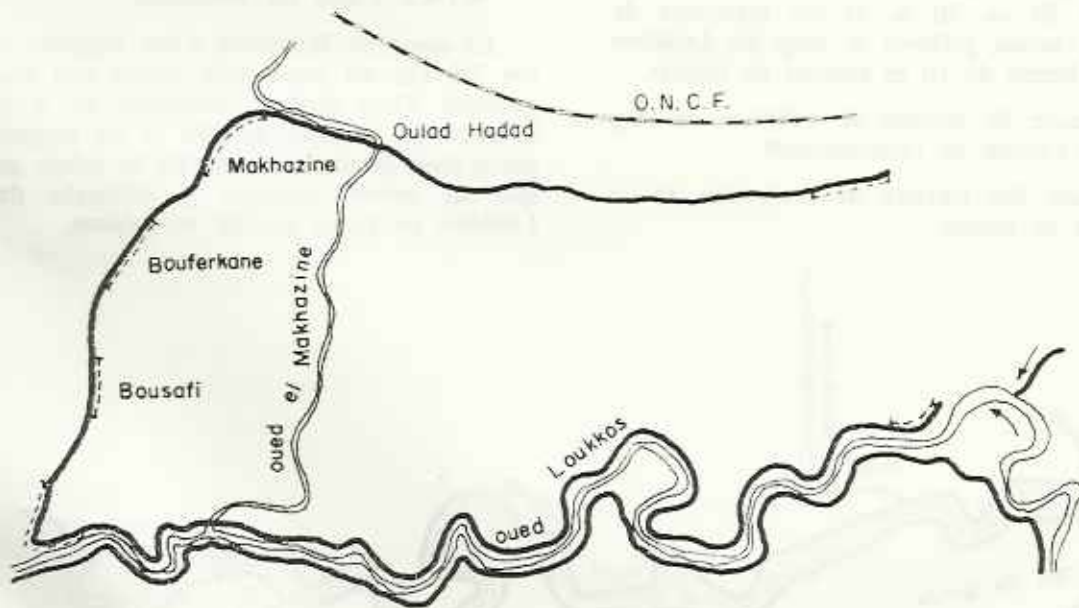


FIG. 4 : Plaine rive droite

kos en aval du barrage de garde. Son lit mineur emprunte à contre sens le tracé du lit existant du Makhazine sur environ 2,7 km, ensuite il emprunte par endroit le tracé d'oueds secondaires quand cela est possible. Il débouche dans le Loukkos 100 m en aval du barrage de garde.

L'endiguement côté plaine a une longueur de 12 km et une hauteur maximale de 3,50 m. Trois déversoirs de sécurité sont prévus au droit des oueds Makhazine, Bouferkane, Bou Safi. Un contre-déversoir est prévu à l'extrémité aval de l'endiguement du Loukkos comme exutoire des eaux de plaine sans destruction des digues. L'ouvrage de débouché dans le Loukkos est prévu en gabions.

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— excavation	: 282.300 m ³
— remblais	: 367.400 m ³
— gabions	: 24.300 m ³

4.1.3.3. Endiguement du Loukkos

L'endiguement du Loukkos en rive droite a une longueur de 29 km et sa hauteur maximale est de 2,9 m. Il suit le bord de l'oued à une distance de 20 ou 30 m, et ses matériaux de construction seront prélevés le long du Loukkos créant une berme de 10 m environ de largeur.

Le déversoir de sécurité de 1.200 m de long est prévu à l'amont de l'endiguement.

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— remblais	: 375.800 m ³
— gabions	: 3.300 m ³

4.1.4. Protection de la zone rive gauche du Loukkos

Cette zone doit être protégée contre les inondations provenant du débordement des petits oueds s'écoulant des collines bordières et du débordement du Loukkos lui-même. Ceci conduit à distinguer quatre secteurs (Fig. 5).

4.1.4.1. Canal Jenanet

Le canal d'une longueur de 3,3 km est bordé côté plaine par une digue d'une hauteur maximale de 4,3 m. Un déversoir de sécurité de 910 m de longueur est prévu à l'amont de la digue et le débouché dans le Loukkos est protégé par des gabions.

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— excavations	: 141.200 m ³
— remblais	: 125.000 m ³
— gabions	: 1.800 m ³

4.1.4.2. Canal du Bouchouk

Le canal de Bouchouk d'une longueur d'environ 2,6 km est bordé côté plaine par un endiguement d'une hauteur maximale de 4 m. Un déversoir de sécurité de 250 m de longueur est prévu dans la partie amont. De la même manière que les autres ouvrages, le débouché dans le Loukkos est prévu protégé en gabions.

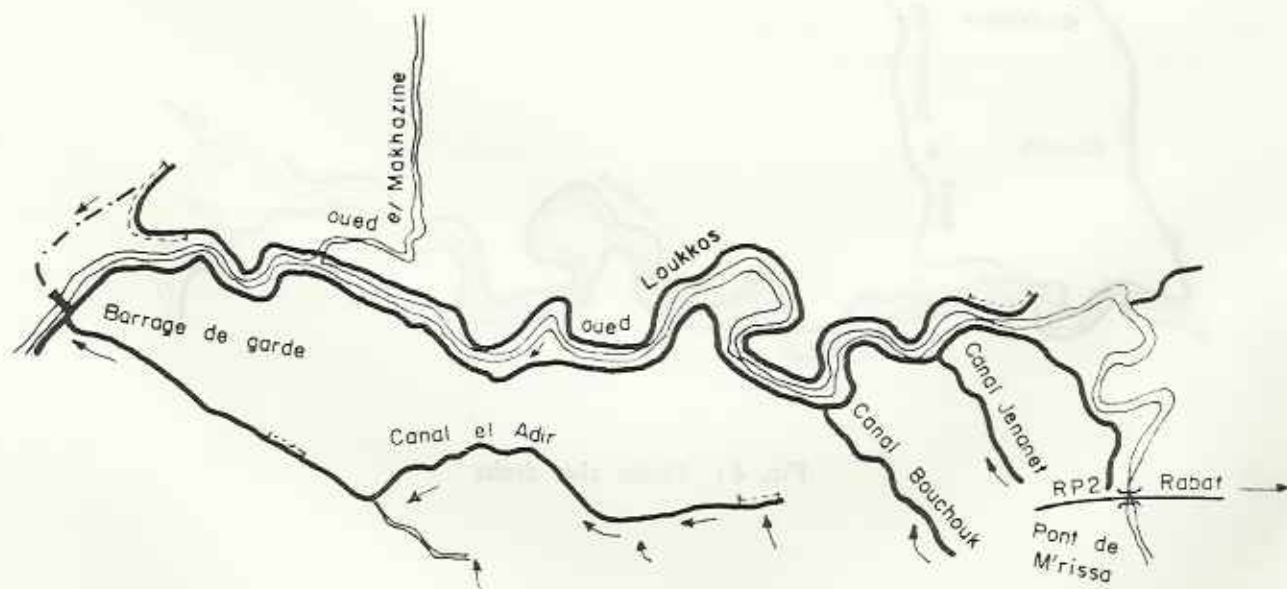


FIG. 5 : Plaine rive gauche

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— excavations	: 87.500 m ³
— remblais	: 75.000 m ³
— gabions	: 3.000 m ³

4.1.4.3. Canal El Adir

Ce canal de piémont d'une longueur de 15 km rejoint le Loukkos un peu en aval du barrage de garde. Après avoir longé le pied des collines sur sa partie amont, il emprunte le tracé d'un collecteur existant.

La hauteur de l'endigement côté plaine est au maximum de 3,6 m. Deux déversoirs de sécurité de 170 et 220 m de longueur sont prévus. Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

— excavations	: 348.000 m ³
— remblais	: 317.000 m ³
— gabions	4.300 m ³

4.1.4.4. Endiguement du Loukkos

L'endigement rive gauche du Loukkos a une longueur totale 19,4 km à partir du barrage de garde. Cet endiguement suit le tracé des digues existantes qui seront incorporées dans le corps des nouvelles digues. Les matériaux de construction seront prélevés à l'intérieur du périmètre et dans les boucles du Loukkos.

Le volume des travaux de protection de ce secteur sera le suivant :

remblais 368.200 m³

4.1.5. Caractéristiques communes

Trois profils types ont été retenus pour l'exécution des endiguements selon le type de matériau à disposition.

Profil type 1 : entièrement en dess, talus inclinés en 1/1,75.

Profil type 2 : en tirs avec couverture de couronnement en Villafranchien.

pente talus côté canal 1/3.

pente talus côté plaine 1/2.

Profil type 3 : mixte dess tirs, couronnement et talus côté canal sur 2,5 de largeur horizontale en dess, pente 1/1, 75, reste de la digue en tirs, pente côté plaine 1/2.

Le volume total des travaux à prévoir pour la protection, en dehors de l'ouvrage de retenue et du barrage de garde est le suivant :

• digues du Loukkos	48 km
• digues de piémont	60 km
• hauteur maximale des digues	≈ 5 m
• vol. des déblais des canaux	1.542.000 m ³
• vol. des remblais des digues	2.153.000 m ³
• piste technique périphérique	
longueur	115 km
• déversoir de sécurité	longueur 8,5 km
• gabions	58.800 m ³

Coût : 122.10⁶ DH

4.2. Schéma d'équipement (voir fig. 6)

4.2.1. Découpage en secteurs d'irrigation

Le schéma d'irrigation prévoit un découpage de façon à réduire au maximum le nombre de secteurs d'irrigation et de stations de pompage. L'aire du projet est de 14.826,65 ha bruts et de 14.019,57 ha nets équipés, divisés en 4 grandes unités (Tableau I) :

• basses collines	: 1.946,12 ha
• plaine de Ksar	: 1.734,03 ha
• plaine rive droite	: 7.017,26 ha
• plaine rive gauche	: 3.322,16 ha.

Les deux premières unités correspondent chacune à un secteur (C et K) et à une station d'irrigation par aspersion. Quant à la plaine rive droite et rive gauche, elles sont chacune découpées en 4 sous-secteurs.

4.2.2. Les stations d'irrigation

Les volumes d'eau nécessaires à l'irrigation de la totalité de cette zone provient exclusivement de l'oued Loukkos qui fait office de canal principal du périmètre; tout au long de son cours, les stations de pompage des différents secteurs y pompent leurs eaux d'alimentation.

La zone « basses collines », comme l'indique son nom, est une zone à relief accidenté; pour son irrigation, le projet prévoit un double pompage: une station C, sur l'oued Loukkos qui refoule l'eau dans le canal « basses collines » d'une longueur de 4 km et d'un débit de 1,5 m³/s et une station de mise en pression C₂, au milieu du secteur C, pour son irrigation par aspersion.

Figure 6: SCHEMA D'EQUIPEMENT DE LA
PLAINE ET BASSES COLLINES



ECHELLE : 1/200000*

LEGENDE

- STATION DE POMPAGE
- STATION DE MISE EN PRESSION
- ▼ RESERVOIR SURELEVE
- ▽ RESERVOIR GRAVITAIRE
- LIMITE DES SECTEURS

TABLEAU 1.

Secteurs	Type d'irrigation	Surface totale	Surface nette équipée	Total par secteur
<i>Basses Collines</i>				
C	Aspersion	1.945,12	1.945,12	1.945,12
<i>Plaine rive droite</i>				
D ₁	Gravité	1.099,32	960,82	7.014,26
D ₂	Aspersion	2.808,22	2.600,93	
D ₃	Gravité	832,23	835,23	
D ₄	Aspersion	2.755,54	2.620,28	
<i>Plaine de Ksar</i>				
K	Aspersion	1.734,03	1.734,03	1.734,03
<i>Plaine rive gauche</i>				
G ₁	Gravité	1.101,11	993,12	3.322,16
G ₂	Gravité	867,20	704,20	
G ₃	Gravité	706,41	706,41	
G ₄	Gravité	977,47	918,43	
Total		14.826,65	14.019,57	

La plaine de Ksar est irriguée par une station K qui sera construite sur l'oued Loukkos. Ce secteur se trouvant en dehors de la ligne de remous du barrage de garde, cela nécessite la construction d'un bassin de compensation.

Pour la plaine rive droite, les stations sont groupées par deux : une station à double étage et mixte D₁-D₂ qui sera construite sur l'oued El Makhazine, affluent de l'oued Loukkos pour pomper les eaux lâchées le long du Loukkos et retenues par le barrage de garde; elle irriguera les secteurs D₁ et D₂. Egalement, une station D₃-D₄ mixte sur l'oued Loukkos irriguera les secteurs D₃ et D₄.

Quant à la plaine rive gauche, les quatre secteurs correspondent chacun à une station d'irrigation par gravité G₁-G₂-G₃ et G₄.

4.2.3. Schéma d'assainissement et de drainage

Au départ, le schéma était choisi en respectant les contraintes topographiques et en choisissant, parmi les solutions étudiées, les moins chères correspondant à chaque secteur et celles qui donnaient la cote la plus haute au débouché des collecteurs de façon à faciliter l'évacuation par gravité dans certains cas et réduire, en général, la hauteur d'élévation des stations d'exhaure dans les autres cas. Tenant compte de ces éléments, la zone était divisée en secteurs suivant leur topographie (Figure 7).

Par la suite, ce schéma fut quelque peu modifié afin de favoriser une bonne distribution des blocs d'irrigation.

A l'exception du secteur « basses collines », toute la zone est assainie et drainée. Aussi, les trois autres unités se trouvent divisées comme suit :

- plaine rive droite:
 - secteur Nord Makhazine
 - secteur Plaine rive droite
- plaine rive gauche :
 - secteur Plaine rive gauche
 - secteur Chkaïfien
 - secteur M'Rissa
- plaine de Ksar :
 - secteur plaine de Ksar El Kébir

Le problème qui se pose est celui des collecteurs qui n'évacuent pas toutes les eaux d'assainissement par gravité. Faut-il donc construire des stations d'assainissement ou d'exhaure ou pas ?

Différentes hypothèses ont été étudiées et, essentiellement, les 3 suivantes :

- protéger totalement la plaine et donc construire les stations d'exhaure au débouché de chaque collecteur,
- protéger partiellement
- ne pas protéger

On a conclu que, vu les dommages qui peuvent se produire par les inondations, il faut mettre une station d'exhaure au débouché de chaque col-

lecteur, dimensionnée pour 2 l/s/ha. Le débouché sera projeté de façon à permettre une évacuation par gravité ou par pompage.

Ces stations seront essentiellement équipées en vis d'Archimède vu les variations de débit qui vont en défaveur des pompes centrifuges.

4.2.4. Conclusion

Pour l'irrigation des 14.019,17 ha nets, il faut un aménagement assez important dont l'équipement consiste en :

— la construction de 8 stations de pompage

Stations	Puissance (kW)
D ₁ -D ₂	3.802
D ₃ -D ₄	3.802
G ₁	265,2
G ₂	221
G ₃	221
G ₄	1.546,6
C ₁	1.545,6
C ₂	1.545,6
K	2.316,4

— la construction de 6 stations d'exhaure

Stations	Puissance (kW)
SE ₁	401,2
SE ₂	323,9
SE ₃	382,8
SE ₄	507,9
SE ₅	220,8
SE ₆	44,2

— la construction de 4 réservoirs surélevés pour l'aspersion,

— la construction de 6 réservoirs pour le gravitaire,

— un réseau d'irrigation composé de :

- 216 kms de canaux autoportants comprenant 337 vannes de niveau constant amont
- 1 canal de 4 km pour les basses collines
- 186 km de canalisations enterrées aux diamètres compris entre 1.200 et 80 mm.
- 582 bornes d'irrigation
- 64 chambres de vanne

— un réseau d'assainissement

le volume total des excavations des collecteurs du réseau, y compris les colatures quaternaires est de 2.880.773,82 m³.

— un réseau de pistes

- pistes déglaisées 95 km
- pistes non déglaisées 434 km
- routes goudronnées 72 km

Le coût total de cet équipement (externe et interne) s'élève à environ 505.10⁶ DH.

5. CONCLUSIONS

Le barrage Oued El Makhazine est terminé mais n'assure qu'une partie de la protection de la plaine du Loukkos contre les inondations; c'est ainsi que l'équipement de la plaine nécessite en plus un système de protection et d'assainissement, celui-ci ayant pour rôle d'assurer la protection de la zone étudiée contre les crues des affluents de l'oued Loukkos et du bassin versant à l'aval du barrage.

L'équipement hydro-agricole ne pourra donc commencer que lorsque les travaux de protection seront déjà bien entamés. Si le calendrier de mise en valeur suit de près celui de l'équipement, la mise en valeur de cette zone atteindra son régime de croisière en 1988.

Les quantités qui seront produites annuellement pour les spéculations principales du secteur sont les suivantes :

- canne à sucre 447.762 T/an
(47.015 T sucre/an)
- betterave à sucre 53.750 T/an
(7.525 T sucre/an)
- céréales (blé + riz) 11.292 T/an
- maraichage 52.300 T/an
- fourrages 11.874 T/an.

Soit une valeur ajoutée agricole totale de 58 328,10⁹ DH/an et 1.300.000 journées de travail/an, c'est-à-dire 50.000 emplois permanents.

Outre les effets bénéfiques que cet aménagement apportera sur les plans économique et social, le secteur industriel est également promu à une extension importante dans la région. Déjà une usine de construction de conduites est en service depuis février 1978 ainsi qu'une usine de betterave à sucre.

D'autres unités industrielles sont prévues pour assurer la transformation de la production agricole du secteur, à savoir :

- une sucrerie de canne à sucre
- une station de conditionnement et de congélation pour la production maraîchère,
- d'autres unités intéressant la production agricole et animale (abattoir industriel, tannerie, laiterie...).

PLANNING DES TRAVAUX

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Barrage Oued El Makhazine	X									
Barrage de garde		X								
Protection de la plaine contre les inondations					X					
Equipement de la plaine						X				
Mise en Eau							X			
Mise en valeur jusqu'à son régime de croisière.										X

PRINCIPES DE CONCEPTION DES SYSTEMES DE COMMANDE POUR LES RESSOURCES HYDRAULIQUES ET L'IRRIGATION GRACE A DES TECHNIQUES MODERNES

— SYMPOSIUM —

Compte rendu du Symposium

par

M. BOUHAMIDI

A l'occasion de la tenue du 11ème congrès de la CIID, un symposium a été organisé le 5 septembre 1981.

Son thème était : Principes de conception des systèmes de commande pour les ressources hydrauliques et l'irrigation grâce à des techniques modernes.

Huit communications ont été présentées de la part des différents Comités Nationaux de la CIID :

— *Deux Communications du Comité Soviétique :*

1 — « Définition d'un modèle pour le système d'approvisionnement en eau de Silistra » par le Dr. V. Chernyatin.

2 — « Principes de conception des systèmes de commande automatique pour les procédés technologiques dans les complexes utilisateurs d'eau des larges bassins des rivières » par O.A. Bilik, V.F. Taimaza, B.G. Kovalenko, Ye G. Krushel, A.I. Avdeyev et N.A. Zalusilov.

— *Une Communication du Comité Français :*

« Principes de conception des systèmes de commande pour les ressources hydrauliques et l'irrigation grâce à des techniques modernes » (régulation dynamique) par Michel Jean.

— *Une Communication du Comité Tchèque :*

« Création des systèmes d'information et pers-

pective de la régulation de systèmes de mise en valeur des ressources en eau et des systèmes d'irrigation en Tchécoslovaquie » par Jiri Liska.

— *Une Communication du Comité de la République Fédérale d'Allemagne :*

« Contrôle automatique des eaux dans le cadre du système de contrôle à distance des facteurs de l'environnement en Hesse » par Dr. A. Gerhard.

— *Une Communication du Comité Yougoslave :*

« La méthode du bilan d'eau pour la détermination du régime d'arrosage dans une zone d'irrigation plus étendue » par le Dr. Novica Vucic.

— *Une Communication du Comité Américain :*

« Régulation automatique des eaux d'irrigation livrées aux fermes par les canaux à ciel ouvert » par Allen R. Dedrick et Darell D. Zimbelman.

— *Une Communication du Comité Japonais :*

« Analyse des systèmes pour la gestion des eaux dans les projets d'irrigation » par le Dr. Hidehiko Shiraishi.

L'ensemble des rapports présentés met l'accent sur la tendance de l'utilisation de techniques modernes pour la conception des systèmes de contrôle des eaux (commande et contrôle automatisés) dans le double objectif de réduire au strict mi-

nimum l'intervention humaine tout en assurant un accroissement de l'efficacité des réseaux.

L'automatisation des systèmes de contrôle des eaux est devenue en fait nécessaire pour différentes raisons : recherche de l'économie d'eau devant l'accroissement des besoins, multiplication des usages assignés aux ouvrages d'irrigation dans les zones à urbanisation rapide, la diversification des besoins d'eau (irrigation, consommation humaine, industrie etc.) et nécessité de l'économie de main-d'œuvre dans le pays où elle est particulièrement rare et chère.

A travers les différents cas qui ont été développés et de leur différent degré de complexité, ce sont toujours ces raisons qui sont évoquées.

Si plusieurs auteurs se sont particulièrement préoccupés à définir un modèle de fonctionnement automatisé des réseaux d'adduction d'eau, allant du cas le plus simple (cas de Silistra présenté par le Dr. Chernyatin) au cas le plus complexe (rapport n° 4 du Comité Soviétique), beaucoup d'entre eux n'ont pas abordé le problème d'automatisation de l'irrigation au niveau de la parcelle.

En effet, l'un des problèmes fondamentaux auxquels se heurtent les experts (et les agriculteurs) est la détermination du temps d'arrosage des différentes cultures et l'établissement du régime d'arrosage correspondant.

Le rapport américain signale qu'à l'heure actuelle, la mise en marche automatique du système d'irrigation ne se produit pas en réponse au besoin d'un champ donné ; elle survient selon les dispositions prédéterminées en fonction soit du temps ou du rapport temps-distance, soit du volume réglé de l'eau.

L'auteur yougoslave du rapport n° 6 préconise l'application du bilan hydrique comme étant le moyen le plus convenable et le plus réel dans la pratique, dans une zone d'irrigation et ce, sur la base du calcul quotidien de la consommation d'eau.

La détermination du bilan hydrique doit se faire sur la base de mesures réalisées dans les lysimètres et évapo-transpiromètres.

L'auteur propose une série « d'index hydrophytothermiques » qui indique la consommation ou le besoin en eau (pour différentes cultures) en m³/ha pour chaque degré de la température diurne moyenne de l'air.

Par ailleurs, dans son rapport, l'auteur français cite deux moyens de détermination de l'épo-

que d'arrosage : la mesure du rayonnement global à l'aide de capteurs solaires et la méthode de mesures tensiométriques.

L'auteur précise que d'excellents résultats ont été obtenus avec cette dernière méthode qui a été expérimentée pour l'irrigation localisée.

COMPTE RENDU DES DIFFÉRENTES COMMUNICATIONS

Rapport n° 1

Définition d'un modèle du système d'approvisionnement en eau de Silistra

par Dr. V. Chernyatin de l'URSS

Le rapport traite de la définition d'un modèle d'optimisation pour l'approvisionnement en eau de Silistra en Bulgarie. Il présente les résultats d'un travail effectué par l'Iiasa en collaboration avec « l'Institut des Projets sur l'Eau » qui a la responsabilité d'élaborer les systèmes des ressources en eau en Bulgarie.

Il faut souligner que le cas de Silistra présenté est très intéressant pour l'analyse des ressources en eau par la simple situation hydrologique de cette région; la régulation étant limitée à une régulation annuelle, le modèle est alors particulièrement simplifié.

Ce modèle permet de définir les paramètres fondamentaux à savoir : la capacité des barrages et stations de pompage ainsi que la capacité de transit des canaux.

Quoiqu'élaboré pour la région de Silistra, ce modèle peut facilement être transposé à d'autres régions dans le cas où l'on se limiterait à une régulation annuelle.

L'auteur signale que l'application de ce modèle a pu être largement étendue et a permis la réalisation des économies non négligeables dans la gestion de l'eau.

Rapport n° 2

Création des systèmes d'information et perspectives de la régulation des systèmes de mise en valeur des ressources en eau et des systèmes d'irrigation en Tchécoslovaquie.

par Jiri Liska (Tchécoslovaquie)

Ce rapport traite du problème de la gestion des ressources en eau et des systèmes d'irrigation dans les conditions spécifiques de la Tchécoslovaquie.

Il insiste particulièrement sur l'introduction de nouvelles techniques de gestion des eaux faisant

appel à la télécommande et au télécontrôle avec l'utilisation d'ordinateurs.

L'introduction de ces systèmes a été rendu nécessaire dans le but de faciliter l'exploitation des réseaux d'irrigation, d'augmenter leur efficacité et leur efficacité en vue de satisfaire une demande de plus en plus grande.

Rapport n° 3

Principe de conception des systèmes de commande pour les ressources hydrauliques et l'irrigation grâce à des techniques modernes

par Michel Jean (France)

Le rapport analyse les problèmes liés aux systèmes de commande des aménagements hydrauliques destinés à l'irrigation en distinguant :

- a) le problème de gestion des ressources au niveau des réserves
- b) le problème de la conduite du mouvement de l'eau sur les ouvrages
- c) le problème de fonctionnement de réseaux de transport de distribution
- d) le problème de la conduite des irrigations au niveau de la parcelle.

Cette analyse est plus précisément orientée sur les systèmes de commande automatique, et à cet égard, l'accent est mis sur les possibilités et la souplesse d'adaptation offertes par le développement des techniques électroniques de mesure, transmission et traitement de l'information et des commandes.

Plus particulièrement, dans le chapitre consacré à la régulation des ouvrages de transport, une analyse comparative des contraintes et des possibilités des différents systèmes de commande permet de situer les systèmes, les uns par rapport aux autres. Il est tenu compte du caractère bien spécifique que présentent les ouvrages de transport à réguler, à savoir un « temps mort » important dont la valeur est de plusieurs heures entre la commande de réglage et sa répercussion mesurable à l'aval du canal, au point où « s'intègrent » tous les écarts consécutifs aux perturbations dont l'origine est multiple. L'analyse comparative des systèmes de régulation s'articule autour de la référence aux automatismes PID classiques. On montre, en particulier, les solutions originales apportées par un système comme la régulation dynamique pour essayer de limiter le plus possible le volume des réserves tampon à construire.

La nécessité d'une étude préalable du système de régulation le mieux adapté est mise en évidence. Une méthodologie est proposée pour ce genre d'étude, et le recours à l'utilisation de simulations de fonctionnement des systèmes sur la base d'hypothèses de perturbations fixées a priori, est souhaitable.

L'automatisme des stations de pompage est analysé sous l'angle des nouvelles possibilités offertes par l'utilisation des automates programmables. Sont également évoquées les récentes tendances d'automatisation de l'irrigation à la parcelle pour une meilleure adéquation aux exigences des cultures, pour l'économie ou la réduction de la pénibilité du travail.

Toutes les considérations liées à la recherche de l'automatisme permettent de préciser les conditions dans lesquelles cette automatisme ne s'impose pas nécessairement, au moins dans l'immédiat.

Enfin pour terminer, à partir de la théorie de la commande automatique et en se basant sur des méthodes mathématiques, d'une part sont évoqués les modèles mathématiques utilisables comparés aux modèles physiques de laboratoire, et d'autre part sont rappelées les tendances des systèmes dit opérationnels. La hiérarchisation des systèmes de régulation selon la complexité des problèmes à régler est abordée en fin de rapport.

Rapport n° 4

Principes de conception des systèmes de commande automatique pour les procédés technologiques dans les complexes utilisateurs d'eau des larges bassins des rivières

par O.A. Bilik, V.F. Talmaz, B.G. Kovalenko, N.A. Zalusilov, Ye. G. Krushel et A.I. Avdeyev (URSS)

Le présent rapport définit une méthodologie d'approche pour l'analyse de l'expérience de l'exploitation des réseaux d'irrigation d'un aménagement hydraulique d'ensemble (AHE).

Cette méthode consiste en la décomposition de la structure du réseau d'irrigation en sous-systèmes plus simples indépendants et en sous-systèmes d'un niveau plus haut assurant une action réciproque des sous-systèmes précédents.

La création d'un système automatisé à niveaux multiples de la commande des processus technologiques permet de simplifier considérablement le problème de la commande ainsi que d'élargir et de développer les systèmes automatisés de la commande des procédés technologiques (SACPT).

Un des sous-systèmes fonctionnels essentiels du SACPT de l'AHE du bassin de la rivière Tchou est celui de la planification de la répartition d'eau. Un des critères le plus fondé de l'optimisation de la répartition d'eau entre les exploitations dans les réseaux d'irrigation dans les conditions de l'Asie Centrale est le minimum de la somme des frais pour l'exploitation des réseaux d'irrigation et des dommages chez les usagers par leur limitation proportionnelle pendant la période du déficit d'eau.

La pratique de la projection de SAPRE démontre qu'il est rationnel de résoudre le problème de la planification par étapes avec son agrégation dans le temps à la première étape. Avec une telle agrégation, la dimension du problème de la planification de la répartition d'eau, conformément au bassin de la rivière Tchou, diminue jusqu'à 390 noeuds de calcul (au lieu de 300.000) et 150 tronçons du canal (au lieu de 15.000) ce qui permet de le résoudre facilement à l'aide de SAPRE. En deuxième étape, la planification est réalisée séparément par sous-systèmes élémentaires des régions compte tenu du schéma réel de leur répartition du coefficient d'efficacité des canaux, de leur capacité d'écoulement etc.

Rapport n° 5

Contrôle automatique des eaux dans le cadre du système de contrôle à distance des facteurs de l'environnement en Hesse

par le Dr. Gerhard (République Fédérale d'Allemagne)

Le cas présenté dans cette communication traite du contrôle du degré de pollution des eaux de la rivière de Hesse en Allemagne.

Les mesures portent sur la température de l'eau, la teneur en oxygène, la conductibilité, le pH et le niveau de l'eau. Dans les stations de mesure, les appareils de mesure sont dirigés par les processeurs, et les valeurs collectées sont mises en mémoire pour être transmises à une banque de données. Un ordinateur de relai établit, par le réseau du téléphone public la communication avec les stations de mesure, et déclenche la transmission des résultats de mesure à Wiesbaden où ils sont exploités et mémorisés. Les données sont appelées trois fois par jour. La banque de données transmet les données exploitées par l'intermédiaire d'un terminal aux centrales de contrôle où sont délivrés des procès-verbaux et des graphiques. Indépendamment des opérations de routine, il est possible à tout moment d'appeler depuis la centrale de contrôle directement les résultats de mesure les plus récents des stations de mesure. Ain-

si, il est possible de s'informer directement de la situation au moment présent dans la région concernée.

Rapport n° 6

La méthode du bilan hydrique pour la détermination du régime d'arrosage dans une zone d'irrigation étendue

par le Dr Novica Vucic (Yougoslavie)

Le présent rapport traite du problème de détermination de la période des arrosages des cultures ainsi que des systèmes de déclenchement des irrigations.

Entre les différentes méthodes appliquées à travers le monde et qui sont basées soit sur l'état d'humidité du terrain, soit selon la période critique dans le développement de la plante, ou le tour d'eau à intervalle prédéterminé, l'auteur préconise la méthode du bilan hydrique.

Mais au préalable, il est nécessaire d'établir la corrélation entre l'évapotranspiration potentielle (ETP) des différentes cultures et de certains éléments climatiques dans chaque zone d'irrigation, en particulier la *température bioclimatique de l'air*.

De cette manière l'auteur a pu définir pour les différentes cultures une série de coefficients auxquels il a donné le nom « d'index hydrophytothermiques ».

Ces index indiquent le besoin en eau en m³/ha pour chaque degré de la température diurne moyenne de l'air.

Pour la Vojvodina en Yougoslavie, cet index est de 1,5 pour le maïs, 1,8 pour la betterave, 1,7 pour le houblon etc.

Sur cette base, il est publié par la presse quotidienne, un « *bulletin du bilan hydrique* » donnant des recommandations au sujet de l'arrosage des cultures.

Rapport n° 7

« Régulation automatique des eaux d'irrigation livrées aux fermes par canaux à ciel ouvert »

par Allen R. Dedrick et Darell D. Zimelman (USA)

Une grande partie de l'eau fournie aux systèmes d'irrigation des terres par gravité aux USA est assurée à l'aide de grands canaux à ciel ouvert dont la surface libre est difficile à contrôler.

Dans la nécessité d'assurer une distribution efficace et de réduire les frais de main-d'oeuvre, plu-

sieurs systèmes d'automatisation et de mécanisation des réseaux d'adduction se sont largement développés.

C'est ainsi que les responsables de l'aménagement du Salt River Project dans l'état de l'Arizona ainsi que ceux du district des eaux de Coachella Valley en Californie ont conçu et construit des systèmes de commande à distance centralisés pour le contrôle des ouvrages de régulation des canaux au moyen de signaux transmis par radio, fils de communication ou lignes téléphoniques.

Le problème qui demeure toutefois posé est celui du déclenchement des arrosages d'une manière automatique. Malgré les différentes tentatives ce problème n'a pas encore trouvé une solution pratique satisfaisante.

Plusieurs techniques d'actionnement ont été élaborées, telles que les vannes à commande pneumatique ou hydraulique.

Les dispositifs de commande sont généralement constitués d'horloges employées dans l'industrie du

turf et qui ont été adaptées à l'irrigation superficielle.

Rapport n° 8

Analyse des systèmes de gestion des eaux dans les projets d'irrigation

par le Dr. Hidehiko Shiraishi du Japon

Le présent rapport décrit dans un premier stade le cadre des projets d'irrigation au Japon et l'introduction des différents systèmes automatisés de gestion des ressources en eau.

L'auteur propose, et développe ensuite, plusieurs méthodes de simulation pour l'analyse des débits instables dans les canaux. Un modèle à régression multiple pour l'évaluation des eaux de ruissellement, des eaux de retour aux rivières etc. est également présenté.

Plusieurs cas d'application de ces méthodes ont été traités.

 **ABENGOA, S. A.**
MONTAJES ELECTRICOS
SEVILLA ESPAÑA

Siège Social: Av. Carlos V, 20 SEVILLA - 4

Activites: Centrales électriques, Installations hydrauliques, Postes de transformation, Réseaux de distribution, Télécontrôle, Traction électrique, Télécommunication et Téléphonie, etc.

Fabrication: Cellules M.T, Tableaux de puissance et contrôle, Equipements pour centrales nucléaires, Redresseurs, Centres de transformation, etc.

DELEGATION AU MAROC. 66 AV. MOHAMED V. — TANGER

- TÉLÉPHONE: 38823 et 38816 - TÉLEX: 33772 M -

HISTOIRE DES IRRIGATIONS, DU DRAINAGE ET DU CONTROLE DES CRUES

— SESSION SPECIALE —

Compte rendu des séances de la Session Spéciale

par

Monique MOULAY RACHID
Ingénieur à l'ORMVA du Gharb

Dans le cadre des activités de la CIID, lors du 29^{ème} Conseil Exécutif d'Athènes a été créé un groupe de travail sur « l'histoire des Irrigations, du drainage et de la maîtrise des crues ». Le travail de ce groupe consiste à réunir toutes les connaissances et à constituer un fonds documentaire du développement historique de ces disciplines.

Dans un premier temps le groupe de travail a décidé de couvrir 6 grandes régions pour analyser l'histoire mondiale de l'irrigation : la vallée et le delta du Nil, les bassins du Tigre et de l'Euphrate, le bassin de l'Indus, l'Afrique du Nord, l'Europe du Sud, l'Amérique du Nord. Ces 6 régions feront l'objet de volumes contenant tous les matériels relatifs à ces régions. D'autre part, l'étude des développements historiques devra être orientée en priorité sur les aspects technologiques de la question (génie, agronomie) mais elle devra comprendre également les aspects politique, social, économique, historique, géologique et archéologique nécessaires pour comprendre le développement technologique.

Afin de susciter l'intérêt des comités nationaux n'ayant pas encore créé un groupe histoire de l'irrigation dans leur pays, il avait été décidé de tenir une session spéciale sur l'histoire des irrigations, du drainage et de la maîtrise des crues lors du XI^{ème} Congrès de la CIID à Grenoble.

Cette séance a eu lieu le dimanche 6 septembre 1981, de 8 h à 12 h.

Le Président de ce groupe de travail au ni-

veau de la CIID, le Professeur Garbrecht de la RFA a tout d'abord présenté une note introductive sur la question. Il a expliqué qu'au cours de l'histoire, des équipements hydrauliques pour la fourniture d'eau ont été construits. Ces ouvrages par leur conception et la qualité de leur exécution peuvent être comparés aux grandes réalisations architecturales de leur époque.

Certains ouvrages réalisés il y a plus de 1.000 ans résistent bien à la comparaison avec des ouvrages exécutés aujourd'hui.

Jusqu'à présent, l'histoire pourtant riche de l'hydraulique a été en grande partie négligée comparée à l'histoire d'autres disciplines scientifiques. Aussi il semble exact que « les ingénieurs ont fait l'histoire mais qu'ils ont omis de l'écrire ».

Le Professeur Garbrecht a invité toutes les personnes qui s'intéressent à l'histoire de l'irrigation, du drainage et à la maîtrise des crues à aider le groupe de travail de la CIID dans ses recherches.

A la suite de cette introduction, trois rapports ont été présentés par leurs auteurs.

HISTOIRE DE L'IRRIGATION EN EGYPTE

par M. Naguib F. Said (RAE)

Après avoir présenté une description générale de l'Egypte, l'auteur a expliqué que dans l'ancienne Egypte, la construction et l'entretien des réseaux d'irrigation étaient si importants qu'ils étaient placés sous la responsabilité directe des rois d'Egypte. De ce fait, le développement de l'irrigation

a varié, au fil de l'histoire, selon l'autorité et la puissance des rois et de leurs gouvernements. Parmi les travaux les plus importants de l'antiquité, on peut noter le canal du Nil à la Mer Rouge, le curage périodique des cataractes et vers 200 avant Jésus-Christ l'aménagement de Fayoum.

Grâce à l'assiduité de ses habitants, une bande de terre qui s'étendait le long du Nil a permis de nourrir quelques 7 millions de personnes au temps des Romains et d'exporter de grandes quantités de céréales vers Rome.

A l'origine, ces Egyptiens de l'antiquité ont cherché à combattre les crues et à contrecarrer les niveaux bas de la rivière. Ils ont creusé des canaux à travers les terres élevées qui bordent le Nil pour amener l'eau vers les terres basses qui s'étendent au delà; ils ont également dressé une série de berges transversales pour empêcher l'eau de couler vers le Nord. Puis, ils ont organisé l'irrigation par bassin et régions délimitées grâce à des conduites d'alimentation.

Cependant, des grandes crues ont vite menacé ces berges transversales en les exposant à des pressions anormales. Le projet d'irrigation avait été limité à la rive gauche où s'était installée une grande partie de la population et où s'étaient créées des villes; la rive droite restait exposée à l'action des eaux incontrôlées. En raison des dangers encourus par les terres du delta en période de fortes crues, fut planifié la résorption des eaux excédentaires grâce au lac de Moeris. Grâce à ce projet, la régularisation des eaux du delta fut assurée.

Durant la conquête arabe, d'après les documents historiques, il n'y a pas eu de changements radicaux des aménagements. Pour irriguer les terres, on continuera à pratiquer le système de submersion et le système d'irrigation par bassins. Le plus grand travail que les souverains arabes aient réalisé dans le domaine de l'irrigation est la construction des indicateurs de niveau d'eau le long du Nil. L'agriculture basée sur l'irrigation s'étendit et la surface cultivée atteignit 3 millions de feddan, pour une population de 12 millions.

Dans les premières années du 19^e siècle, sous le pouvoir de Mohamed Ali, les terres cultivables furent distribuées entre les gens. Des cultures plus importantes furent introduites telles les fruits, la canne à sucre, les légumes et surtout le coton importé du Brésil et de l'Inde en 1830. Durant cette période, les efforts ont surtout été déployés afin de changer le système d'irrigation car le coton doit être planté avant la montée du Nil et il exige des arrosages fréquents et réguliers. Pour irriguer ces

cultures d'été, la solution choisie fut de construire les barrages du Delta pour permettre à l'eau d'entrer dans les canaux durant l'étiage, en relevant le niveau. Plus tard, le développement rapide des cultures d'été a nécessité la construction de réservoirs de régulation en amont, pour accroître le débit d'étiage; le premier fut la Digue d'Assouan en 1902 (980 millions de m³). Le plus récent est le Haut Barrage d'Assouan construit en 1968 pour permettre à l'Égypte de nourrir 70 millions d'habitants à la fin du siècle.

LE SYSTEME D'ADDUCTION D'EAU DE TUSPA (URARTU) par Dr. G. Garbrecht

L'auteur a voulu montrer que les problèmes d'alimentation en eau ont préoccupé les anciens, et le concept, la planification et la réalisation des systèmes sophistiqués ont eu des prédécesseurs dans l'histoire. Ainsi grâce au témoignage des inscriptions assyriennes, des annales et inscriptions d'Urartu montre que le peuple d'Urartu possédait des compétences remarquables en matière d'aménagement hydro-agricole, les nombreux réservoirs, les travaux d'irrigation et d'aménagement en terrasses du sol à travers toute la région en témoignent.

Les aménagements hydrauliques modernes ne diffèrent que par leurs dimensions et l'alimentation de la capitale d'Urartu, Tuspa (850-600 avant J-C) en eau potable et irrigation est un exemple éclatant de planification et de réalisation remarquable. Le système a fonctionné pendant plus de 2.500 ans et remplit encore, en partie, son usage originel.

SUR LES ORIGINES DE L'AGRICULTURE HYDRAULIQUE par J. Bethemont

Se basant sur différents exemples au Moyen-Orient, en Égypte, dans la vallée de l'Indus en Chine, au Mexique, l'auteur montre que l'analyse des premiers développements de l'irrigation dans l'Histoire permet de soutenir la théorie suivante: la mise en place des systèmes hydrauliques a été conditionnée par les trois variables suivantes: l'incitation au changement (crise démographique, pression du milieu naturel), l'existence de certaines cultures (telles le riz, les céréales irriguées) et la présence d'un milieu culturel favorable au changement. Ces trois variables ont joué alternativement le rôle de cause et conséquence au développement de l'agriculture hydraulique, au sein de combinaisons qui peuvent être fort diverses: l'absence de l'une de ces variables suffit à compromettre le développement du processus hydraulique.

que. Cette théorie reste d'ailleurs valable à l'époque contemporaine et son intérêt n'est pas purement historique.

—oOo—

A la suite de la présentation de ces communications par leurs auteurs, plusieurs comités nationaux ont exposé l'état d'avancement de leurs travaux :

— *au Canada* : le groupe de travail s'intéresse essentiellement à l'histoire du drainage à l'Est et de l'irrigation à l'Ouest du pays; les documents sont en cours de rassemblement.

— *au Pakistan* : le groupe travaille sur le Bassin de l'Indus, avec l'Inde ; l'histoire de cette riche plaine remonte à plus de 2.000 ans avant J.C.

— *en URSS* : Un ouvrage sur l'histoire de l'irrigation et du drainage en URSS sera prêt en 1982.

— *en Italie* : Afin de faciliter les recherches, le groupe a divisé l'Italie en 3 secteurs : Italie

méridionale, Italie centrale (sans eau), Italie Septentrionale (pourvue de nombreuses ressources).

— *en France* : Mme Conac, auteur d'une étude relative à la gestion de l'eau au 19ème siècle et durant les périodes antérieures a présenté son étude et montré qu'au 19^e siècle une nouvelle législation a vu le jour qui a gêné en France l'avancement des superficies aménagées, car la gestion de l'eau s'est trouvée partagée entre 2 ou 3 ministères.

Depuis cette nouvelle législation, la gestion de l'eau n'a plus fait l'objet d'une politique cohérente en France.

En conclusion, le Pr Garbrecht a remercié les Comités Nationaux de l'intérêt qu'ils portent à cette question. Il a signalé que depuis le commencement de ce travail sur l'histoire de l'irrigation en 1977 à Téhéran, 23 groupes nationaux ont été constitués qui devraient atteindre 30 à 35 prochainement. Ainsi avec ce travail, dans un délai de 5 à 10 ans, la CIID aura été à l'origine d'une encyclopédie de l'histoire de notre profession.

SOMAGEC

SOCIETE ANONYME AU CAPITAL DE 6.000.000 DH

SOCIETE MAGHREBIENNE DE GENIE CIVIL

Siège Social, Bureaux X Entrepôts

Rue S/Lieutenant M. Leibovici

Tél. : 24.14.22 - 24.07.85

O U K A C H A

Directeur Général : M. Riad SAHYOUN

TERRASSEMENTS

GENIE CIVIL

BETON ARME

OUVRAGES D'ART

METHODES D'EVALUATION A POSTERIORI DES AMENAGEMENTS : REALISATIONS ET MESURES CORRECTIVES

— SESSION SPECIALE —

Résumé des interventions des congressistes lors de la session spéciale

par

A. KHAMLICH

Ingénieur à l'ORMVA du Loukkos

INTRODUCTION

La Session Spéciale s'est déroulée en deux séances.

La première séance, tenue le 4 septembre de 9 h à 12 h a porté sur l'examen des points suivants :

— Intérêt de l'évaluation et présentation de ses difficultés ;

— Relation entre l'évaluation a priori et l'évaluation a posteriori ;

— Examen de points particuliers (taux de rentabilité interne, efficacité d'un réseau d'irrigation, enquêtes, etc).

La deuxième séance s'est tenue le 1 septembre de 9 à 12 h et a eu pour objet l'examen des points suivants :

— Evaluation intégrale du projet ;

— Présentation de deux cas d'évaluation :

• Rapport France : évaluation du projet de la vallée de l'Anthion

• Rapport Maroc : suivi et évaluation du projet intégré du Loukkos.

Le débat sur le sujet a suscité l'intérêt des congressistes et s'est manifesté par de nombreuses interventions fructueuses.

Les principales interventions ont été présentées par Messieurs :

• J. Duroiseau Dugontier, rapporteur général

• John Malone, représentant de la Banque Mondiale

• Jean Pierre Bourgin, représentant de l'OCDE

• Ottone Ferro, professeur à l'Université de Padoue, Italie

• Ahmed Arafa, Vice-président de l'ANAFID

• Papadopoulos, Président honoraire de la CIID

• Ait Tihyaty, IAV Hassan II de Rabat

• A. Leruth, ORMVA du Loukkos, Ksar el Kébir.

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES INTERVENTIONS

M. J. DUROUSSEAU DUGONTIER

— L'évaluation a posteriori signifie la comparaison des résultats à des objectifs ainsi que la recherche des mesures correctives pour rapprocher les résultats aux objectifs.

— Nécessité de cohérence entre les résultats d'évaluation et le centre de décision.

— Importance de la collecte des données dans l'évaluation a posteriori.

— L'évaluation est fonction du niveau considéré, à savoir :

- politique générale
- politique sectorielle
- agent d'exécution
- projet
- exploitations agricoles
- composition du système de production.

M. John MALONE

— L'évaluation doit faire partie d'un processus continu de connaissance.

— Intérêt de la hiérarchisation des objectifs pour l'évaluation.

— Il n'existe pas un moment optimal pour l'évaluation. Le moment d'achèvement du projet est un bon moment pour l'évaluation (investissement et coûts connus, etc).

— Dans les 40 projets financés par la Banque Mondiale, on a constaté des problèmes d'ordre humain, d'organisation et d'estimation.

M. Jean Pierre BOURGIN

Pour l'évaluation des aménagements, il faut répondre aux quatre questions suivantes :

- quelle évaluation ?
- par qui ?
- quand ?
- pourquoi ?

— A la première question, il s'avère nécessaire de procéder à une évaluation socio-économique et écologique, et non seulement économique.

— A la deuxième question, l'équipe chargée de l'évaluation doit être pluridisciplinaire.

— A la troisième question, l'évaluation doit commencer dès le début du projet et être continue, « périodique ».

— A la quatrième question, l'évaluation doit être utilisée comme aide à la gestion et aux prises de décisions.

M. Ottone FERRO

La confrontation du taux de rentabilité interne, déterminé dans l'évaluation a posteriori, avec celui qui a été calculé dans l'évaluation a priori est à exclure et ceci à cause des modifications des paramètres de calcul économique, en conséquence de la période qui s'écoule entre les deux analyses à savoir :

• Les considérations politiques (autosuffisance, exportation, etc) peuvent changer et ne pas être les mêmes dans les deux évaluations ;

• Variations du coût d'investissement pour différentes techniques ;

• Avantages secondaires difficiles à évaluer ;

• D'autres variations peuvent intervenir : disponibilité des différents facteurs de production, rapports entre le secteur agricole et d'autres secteurs, conditions et structures du marché des produits agricoles et de la production agricole etc.

Il faut plutôt comparer les composantes du projet que des grandeurs comme le taux interne de rentabilité.

Il est important de rappeler la contradiction entre la rentabilité d'exploitation et la rentabilité de la collectivité.

Dans l'évaluation a posteriori, il convient de parler d'analyse plutôt que d'évaluation étant donné que les données élémentaires sont réelles. Pour l'évaluation a priori le terme d'évaluation est plus approprié, car les données élémentaires introduites dans le calcul sont toutes hypothétiques.

M. A. ARAFA

— A partir de quand devons-nous procéder à l'évaluation a posteriori ?

— L'évaluation doit démarrer avec le projet et doit être une évaluation continue.

— Cette conception de l'évaluation a posteriori permet d'étudier le problème de réhabilitation et modernisation des réseaux, traité dans la question 36.

M. PAPADOPOULOS

— Deux évaluations ne sont pas suffisantes, il faut faire plusieurs évaluations périodiques « successives » pour un suivi efficace.

— En outre, il est nécessaire d'instituer un organe au sommet pour contrôler, suivre et évaluer avec possibilité d'intervention pour rectifier et corriger le projet.

M. AIT TIHYATY

Cette intervention était indispensable pour compléter et exploiter la communication marocaine qui a été communiquée à la CHD.

Elle a décrit succinctement la méthodologie de la conception et de la réalisation d'un système d'évaluation continu basé sur le suivi des effets dans le cas concret du projet ORMVAL.

L'intervenant a mis en évidence l'originalité de cette approche faite par une équipe pluridisciplinaire sur une situation réelle et concrète. Il a en outre montré que les autres méthodes ne deviennent pas nécessairement caduques dans la mesure

où leurs utilisateurs en connaissent les limites d'utilisations et les objectifs de leurs emplois.

M. A. LERUTH

Il est impossible de réduire les études d'évaluation à des modèles entièrement préfabriqués.

Difficulté de trouver le lien ombilical entre macro-économie et micro-économie.

Difficulté de relier calculs économiques avant, pendant, après projet.

Appréciation de la méthodologie entreprise dans le cadre de l'ORMVAL.

AUTRES INTERVENANTS

Il faudrait signaler que d'autres interventions ont été faites par les congressistes, nous en donnons ci-dessous les principaux éléments :

— En général, la durée des aménagements dépasse souvent 10 ans et la majorité des projecteurs s'attache aux détails du projet et néglige son évolution dans le temps. Dès le départ, il faut envisager l'étude de l'évolution des aménagements.

— On constate souvent le manque d'entretien des réseaux. Il est nécessaire de mettre les moyens de maintenance (humains et matériels) dès le départ du projet et rédiger un cahier de maintenance.

— L'évaluation a posteriori doit se baser sur des éléments quantitatifs et qualitatifs. De là, la nécessité de définir les indicateurs qualitatifs et quantitatifs.

— Le représentant de la Banque Mondiale de Développement signale que la Banque s'oriente vers le financement des petits projets et ceci en raison de la portée des petits projets, tandis que les grands projets sont à long terme et leur rentabilité est douteuse.

— Nous pouvons distinguer trois types d'évaluation :

- évaluation de politique générale
- évaluation sectorielle
- évaluation suivi, tableau de bord, gestion du projet.

CONCLUSION

— Nécessité d'une évaluation a posteriori continue.

— L'activité de suivi et d'évaluation du projet doit être intégrée au projet et instituée au sommet.

— Nécessité d'une évaluation intégrale socio-économique et écologique.

— Les responsables du suivi et de l'évaluation doivent être choisis parmi les agents les plus expérimentés.

— Faire participer les agriculteurs dans l'évaluation.

— Il est nécessaire de prendre en compte les moyens de maintenance des réseaux d'irrigation dès le départ du projet et de rédiger un cahier des charges de maintenance.

Compte N°	Montant	Libellé	Observations
100 000 000	100 000 000	100 000 000	
100 000 000	100 000 000	100 000 000	
100 000 000	100 000 000	100 000 000	
100 000 000	100 000 000	100 000 000	

Intervention à la Session Spéciale

par

A. AIT TIHYATY

I.A.V. Hassan II

Monsieur le Président, chers collègues,

Mon intervention voudrait apporter quelques éléments complémentaires au rapport N° 15 de la Session Spéciale. Elle porte sur la description résumée de la démarche méthodologique conçue et appliquée pour la mise en place d'un système d'évaluation continue et globale utilisant les effets d'un projet concret sur sa zone-cible.

Au préalable, je vais donner un bref dimensionnement de ce projet :

— Il s'agit d'un projet de développement à base de l'agriculture irriguée dans la région du Loukkos située au Nord-Ouest du Maroc.

— Ce projet concerne une population de 253.000 habitants et porte sur une superficie de 130.000 ha.

— Les investissements ont atteint à la fin de 1980, un montant de 980 millions de Dirhams soit environ 200 millions de \$ (non compris les barrages) et ce projet est encore en cours de réalisation.

Je vous signale aussi une intégration verticale assez poussée dans ce projet qui porte, en effet, sur :

- les aménagements d'irrigation ;
- l'introduction de nouvelles techniques de production agricole et de l'élevage ;
- l'instauration de nouveaux circuits d'approvisionnement en facteurs de production et du Crédit Agricole ;
- l'installation de débouchés pour les principales productions agricoles et d'élevage ;

— la mise en place d'une infrastructure sociale et économique (adduction d'eau, électrification..)

C'est donc un projet à plusieurs objectifs et qui constitue un des piliers du développement régional. L'approche de son évaluation est délicate du fait de la durée, assez longue, de sa réalisation et de son étendue à la fois horizontale et verticale.

Je tiens à vous signaler que M. Lahlou Othmane, vice-président de la CIID était directeur général de ce projet et il a, à ce titre, vivement encouragé la réalisation de cette étude. Je l'en remercie amicalement.

Le problème fondamental qui nous a été posé était de savoir si le projet engendre suffisamment le développement socio-économique et sa zone d'impact, afin de provoquer éventuellement des mesures de correction au niveau des actions et de la stratégie. Et, c'est dans cette perspective que nous avons cherché à élaborer un système d'évaluation continue basé sur le suivi des effets induits du projet, ce qui équivaut à procéder périodiquement à des transformations socio-économiques dans la région-cible. La démarche méthodologique s'est déroulée en deux étapes successives :

— premièrement : l'identification des effets socio-économiques du projet.

— deuxièmement : l'établissement de modèles de collecte et du traitement de l'information concernant un lot d'effets du projet.

Pour identifier les effets du projet, nous avons commencé par étudier l'ensemble des fonctions et

des actions de son maître d'oeuvre qui est un organisme public doté d'une certaine autonomie de gestion et d'initiative. De plus, le groupe multidisciplinaire qui a collaboré à cette étude a procédé à une réflexion créative et collective de manière à balayer la quasi-totalité du champ des effets du projet. Cette prospection n'a pas cherché à éliminer a priori telle ou telle catégorie d'effets quelque soit leur position par rapport au sens du développement de la région.

Nous avons, comme on pouvait s'y attendre, abouti à une liste relativement longue; et pour pouvoir terminer cette étude dans des délais acceptables, nous avons décidé de focaliser la réflexion sur un nombre plus réduit d'effets significatifs. Autrement dit, nous avons décidé d'opérer une sélection d'un lot d'effets revêtant une importance incontestable. Pour cela, nous avons utilisé simultanément deux critères de classification :

— Le premier critère est le degré d'intensité des actions de l'office, c'est-à-dire du projet en amont de chaque effet,

— Le deuxième critère est l'intérêt de l'évaluation de chaque effet pour les principaux partenaires du projet qui sont notamment :

- les autorités politiques de tutelle à l'échelle nationale et régionale ;
- les représentants politiques et professionnels de la population de la région ;
- l'organisme de financement ;
- et enfin, le maître d'oeuvre du projet, c'est-à-dire l'Office Régional.

Les effets qui ont été ainsi sélectionnés couvrent en réalité des domaines diversifiés dont la juxtaposition représente la globalité des transformations engendrées par le projet.

Je me limiterai à en mentionner quelques uns:

- les techniques de productions,
- l'évaluation des quantités des principaux produits agricoles de la région,
- le niveau de vie des familles rurales,
- les transferts de la propriété foncière,
- l'exode rural.

La deuxième phase porte sur l'élaboration d'un système cohérent de collecte et du traitement de l'information. Je me limiterai là aussi à citer les principales étapes qui la constituent :

— Pour chaque effet retenu, nous avons cherché des indications permettant d'en mesurer l'évaluation.

— Par la suite, nous avons identifié les sources d'information susceptibles d'alimenter ces indications.

— Et enfin, nous avons conçu des modes de collecte de cette information (c'est-à-dire les canaux, la périodicité, les moyens et les modalités de stockage et d'archivage).

Je voudrais préciser que notre étude a débuté au cours de la réalisation du projet. Comme on d't couramment : « Nous avons pris le train en marche ». Il était donc normal qu'il y ait déjà au niveau de l'office des pratiques de collecte et du traitement de l'information. Nous avons donc estimé qu'il était sage et raisonnable de commencer cette deuxième phase par une enquête approfondie portant sur le système de collecte existant ainsi que sur l'utilisation qui est faite de l'information recueillie.

En fin de compte, le système global de collecte de l'information qui a été construit est formé :

— des modèles qui étaient utilisés auparavant et qui sont améliorés et rationalisés ;

— d'un ensemble nouveau de fichiers et de recueils permanents de l'information (prix, quantités d'offres et de documents d'emplois..) ;

— et enfin, des enquêtes périodiques à objectifs multiples au niveau des exploitations agricoles, des familles rurales et des agglomérations rurales.

Pour chaque effet retenu nous avons élaboré un canevas d'utilisation de l'information fonctionnant dans deux sens :

— dans le sens actions du projet vers l'effet, c'est-à-dire des informations à recueillir vers les indications à calculer,

— et dans le sens inverse, c'est-à-dire de l'indicateur de l'effet vers les informations ayant servi à leurs calculs ou autrement dit de l'effet évalué aux actions ayant provoqué l'évolution de ce même effet.

Ce canevas analytique aide à identifier les causes des évolutions observées au niveau de la zone du projet.

Ce qui permet de constater que tout changement, toute transformation perceptible au niveau de la région n'est pas forcément imputable en totalité ou même en partie au projet. Telle ou telle évolution peut apparaître au niveau même de la cible du projet sous l'influence prédominante de l'environnement (conditions atmosphériques, inflation..) sur lequel ce même projet n'a aucune emprise.

Et enfin, j'ai le plaisir de vous apprendre que la mise en place de ce système d'évaluation continue sur la base du suivi des effets a commencé dans le projet du Loukkos. Elle est gérée par une cellule permanente directement attachée à la direction générale de ce projet.

Pour conclure, je constate, personnellement, que ce système d'évaluation continue et globale

n'est pas à opposer aux autres méthodes et pratiques d'évaluation qu'elles soient techniques ou financières. Je dirai même qu'il les intègre en partie.

Je pense que l'essentiel est que chaque « évaluateur » soit conscient des objectifs et des limites de son outil méthodologique.

Je vous remercie.

LISEZ



HOMMES, TERRE ET EAUX

Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

BULLETIN D'ADHESION ET D'ABONNEMENT

- et enfin, le maître d'oeuvre du projet, c'est

Intervention a la Session Spéciale

par

Albert LERUTH

*Licencié en sciences commerciales et consulaires
Economiste*

*Chef de mission INSTRUPA Consulting
à l'ORMVA du Loukkos*

Monsieur le Président,

Le problème de l'évaluation « a posteriori » nous apparaît suffisamment complexe pour affirmer qu'il est impossible de réduire les études d'évaluation des projets à des modèles entièrement préfabriqués.

Néanmoins, du point de vue économique, le « guide d'évaluation des projets d'irrigation » établi par Bergmann et Boussard (OCDE 1976) constitue un guide très valable.

Je suis par ailleurs d'accord avec les réflexions du professeur Ferro (R 14 Session spéciale) sur l'impossibilité de comparer de façon absolue un taux de rentabilité interne établi « a priori » ou « ex ante » avec un même calcul « a posteriori » ou « ex post » bien qu'un tel exercice ne soit pas sans valeur relative.

Cela m'amène aux réflexions suivantes :

— il est très difficile de jeter un pont solide et complètement fiable entre les calculs économiques avant, pendant et après le projet ;

— il nous faudrait également trouver le lien ombilical entre la macro-économie (à l'échelle nationale et mondiale) et la micro-économie (à l'échelle du projet ou de l'exploitation) ;

— à ma connaissance, nous n'avons pas encore trouvé le génie qui traduira en paramètres de

calcul mathématique le degré de satisfaction sociale ou, si vous voulez, le fameux indicateur du « bonheur national brut ».

Force nous est donc, spécialement à nous économistes, de rester modestes et de baser nos analyses sur l'étude des rendements des revenus et d'autres signes extérieurs déterminés en termes d'objectifs.

Néanmoins, comme les multiples effets induits d'un projet peuvent être tels qu'ils échappent tant à notre prévision qu'à notre analyse ou à notre contrôle, j'apprécie particulièrement la démarche méthodologique marocaine (R 15) entreprise dans le cadre de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Loukkos.

Cette démarche permet :

— de balayer tous les effets possibles d'un projet,

— de se focaliser ensuite, selon l'intérêt ou la demande, sur tel effet induit, d'en déterminer les sources, d'en préciser les indicateurs pertinents et de rechercher les moyens de collecte ad hoc.

Je souhaiterais quant à moi que les études entreprises à ce jour dans ce domaine puissent être communiquées à tous les participants de ce présent congrès et fassent l'objet d'une communication et d'une évaluation au prochain congrès de la C.I.I.D.

Considerations sur la Session Spéciale

par

Albert LERUTH

L'évaluation économique des projets d'irrigation a été traitée au X^e Congrès de l'ICID à Athènes en mai-juin 1978. Ce fut le sujet de la question de base n° 33.

Du foisonnement des rapports transmis dans le cadre de cette question 33 et des débats qui en résultèrent, il est apparu que les méthodes d'évaluation des projets « ex ante », bien qu'en perpétuelle amélioration, pouvaient déjà faire l'objet d'une classification dont il était possible de dégager des principes généraux (*).

Beaucoup moins précises sont, par ailleurs, les méthodes d'évaluation a posteriori faisant l'objet de la Session Spéciale du XI^e Congrès de l'ICID (Grenoble 1981).

Contenu du thème proposé

Le thème proposé se dégage de l'extrait suivant de l'exposé de la question dans le document officiel de l'ICID (**):

« Certains pays ont mis à profit leur expérience pour formuler des règles et des formes d'enquêtes et d'études pour le traitement ordonné d'un aménagement depuis l'étape de sa conception, en passant par celles de la planification de l'étude, de la construction et de l'exploitation. Il n'est pas rare que des aménagements n'aient pas atteint les buts escomptés et que la performance d'autres aménagements n'ait pas été efficace et sans problème par suite d'erreurs ou d'omissions à des éta-

pes critiques de développement. *Il conviendrait par conséquent que des méthodes d'évaluation a posteriori soient mises au point pour évaluer (et contrôler pendant l'exploitation) les résultats (et performances) des aménagements et les comparer avec les estimations et les projections initiales* ».

Il s'agissait donc bien de contributions à fournir sous forme de cadre conceptuel.

Cependant, l'exposé de quelques titres donnés à titre indicatif pour illustrer le genre de contributions attendues dans le cadre du thème, était tellement ambigu qu'il diluait la proposition initiale et entretenait la confusion. N'y lisait-on pas par exemple, entre autres contributions possibles :

« IX) Méthodes pratiques de l'étude (ancienne) a posteriori des défauts dans le développement des mesures correctives ». (*)

L'apport de la session spéciale

Quinze communications ont été soumises à la session spéciale du XI^e Congrès de la Commission Internationale des Irrigations et du Drainage. Le résumé des communications est donné à la suite du présent exposé.

De valeur très inégale, ces communications n'en constituent pas moins une moisson d'idées et d'observations très importante mais qu'il était fort difficile d'enranger et de transformer en un recueil de règles et de directives applicables en matière de suivi et d'évaluation a posteriori des projets d'irrigation.

En cette matière, l'excellent « guide de l'évaluation économique des projets d'irrigation » de

(*) Voir « Méthodes d'évaluation économique des projets d'irrigation (question 33) par Aït Kadi M. et Lamrani H. dans « Hommes, Terre et Eaux, n° 29, pp 33-39.

(**) Session Spéciale Grenoble 1981, pp. V-VII.

(*) Session Spéciale, Grenoble 1981, p. VI.

l'OCDE (**) consacre — ainsi que le rappelle le professeur Ferro (R 14) — un chapitre entier aux évaluations à faire :

— pendant la période de construction des ouvrages,

— la période d'adaptation,

— la période où les installations ont atteint le régime de croisière.

Mais le rapport 14 met en évidence l'impossibilité de comparer de façon absolue par l'analyse avantages/coûts la rentabilité a posteriori d'un projet à celle projetée dans l'évaluation « ex ante ». Les réflexions du rapport 14, notamment au sujet des différences d'objectifs entre les analyses économiques a priori et a posteriori, de la modification des paramètres du calcul économique en conséquence de la période qui s'écoule entre les deux analyses, sont des plus pertinentes.

Beaucoup de communications sont basées sur les constatations faites par des équipes chargées du contrôle et de l'évaluation (R 3, R 5, R 6, R 7). Il est bien sûr intéressant d'apprendre, par exemple, que :

— le projet Pick-Sloan (1/6ème du territoire des Etats-Unis) a été conduit de façon fort différente du projet initial et a obtenu des résultats positifs et négatifs non prévus selon les composantes (R 3).

— les projets San Lorenzo au Pérou et Anacogua au Chili central connaissent des problèmes conflictuels (R 5),

— le projet ORD en Australie souffre de sa situation de pionnier éloigné d'un réseau normal de communications et de débouchés (R 6),

— les projets en Asie Centrale, au Caucase Nord et en Ukraine ont une rentabilité rapide et une mise en valeur qui dépassent les prévisions (R 7).

Mais cela ne nous donne guère de références à une systématique de recherche de données et de procédures.

Ce genre d'analyse de cas, quand elle est menée de façon systématique et selon une procédure définie apporte cependant un ensemble de données comparables dont on peut tirer des résultats consolidés. Dans ce sens, la revue des rapports de la Banque Mondiale (R 8) ne manque pas d'intérêts.

(**) H. Bergmann, J.M. Boussard, Guide de l'évaluation économique des projets d'irrigation (version révisée), OCDE, Paris, 1976.

Si l'on compare les projets les plus réussis avec ceux dont les résultats sont moins brillants, on peut dégager quelques données significatives :

— Les projets tendant à améliorer ou étendre des systèmes existants basés sur un bagage technologique éprouvé et des irriguants expérimentés ont de meilleures chances de réussite que ceux qui proposent à des fermiers non habitués à l'irrigation l'introduction de nouvelles cultures, technologies et formes d'organisation ;

— Les projets d'irrigation à échelle réduite sont, selon les résultats enregistrés, moins coûteux que ceux établis à plus grande échelle sur base de l'irrigation classique à but unique.

La communication (R 8) donne l'orientation actuelle de la Banque Mondiale qui :

— s'appliquera dans l'avenir à trouver le moyen de s'atteler de plus en plus à l'étude des projets arrivant à terme et capables de fournir une base d'évaluation a posteriori,

— collaborera de plus en plus dans l'avenir avec des équipes de suivi et d'évaluation tant dans les pays emprunteurs que prêteurs.

Sur le plan méthodologique, très peu de communications nous apportent quelque chose.

Le rapport d'un fonctionnaire de la Commission Economique pour l'Amérique Latine — CEPAL — (R 5) mentionne que la technique du questionnaire (the research framework) appliquée à un projet hydro-électrique, le Salto Grande, s'est avérée un moyen puissant pour établir un dialogue entre les divers responsables d'analyses détaillées dans des conditions où des échanges plus directs ne sont pas possibles.

Nous ne doutons pas que l'information sur base de questionnaire puisse permettre la formulation de modèles mais sans plus ample information sur le questionnaire et son application, le discours reste purement académique.

Dans l'excellente communication du professeur Ferro (R 14), le chapitre 4 s'intitule « méthodes pratiques de contrôle pendant la période d'exécution des travaux et la période d'adaptation, et mesures correctives éventuelles ». Mais il s'agit ici surtout de conseils pour que les contrôles d'évaluation aient une valeur opérative et le message, émaillé de remarques pertinentes, se borne à recommander qu'il ne faut ni se limiter à constater les faits ni se lancer dans les analyses économiques trop sophistiquées qui risquent de faire perdre un temps qui serait précieux pour agir.

Force nous est de constater que la seule communication à caractère méthodologique était présentée par le rapporteur marocain (R 15).

L'approche originale de l'identification des effets d'un projet et le cadre conceptuel qui permet de juger sur un plan global les impacts des projets de développement agricole ont beaucoup intéressé les délégations qui ont suivi les travaux de cette session spéciale (*).

Pour la constitution d'un groupe de travail

La variété des communications, le foisonnement d'observations, ne rendent pas la tâche facile au rapporteur général de la session spéciale. Monsieur J. Durousseau Dugontier, qui conclut sa revue des communications en ces termes (**):

« Au cours de la décade passée, des procédures d'évaluation a posteriori ont été systématisées et généralisées. Il semble que nous entrons maintenant dans une décade où le suivi des projets prendra une plus grande importance de même que le développement des méthodes d'évaluation a posteriori. Ces méthodes auront à prendre en considération que chaque projet est un cas particulier; dans le même temps, elles auront à être d'application suffisamment générale pour permettre l'élaboration de guides du suivi capables de comparer les différentes étapes d'un projet donné et les différents projets entre eux.

Ces procédures conduiront à la définition d'indicateurs de base choisis tant pour leur pertinence que pour leur aptitude à être rapidement utilisés. Cette approche particulièrement pratique aura, en retour, des implications sur les méthodes d'évaluation a posteriori utilisées pour déterminer les indicateurs en question ».

Nous sommes d'accord avec les conclusions du rapporteur général. Les travaux importants que constitue la masse d'informations recueillie lors du Xème Congrès de l'ICID à Athènes (question

33) et du XIème Congrès de l'ICID à Grenoble (session spéciale), mériteraient certainement d'être clôturés par un travail méthodologique fondamental.

Nous pensons cependant qu'un tel travail ne pourrait être fourni que par un groupe de travail hautement qualifié (***)).

Sans vouloir entrer dans le détail des chapitres qui devraient être développés dans un tel recueil d'informations et de directives, soulignons toutefois l'intérêt d'une réflexion préliminaire et approfondie sur le problème de la viabilité socio-économique des projets d'irrigation et de drainage face au progrès technologique. Peut-on encore établir un calcul de rentabilité a priori pour un projet de développement agricole à long terme (30 ans minimum) sans tenir compte par exemple des bouleversements que ne manquera pas d'introduire la croissance exponentielle de la génétique ?

Jusqu'à quel point l'eau douce restera-t-elle dans 30 ans un facteur de production limitatif et non substituable ? Quelle devrait être à l'échelon mondial la politique structurelle à long terme — dégagée des exigences conjoncturelles — en matière d'irrigation et de drainage ?

De telles réflexions de base pourraient éclairer un peu les problèmes que présentent les évaluations a priori et a posteriori ainsi que le suivi des projets d'aménagement hydro-agricole.

(*) Pour plus ample information, voir le compte rendu du séminaire organisé par l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, l'Office de Mise en Valeur Agricole du Loukkos, le Service des projets de la DPAAE et la FAO, (28 et 29 mai 1981, Rabat - IAVH II).

(**) ICID, General Reports Q 36 and Q 37 Special Session, page GS 17. Traduction de l'anglais (Rapport général en français non disponible).

(***) A noter qu'à l'issue du XIème Congrès de l'ICID, Grenoble, la délégation marocaine a suggéré la constitution d'un tel groupe de travail.

Résumé des communications présentées à la Session Spéciale

par

Albert LERUTH

R.1. Evaluation de la gestion des eaux dans les projets d'irrigation

(Davey et Rydzewski, Institute of Irrigation Studies, University of Southampton, U.K.)

Le but du travail exposé dans cette communication est d'établir certains critères particulièrement significatifs pour permettre d'évaluer la responsabilité de la qualité de la gestion des eaux dans la production et l'amélioration des cultures de la même façon qu'il est logique d'évaluer en termes de variations de rendement de culture les effets d'application de fertilisants.

Les ratios de production (Jansen 1968, Rydzewski et Nairizi 1979) peuvent être employés pour déterminer les facteurs suivants par référence aux besoins des plantes à différents stades du cycle de culture :

- rendement potentiel
- rendement postulé avec gestion idéale de l'eau.
- rendement réel avec la gestion actuelle de l'eau.

Ces différents rendements peuvent être évalués pour chaque culture sur des parcelles expérimentales mais il est intéressant d'obtenir un modèle permettant la conversion de l'approvisionnement réel en eau à un rendement moyen théorique de culture.

Chaque secteur du projet a sa propre allocation d'eau et l'objet de l'étude est de voir comment cette allocation est respectée.

Partant des caractéristiques du système d'irrigation et de l'allocation des ressources, nous pouvons tirer « l'indice d'approvisionnement en eau

du secteur » et « l'indice du temps d'approvisionnement en eau du secteur » indiquant respectivement les quantités d'eau fournies et les intervalles entre les fournitures d'eau.

Par application de ces indices en conjonction avec les facteurs de rendement, on peut calculer pour chaque secteur par simulation les rendements potentiels, postulés et réels. De ces calculs, on déduit alors un indicateur consolidé, appelé « Indice de contrôle d'eau du projet » qui donne le rapport entre le rendement obtenu dans le cadre du projet et le rendement postulé (en termes d'objectif du projet).

Cette approche est évidemment théorique mais, disent les auteurs de la communication, meilleure que pas d'approche du tout en ce domaine.

Une application de cette méthode est donnée sur un exemple pris au Soudan où le secteur en aval du système d'irrigation ne recevait pas les fournitures d'eau prescrites. En prenant comme base la culture du maïs et en lui appliquant un facteur de rendement théorique, l'étude détermine un « indice de contrôle d'eau du projet » de 0,91 qui signifierait qu'un déficit de rendement de 9 % est attribuable à la qualité de la gestion de l'eau.

R.2. Amélioration du sol et recherches sur le projet d'Igdir en Turquie, les profits du projet au point de vue agricole et le développement socio-économique

(Toprakoglu et Gulsun, Turquie)

Le projet Igdir se situe dans la partie orientale de la Turquie. Ce projet d'irrigation est en

cours puisque le barrage d'Arpaçay qui sert de base à ce projet est en cours de construction.

Un des facteurs essentiels de ce projet consiste dans le contrôle de la salinité du sol. La communication décrit une série de mesures nécessaires concernant le lavage des sols et l'application de sulfate et de gypse.

R.3. Projets et réalités dans un bassin fluvial : une évaluation a posteriori de l'aménagement du bassin Pick-Sloan Missouri

(John M. Wilkinson, USA)

Le projet Pick-Sloan dans le bassin du Missouri est du type le plus extensif qui soit. En effet, il s'étend sur un sixième du territoire des Etats-Unis, il touche 10 des états du nord des Etats-Unis avec de très larges différences géographiques.

Ce projet était évidemment à buts multiples :

- production d'énergie hydro-électrique
- irrigation
- maîtrise des crues.

L'analyse du projet, après 28 ans, a pour but de dégager des directives pour une politique générale d'aménagement du territoire plutôt que d'étudier les procédures d'amélioration des projets particuliers.

Etant donné l'échelle démesurée d'un tel projet, le lecteur de cette communication ne s'étonne nullement des constatations du rapporteur, que ce qui a été accompli diffère considérablement de la conception initiale de 1944 et que les résultats révèlent de grandes variations dans l'accomplissement de certains objectifs spécifiques, à savoir :

a) la centrale hydro-électrique est quatre fois plus puissante, a coûté quatre fois plus cher, et produit huit fois plus de bénéfices que ce qui avait été prévu ;

b) le programme d'irrigation a échoué, ne réalisant que 3,6 % des bénéfices attendus, à trois fois le coût prévu ;

c) la maîtrise des crues a eu un succès total, avec une énorme réduction des dégâts correspondants ;

d) le réseau pour la navigation fonctionne très mal, du fait surtout que le lit fluvial est impossible à réguler ;

e) les aménagements récréatifs représentent une nouvelle réalisation importante qui apporte des avantages non prévus par les planificateurs.

Suivent en conclusion des considérations sur l'intérêt des projets à fin unique et bénéfiques secondaires plutôt que de programmes généraux à long terme qui diffusent les efforts et les responsabilités.

R.4. Suivi de l'amélioration due à l'irrigation à partir du barrage de Tsengwen

(Ching-Yu Lee et Chung-Yue Fung, Taiwan)

Le barrage de Tsengwen (terminé en 1968) fournit des eaux régularisées pour l'irrigation, la production énergétique, la fourniture d'eau et incidemment la maîtrise des crues.

Les avantages du barrage en ce qui concerne l'irrigation ont été étudiés avec soin compte tenu de la complexité des cultures de la région et de la petite taille des exploitations agricoles par enquêtes à la ferme dans un secteur de référence particulièrement bien choisi, selon les rapporteurs.

Le barrage de Tsengwen a permis d'améliorer de façon sensible la production agricole et le niveau de vie des paysans de la région malgré une réduction des superficies irriguées du fait de l'extension des zones urbaines et l'industrialisation croissante de la région selon le résultat assez général de l'économie taïwanaise dans la dernière décade.

Le rapport ne nous fournit que les constatations d'une équipe d'évaluation plus spécialement au niveau opérationnel de la ferme mais ne se réfère à aucune procédure qui pourrait fournir quelque information méthodologique.

R.5. Evaluation des grands projets sur l'environnement

(Terence Lee, économiste de la Commission Economique pour l'Amérique Latine, Nations Unies)

Ce rapport est axé sur l'évaluation des effets sur l'environnement dans de grands projets d'Amérique Latine.

Une première étude de cas est exposée concernant le projet San Lorenzo au Pérou. Depuis 1948, des aménagements ont été entrepris pour la mise en valeur de 76.000 hectares. De très sérieux conflits sont intervenus et notamment un développement spontané de l'irrigation en dehors du schéma directeur, développement dû en partie à des retards dans l'application de ce plan directeur, la salinité de la nappe et par endroit un engorgement des sols. Finalement, après des rectifications d'aménagement et la création d'une nou-

velle agence d'exécution, 36.000 ha ont pu être réellement irrigués.

Le deuxième exemple de cas présenté est celui de la vallée de l'Anacongua dans le Chili central à 70 km au nord de Santiago où actuellement 7.200 ha sont cultivés sous irrigation.

La situation est actuellement satisfaisante mais l'évaluation laisse entrevoir pour l'avenir des sources potentielles de conflits si des mesures correctives ne sont pas introduites.

Ces situations conflictuelles pourraient apparaître à cause de :

— l'anarchie du développement agricole et notamment la concurrence qui commence à se faire jour entre les cultures annuelles (maraîchage, céréales, fourrages) et les cultures pérennes (pêches et raisin de table) ;

— la stratégie du gouvernement qui pousse à l'industrialisation déterminera une demande sans cesse accrue des besoins en eau à satisfaire (eau potable et industrielle) et pose le problème de recyclage des déchets.

La rivière Anacongua est la principale source d'eau de la région et il est probable qu'elle ne pourra pas dans l'avenir satisfaire toutes les exigences.

Ce type d'évaluation de cas complexes a été mené par la CEPAL pour l'étude de 9 cas complexes. A la suite de ces études de cas, il est apparu nécessaire d'adopter un système d'analyse qui tiendrait compte des conséquences futures des projets sur l'environnement.

A l'occasion d'un nouveau grand projet, le Salto Grande (sur la rivière Uruguay entre l'Argentine et l'Uruguay), plusieurs séminaires et ateliers ont réuni les responsables, conseillers et experts, pour aboutir à l'établissement d'un instrument cadre proposé pour l'évaluation continue du projet. Il s'agit d'un questionnaire d'enquête dirigé aux « experts » concernés par les divers aspects du projet jusque dans ses interactions avec l'environnement.

L'auteur s'étend sur les avantages de l'instrument cadre proposé qui pallie, dit-il, le manque de guide pour les évaluations de la CEPAL.

Malheureusement, le rapport en question ne décrit le guide questionnaire en question qu'en termes vagues de sorte qu'il nous est impossible d'apprécier cet instrument.

Il eût été intéressant, au delà des considéra-

tions purement académiques du rapport, de pouvoir lire tout ou partie de ce guide questionnaire.

R.6. Evaluation a posteriori - Révisions du projet ORD

(J.S. Abbott, Australie)

Le projet d'irrigation ORD qui devait mettre en valeur 72.000 ha de sol noir dans une région éloignée du Nord-Ouest de l'Australie soulève le problème des régions pionnières loin des centres industriels et des marchés de consommation. La culture de base, le coton, introduite d'abord avec succès s'est ensuite révélée déficitaire par des problèmes de maladies, l'augmentation du prix de la lutte phytosanitaire et un changement dans les conditions du marché.

L'ORD en question fut soumise à trois différentes études d'évaluation (révisions) qui s'étendent sur 10 ans. La première étude attira l'attention sur le coût élevé de production, transformation et commercialisation de la culture de base, le coton. La deuxième étude fut dirigée dans la recherche d'économies d'échelle au niveau plantation. Il apparaît que la recherche agronomique ne parviendra pas à dégager des rendements suffisamment importants pour couvrir la charge des frais de transport. Une troisième étude s'oriente donc sur une extension éventuelle du projet de façon à réduire les frais de production.

Cette étude de cas est fort spécifique comme le sont les problèmes dans des pays tels que l'Australie. Elle illustre le danger d'une politique volontariste basée sur la quasi monoculture sans possibilités d'alternatives.

L'avenir nous dira si l'on poursuivra la fuite en avant en multipliant les investissements de base et, en ce cas, si l'extension déterminera un rendement satisfaisant.

R.7. Evaluation a posteriori des projets d'amélioration du sol (surtout l'irrigation)

(Dimitriev, Moscou, URSS)

Le rapport examine une série de projets de développement agricole sous irrigation réalisés en Asie Centrale (la Steppe de la faim), au Caucase Nord (les systèmes rizicoles du Kouban) et au sud de l'Ukraine (le canal Nord Crimca).

Le rapport souligne le grand succès de ces projets qui, selon l'auteur :

— ont une rentabilité de retour (pay back time) après un temps de 2 à 6 ans :

— dont la superficie de mise en valeur dépasse les prévisions.

Ce rapport, basé sur des performances comparées aux objectifs constitue un exercice se rapprochant du rapport annuel d'activité et n'apporte dès lors aucune information originale.

R.8. Evaluation a posteriori des opérations d'irrigation et de drainage - expérience de la Banque Mondiale

(John M. Malone, Poonsook Mahatanakoon, Andréas Meimaris, Staff members Banque Mondiale, Washington)

En 1970, la Banque Mondiale commença à élaborer un système d'évaluation pour analyser les résultats des projets réalisés avec son concours. Depuis 1974, les procédures ont été institutionnalisées. Les bénéficiaires sont tenus de soumettre un rapport après le paiement final, après quoi la Banque établit elle-même un document connu sous l'abréviation « RAP » qui détermine dans quelle mesure le projet était valable et permet de dégager toute information intéressante à retenir de l'expérience. Le « RAP » est ensuite analysé par un département indépendant, n'entrant pas dans la structure normale de la Banque. L'« OED » fut créé pour examiner systématiquement et de manière exhaustive, après achèvement des projets, toutes les opérations de prêt et leur contribution au processus de développement des Etats Membres.

Lors du Congrès de Grenoble, 40 projets d'irrigation et de drainage réalisés par la Banque Mondiale (dans le rapport on ne signale que 24 projets, mais une communication additive a été faite durant le Congrès par Monsieur Malone, communication qui porte l'examen sur 40 projets).

En analysant les résultats obtenus par les 40 projets, il apparaît clairement que les 22 projets rizicoles constituent une catégorie à part ; la plupart des indicateurs de performance diffèrent de façon significative entre ce groupe et celui des 18 projets non rizicoles. En particulier, le taux de rentabilité interne des projets rizicoles est de 27 % en moyenne contre 15 % pour les autres projets.

Une analyse de régression linéaire montre qu'il y a une relation linéaire négative entre le degré de surestimation ou de sous-estimation du taux de rentabilité et :

— le manque de double récolte pour les projets rizicoles,

— le défaut d'atteindre la superficie objectif pour les autres projets.

Le tableau des indicateurs de performance se trouve à la fin du présent résumé du R 8.

ETUDE DE CAS

Plusieurs études de cas ont été effectuées par la Banque Mondiale. Il serait trop long de les résumer. Contentons-nous d'en dégager certains aspects.

• *Projet rizicole Semry au Cameroun*

Les excellents résultats de ce projet seraient dus à la direction efficiente du projet, au soutien très actif des autorités camerounaises mais aussi à la taille réduite des exploitations (1,4 ha) contribuant à l'intensification de la culture et à l'introduction d'une double récolte.

• *Projet rizicole Muda en Malaisie*

Le taux de rentabilité estimé en début de projet à 10 % est maintenant estimé à 18 %. Des rendements plus élevés et une surestimation des coûts d'exploitation expliquent cette différence dans un projet où équipement et mise en valeur ont été réalisés selon le planning prévu.

• *Projet Sri Lanka (cultures maraichères)*

L'incertitude politique au moment de l'exécution initiale, une sécheresse dans les années 1973-1976 qui a limité l'approvisionnement en eau, les pannes fréquentes du système d'irrigation expliquent une sous utilisation des équipements du projet, actuellement en amélioration, mais dont le retard coûtera fort cher.

• *Projet Roseires au Soudan*

L'expérience tirée de cet ancien projet est qu'il ne suffit pas de construire un barrage mais qu'il faut encore l'aider pour l'équipement jusqu'à la ferme.

Ceci n'était pas la politique à l'époque et l'évaluation prouve que si cela avait été réalisé, la rentabilité de ce « vieux projet » aurait été meilleure.

• *Autres observations du rapport*

— Dans la dernière décennie, environ 40 % de l'augmentation de production vivrière est due à l'expansion ou l'amélioration de l'irrigation. Dans les dernières 50 années, la surface sous irrigation a triplé mais les coûts ont grimpé beaucoup plus rapidement que le taux d'inflation. Malgré cela, l'eau a été traitée comme un bien gratuit et les redevances d'eau payées par les fermiers

couvrent rarement le prix de revient de cette ressource rare. Ceci encourage le gaspillage et conduit souvent à une pénurie d'eau et de gros investissements de fonds pour y remédier.

— La Banque Mondiale envisage dans le futur une collaboration plus étroite avec les équipes d'évaluation a posteriori tant dans les pays prêteurs que les pays emprunteurs.

— L'expérience a montré que la fonction

d'évaluation a été quelquefois liée de trop près à certains niveaux particuliers de la direction avec les contraintes que cela suppose quant à la liberté de faire rapport et de faire preuve d'originalité et d'imagination dans les solutions à apporter. En d'autres cas, cette fonction a été trop éloignée des niveaux de décision d'où un manque d'efficacité lorsque l'évaluation devrait améliorer les futurs programmes. La position correcte est difficile à établir et à maintenir.

Indicateurs de performance (R.8. Banque Mondiale)

Désignation	Projets riz	Projets autres	Tous projets
Nombre de projets	22	18	40
Pluviométrie (mm)	1243	506	913
Superficie exploitation (ha)	3,77	6	5
Dépassement de temps (%)	37,5	47,4	42
Dépassement des coûts (%)	74,1	33,8	56
Augmentation valeur brute à pleine production			
Rapport évaluation/projet initial	2,04	1,79	1,92
Augmentation du volume à pleine production			
Rapport évaluation/projet initial	1,39	1,19	1,31
Prix des cultures			
Rapport évaluation/projet initial	1,54	1,17	1,38
T.R.I. (%)			
Rapport évaluation/projet initial	1,22	0,88	1,07
Augmentation superficie			
Rapport évaluation/projet initial	2,24	0,71	1,52
Intensité culture (évaluation) %	132	82	110
Intensité culture (projet) %	117	85	103

R.9. Evaluation a posteriori des ouvrages de maîtrise des crues des rivières Rouge et Assiniboine en province de Manitoba au Canada

(N. Mudry, P.J. Reynolds, H.B. Rosenberg, Canada)

Ce document présente une évaluation a posteriori des projets de contrôle des crues des rivières Rouge et Assiniboine.

L'évaluation en question était axée sur l'efficacité économique calculée en terme de coût/bénéfices.

Les résultats se sont révélés correspondre aux estimations avant projet et permettent de conclure à l'utilité effective des ouvrages réalisés. On notera que le rapport se base sur des considérations économiques qui font abstraction des souff-

rances humaines qui auraient résulté des crues si celles-ci n'avaient pas été contrôlées par ce système.

R.10 Construction de barrage par étapes

(P. Combelles et J. Combelles, France).

Le rapport concerne des informations techniques fort intéressantes sur la construction de barrages par étapes. Les données présentées sont appuyées par les rapports des Congrès de la Commission sur les Grands Barrages.

Bien qu'on puisse rattacher de tels travaux à l'étude économique des projets, un tel rapport malgré son intérêt évident ne trouvait, à notre avis, pas sa place dans le cadre de la session spéciale sur le suivi et l'évaluation a posteriori des projets.

R.11. Evaluation a posteriori du système Hydraulique à but multiple de la vallée de Vils en Bavière inférieure

(Reinhard Schmidtke, République Fédérale d'Allemagne)

Ce rapport cite un exemple où la maîtrise des crues est un facteur décisif de succès. Après la deuxième phase du projet de la vallée du Vils, l'utilisation du sol s'est transformée en l'espace de quelques années. La dernière évaluation révèle que 90 % des surfaces réservées précédemment au pâturage ont été transformées en surfaces labourées affectées au maraîchage.

Il reste néanmoins encore un certain risque d'inondation et la prochaine phase basée sur les constatations de la dernière évaluation est basée sur le principe de réservoir. Un modèle de simu-

lation en temps réel combiné à un système de mesure automatique constituera la phase finale de ce projet.

R.12. Analyse d'un indice d'équité de l'investissement public dans le cas d'une évaluation a posteriori du secteur d'irrigation de Bembezar, Espagne

(Manuel Garcia Nieto, Ricardo Rivera Pereira, José Ma Bergillos, Madrid)

Ce rapport établit le postulat d'un « index d'équité » qui mesure (en termes d'annuités équivalentes) le rapport entre les recettes fiscales additionnelles et le montant des subsides. Cette méthode appliquée à un secteur d'irrigation alimenté par le réservoir de Bembezar donne les résultats suivants :

Index d'équité « c »	Colons assistés (*) 0,28	Fermier privés 0,98	Total 0,74
-------------------------	-----------------------------	------------------------	---------------

L'index d'équité montre dans ce cas que l'Etat récupère 98 % de ses subsides auprès des fermiers privés et mesure le transfert fiscal au profit des « colons » bénéficiaires de la réforme agraire.

On perçoit facilement les limites d'une telle analyse qui ne tient pas compte des nombreux effets en aval du développement agricole. L'intérêt de l'analyse est ici plus spécialement d'ordre politique.

R.13. Méthodes d'évaluation a posteriori des aménagements : réalisations et mesures correctives

(Mathieu Usciaty, France)

Le rapport s'attache plus spécialement à décrire et analyser quelques indicateurs utilisés en France par les Sociétés d'Aménagement Régional pour suivre l'évolution du développement agricole dans le cas des aménagements hydro-agricoles.

Ces indicateurs sont classés en :

- indicateurs des potentialités du projet,
- indicateurs d'évolution des exploitations agricoles,
- indicateurs d'équipement.

Le rapport souligne que l'emploi de ces indicateurs permet des mesures correctives :

— au niveau de la définition technique des réseaux d'irrigation,

— au niveau de la mise en valeur.

Deux cas d'évaluation a posteriori basés sur ces indicateurs sont donnés en annexe à ce rapport. Ils concernent le casier 1 de la Compagnie du Bas Rhône Languedoc et des réseaux de la Compagnie des Côteaux de Gascogne.

R.14. Méthodes d'analyse a posteriori des projets d'irrigation - résultats et mesures correctives

(Ottone Ferro, Italie)

La communication du professeur Ferro s'attache surtout à l'aspect méthodologique des évaluations a posteriori. Plus spécialement, il tente de déterminer :

a) quant il convient d'utiliser l'analyse avantages/coûts ;

b) quand il suffit au contraire de se limiter seulement au relevé des données élémentaires et à leur comparaison avec celles hypothétiques prises initialement, pour une analyse de moindre portée mais d'une plus grande efficacité ;

c) quand l'analyse avantages/coûts est insuffisante pour déterminer la rentabilité du projet.

(*) attributaires de la Réforme agraire.

L'aspect du calcul économique constitue donc l'élément le plus important de cette communication qui comporte notamment les analyses des points suivants :

— Différence d'objectifs entre les analyses économiques a priori et les analyses économiques a posteriori ;

— Modification des paramètres du calcul économique en conséquence de la période qui s'écoule entre les deux analyses.

Il est difficile de résumer en quelques lignes une telle communication qui présente beaucoup de thèmes de réflexion particulièrement intéressants, par exemple sur :

— l'obsolescence économique qui agit beaucoup plus rapidement que la dégradation technique,

— la difficulté de préciser à quel niveau l'eau constitue un facteur de production limitatif et quand elle devient un facteur production substituable,

— l'inflation qui permet à la génération actuelle de ne restituer qu'une partie souvent extrêmement modeste de l'épargne des générations précédentes.

L'économiste, plaide en conclusion pour l'intégration de l'analyse avantages/coûts avec la programmation du budget (Planning Programming Budgeting System) pour arriver à une répartition des ressources entre les divers secteurs de l'économie.

R.15. Suivi et évaluation a posteriori des projets d'aménagement hydro-agricoles au Maroc

(Ahmed Arafa, Maroc)

Après avoir souligné l'importance de la politique hydro-agricole au Maroc, la communication cite deux cas d'études « a posteriori » effectués au Maroc, respectivement dans les périmètres de la Moulouya et du Haouz.

Mais l'intérêt de la communication devient particulièrement évident lorsqu'il s'agit d'analyser la méthodologie suivie au Maroc pour la « mise en place d'un système d'information pour le suivi et l'évaluation des effets économiques et sociaux induits par les projets de développement hydro-agricoles ». Le rapport marocain présente à ce sujet la méthodologie élaborée dans le cadre du projet Loukkos et qui consiste essentiellement :

— à l'identification des effets d'un projet, puis la sélection des effets à étudier plus spécialement,

— à la mise en place d'un système de collecte et d'élaboration de l'information.

L'originalité de la communication marocaine, complétée par une communication présentée en séance par Monsieur Ait Tihyati, professeur à l'I.A.V. Hassan II, consiste à ne pas limiter l'évaluation d'un projet au seul examen de la satisfaction des objectifs recherchés a priori mais à présenter un cadre conceptuel qui permette de juger sur un plan global des impacts de toutes les réalisations d'un projet de développement agricole et notamment sur l'environnement écologique, sociologique et économique de la région.



NECROLOGIE

Le 17 janvier 1982, disparaissait à l'âge de 60 ans notre ami Albert Leruth, membre actif de l'ANAFID. Il nous a brutalement quittés, alors qu'il faisait l'admiration de tous par son dynamisme, sa puissance de travail, son esprit fin et brillant, sa combativité dans tous les domaines, même sportif.

Né à Liège le 4 décembre 1921, Albert Leruth fit de brillantes études universitaires à l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales et Consulaires de Liège. Licencié en Sciences Commerciales Appliquées aux pays en voie de développement, il se préparait déjà à la carrière Outre-Mer.

En 1952, il part pour l'ex-Congo Belge en tant qu'Administrateur territorial, responsable des paysannats et du développement rural dans la province du Katanga. Son action positive lui fit mériter les distinctions honorifiques de l'Etoile de Service et de Chevalier de l'Ordre Royal du Lion.

A partir de 1964, Albert Leruth prend en main la direction de 3 sociétés agro-industrielles (coton-riz-caoutchouc) et d'une société de transport et de commerce au Zaïre (COTONI). C'est à cette époque qu'il oriente sa carrière vers l'agro-économie ; en effet, il a des contacts avec la production agricole et tous ses problèmes : connaissance du milieu rural et des agriculteurs africains, structure foncière, encadrement, techniques diverses, formation des cadres, et avec toutes les implications économiques aussi bien au niveau agriculteur qu'au niveau direction des sociétés.

La formation ainsi acquise le conduit tout naturellement à s'orienter vers l'assistance technique dans divers projets agricoles.

En 1973, il part au Togo, avec la confiance d'Instrupa, bureau d'études et de consulting allemand d'audience internationale, travaillant dans le secteur agricole.

Il est alors chargé de la coordination des tâches de mise en oeuvre du programme de développement agricole des régions centrales et des plateaux, et Chef de mission de l'équipe d'assistance technique. Il participe également à la planification d'un programme de développement agricole dans la région centrale du Togo. C'est au cours de cette période africaine qu'il approche les domaines de la planification et du développement agricole.

Sa carrière évolue ensuite vers l'agro-économie dans les périmètres irrigués, et c'est ainsi qu'il arrive au Maroc en octobre 1978, où il est nommé Chef de la mission Instrupa-Gopa à l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Loukkos, expert agro-économiste. Il participe à l'élaboration des différents programmes et études agro-économiques de l'Office et s'intéresse également aux autres périmètres irrigués du Royaume.

Récemment, son activité comportait également l'élaboration d'une cellule de suivi et d'évaluation des projets à l'Office du Loukkos, projet qui a fait l'objet de 2 séminaires nationaux qu'il a animés.

Durant ces 3 années, il a eu l'occasion de faire profiter les jeunes cadres marocains de son expérience.

Parallèlement à ces activités, il suit les travaux de l'ANAFID où il se fait remarquer par plusieurs communications parues dans notre revue, et c'est à ce titre qu'il participe à la délégation marocaine au XI Congrès International des Irrigations et du drainage de Grenoble en septembre 1981.

Toujours prêt à rendre service, Albert Leruth était l'ami de tous. Il restera toujours présent dans notre mémoire.

ALLOCUTION DE M. LAHLOU OTHMANE PRONONCEE LORS DE LA SEANCE DE CLOTURE

Monsieur le Président,

Mesdames et Messieurs, chers collègues et amis :

Je voudrais saisir l'occasion qui m'est donnée aujourd'hui, en cette cérémonie de clôture de notre 11ème Congrès International des Irrigations et du Drainage, pour féliciter et remercier le Comité National Français et son comité d'organisation pour le déroulement parfait de nos travaux, le travail immense entrepris pour permettre la réussite de ce congrès, la patience et la disponibilité permanentes des organisateurs pour faciliter la tâche aux congressistes et résoudre leurs problèmes, enfin l'hospitalité et la chaleur avec lesquelles nous avons été tous reçus.

Je souhaite aussi remercier le Président Darves-Bornoz pour la volonté et l'énergie qu'il a déployées durant son mandat pour apporter des idées nouvelles et adapter les structures de notre Commission Internationale à ses besoins nouveaux et élargir son action à l'ensemble des pays membres originaires des différentes régions géographiques du monde. La présence à ce 11ème Congrès d'un grand nombre de délégations des pays en développement et l'intérêt grandissant que portent ces pays aux travaux de notre commission est un résultat concret de cette action volontaire et continue. J'espère que notre Commission continuera d'œuvrer dans ce sens, car en tant qu'organisation non gouvernementale, elle représente un creuset pouvant permettre une coopération étroite, riche et désintéressée entre techniciens et experts originaires de pays en développement et de pays avancés. Ainsi, des questions vitales devraient retenir, dans l'avenir, l'attention particulière de notre Commission : la gestion et l'entretien des réseaux et ouvrages d'irrigation et de drainage, les problèmes socio-économiques d'organisation d'agriculteurs pour la mise en valeur des terres équipées et l'intensification des productions dont les produits de première nécessité pour assurer l'autosuffisance alimentaire des populations et lutter contre la faim menaçante, transfert des ressources hydrauliques de bassins riches aux régions arides et semi-arides, techniques simples adaptées aux structures socio-économiques des pays en développement, formation et perfectionnement des techniciens de ces pays sont autant de questions importantes que notre Commission pourrait contribuer à faire avancer.

A ce titre, il est bon de rappeler que le choix d'un pays africain, le Maroc, pour l'organisation du 13è Congrès International en 1987 dénote de l'intérêt que porte désormais notre Commission à faire participer toutes les régions du monde aux efforts qu'elle déploie dans les domaines de l'irrigation, du drainage et maîtrise des crues.

Je saisis, aussi, cette occasion pour remercier notre secrétaire général, M. Framji, pour l'énergie soutenue qu'il n'a cessé de déployer depuis de longues années dans l'intérêt de notre Commission.

Enfin, avant de terminer, je voudrais formuler, au nom de la délégation marocaine et des délégations des autres pays africains, tous nos vœux de succès à notre Président élu, M. Rangeley dans la lourde tâche qui l'attend.

COMPTE RENDU DU VOYAGE D'ETUDES N° 6

Val de Loire et Marais de l'Ouest

par

Mustapha BOUHAMIDI

et Larbi EL MAATI ALLAH

Le voyage n° 6 a eu lieu du lundi 7 septembre au samedi 12 septembre 1981. Le groupe des participants à ce voyage était composé de 46 délégués de différentes nationalités : 2 Marocains, 5 Grecs, 1 Hollandais, 7 Egyptiens, 3 Espagnols, 7 du Taïwan, 5 Japonais, 2 Syriens, une Polonaise, 1 Philippin, 3 Pakistanais, 5 Italiens, 1 Nigérien et 3 Français accompagnateurs :

L'itinéraire suivi comptait 1.160 km environ : Nantes, Ile de Fedrun, La Baule, l'Arzal, La Roche Bernard, Guerande, Fresne, Les Champs Noirmoutier, Challand, Chollet, Angers, Vallée de L'Authion, Montgeoffroy, Saumur, Varennes-Loire, St Patrice, Villandry, Longeais, Tours et Paris.

En matière d'aménagement et de maîtrise des eaux, les réalisations françaises dans cette région sont très importantes et ont pour objectifs :

— L'assèchement des marais par la création d'endiguement et de canaux d'assainissement (aménagement en polders) contre l'invasion par la mer.

— L'aménagement hydro-agricole de la vallée de l'Authion et sa protection contre les inondations fréquentes de la Loire et de l'Authion.

— L'aménagement de parcs touristiques dans les zones difficiles à assainir (Parc de la Brière).

— Le développement de l'ostréiculture et des spéculations agricoles hautement rémunératrices (horticulture par exemple).

Nous donnons ci-après les caractéristiques de certains projets et ouvrages qui nous ont particulièrement intéressés.

I. LES MARAIS DE L'OUEST

Les marais de l'Ouest s'étendent de la Vilaine à la Gironde sur environ 210.000 hectares. Les zones humides littorales sont issues du comblement récent d'anciens golfes par des sédiments d'origine fluviale et marine.

La formation progressive de dépôts s'est traduite au cours des siècles par l'apparition de terres nouvelles qui, très tôt, ont suscité une colonisation par les habitants de terres hautes. Dès le XI^{ème} siècle ces terres ont été mises en valeur et l'expérience d'ingénieurs hollandais a fortement contribué à l'aménagement hydraulique de ces zones.

Outre la pêche, deux activités différentes l'une de l'autre ont marqué, dès l'origine de la colonisation, l'occupation des marais :

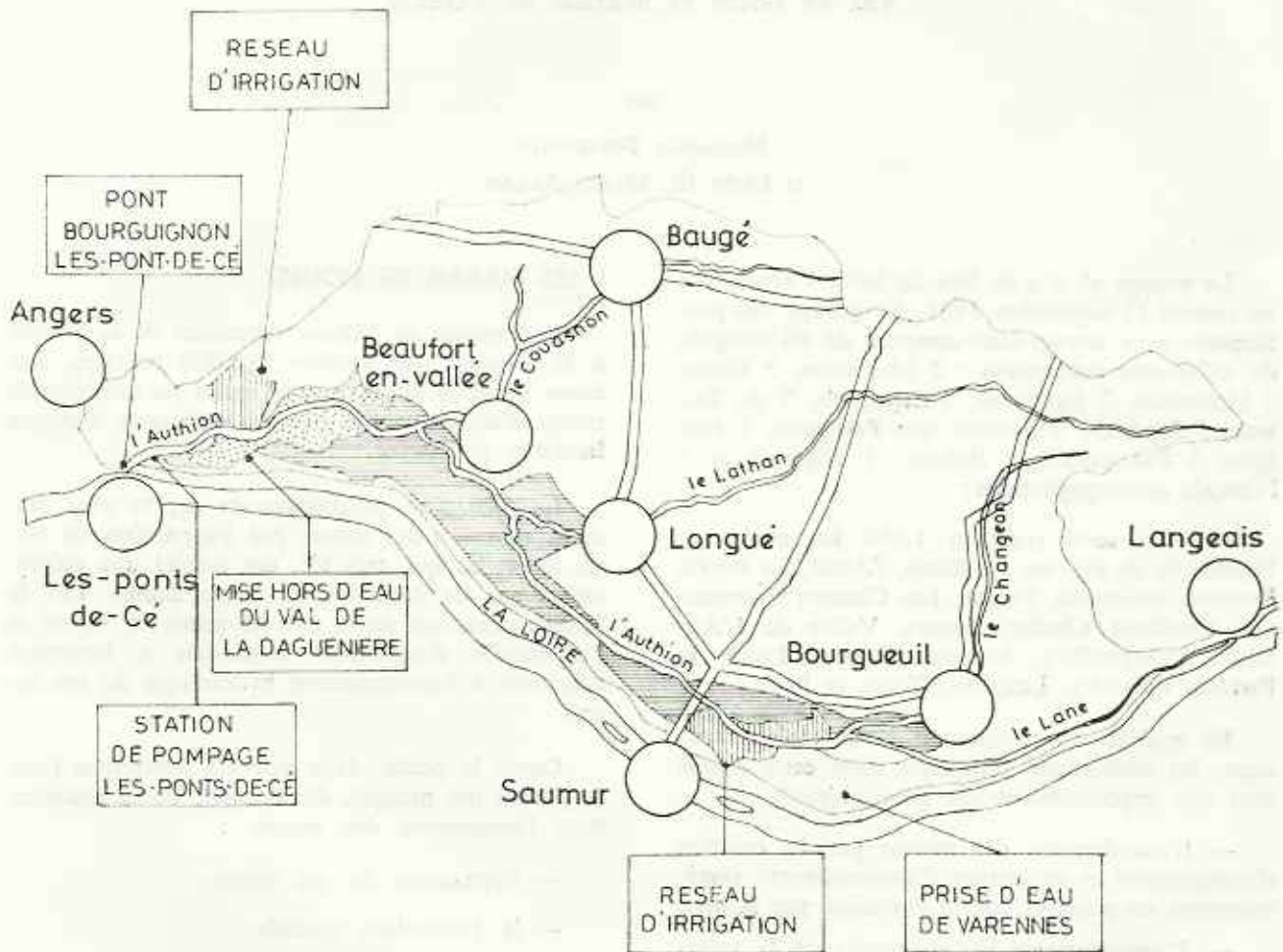
- l'extraction du sel marin;
- la production agricole.




Pour cette dernière, trois types d'occupation des marais se sont dégagés :

— les marais desséchés : zones les mieux assainies et mises à l'abri par des endiguements, chaque périmètre disposant, en général, d'un émissaire à la mer protégé par une porte à flot.

— les marais mouillés : constitués de prairies basses situées à l'extérieur des endiguements et soumis au régime des eaux du bassin versant dominant.

La vallée de l'authion



	Zone inondable	de 0 à 2 ans
		de 2 à 5 ans
		de 5 à exceptionnel

— les polders ou prises, conquête récente de nouveaux périmètres.

L'ensemble de ces zones humides a fait l'objet d'aménagements hydrauliques importants, comportant à la fois :

— des ouvrages de protection contre la mer (digue de Bouin, digue de l'Aiguillon) ;

— des ouvrages d'art : écluses, portes, barrages ;

— des canaux et des fossés.

Un programme de grande ampleur vient d'être mis au point, évalué pour l'ensemble des marais de l'Ouest à 383 millions de francs, dont :

— 100 millions, pour les travaux de protection contre la mer,

— 283 millions, pour les grands travaux d'aménagements hydrauliques.

Ces travaux devront s'effectuer sur environ 10 ans et permettre d'effectuer le développement économique de ces zones, grâce à l'aménagement hydraulique des terres agricoles et aussi, grâce au suivi qui sera assuré sur la production agricole par l'intermédiaire de la mise en place de fermes dites « de référence ».

II. L'AMENAGEMENT DE LA VALLEE DE L'AUTHION

Par ses conditions naturelles et les difficultés que pose son aménagement, la vallée de l'Authion présente beaucoup de points communs avec la plaine du Gharb, et plus particulièrement au sujet des problèmes d'inondations et des difficultés d'évacuation des eaux excédentaires.

Aussi, il a été jugé utile de donner les traits essentiels de ce projet.

1. Historique

De tout temps, des difficultés ont été rencontrées pour mettre en valeur la région de l'Authion d'une manière durable, car la vallée est au dessous du niveau de la Loire. L'Authion ne s'écoule plus quand la Loire atteint une certaine cote, créant ainsi des zones inondées ou mal assainies.

Les inondations de 1961 (200 foyers sinistrés, des milliers d'hectares envahis) décideront le Conseil Général de Maine-et-Loire à entreprendre les travaux de curage — recalibrage sur l'Authion. On parle alors pour la première fois de rentabilisation du projet en doublant les opérations d'assainissement, opérations « négatives », d'opéra-

tions positives (irrigation). Cette idée de rentabilisation du projet est l'idée maîtresse qui a conduit à la formulation du projet d'aménagement de la vallée de l'Authion.

La maîtrise des eaux a nécessité une intervention au niveau du maintien du plan d'eau en période de crues et du soutien des débits d'étiage. Deux séries d'aménagements ont donc été entreprises parallèlement dans les domaines de l'assainissement des terres et de l'irrigation.

2. Assainissement des terres

Compte tenu de la topographie des lieux et des pentes respectives de l'Authion et de la Loire, la principale opération a consisté à isoler l'Authion de la Loire en période de crue et à refouler les eaux excédentaires de l'Authion dans la Loire.

Pour ce faire, les ouvrages suivants ont été construits :

— 3 vannes automatiques à secteur au Pont Bourguignon s'abaissant ou se relevant en fonction du sens du courant.

— une station d'exhaure de gros débit (60 m³/sec.) reprenant les eaux de l'Authion pour les repasser dans la Loire. Cette station est actuellement pourvue de 4 groupes de pompage de 12 m³/sec, et doit être complétée par la mise en place d'un cinquième groupe en 1982.

— une station de pompage de 2,4 m³/sec. à l'intérieur du Val de la Daguinière (1.500 ha) pour assurer la mise hors d'eau de ce secteur.

— le recalibrage systématique de l'Authion et de ses affluents principaux ainsi que du réseau de fossés d'assainissement y aboutissant (plus de 150 km de fossés principaux dans la basse vallée de l'Authion). Le remembrement de 19 communes de ce secteur a permis de compléter le réseau de collecteurs existants et d'étendre ainsi le bénéfice de l'assainissement à la presque totalité de la surface de ce territoire.

3. Irrigation

Les besoins présumés en eau d'irrigation ne pouvant pas être satisfaits uniquement par la ressource souterraine ou par les volumes d'eau transités en étiage par les cours d'eaux, plusieurs séries de mesures ont été programmées :

— édification de barrage sur les rivières (21 sur l'Authion, 11 sur le Lane, 15 sur le Lathan) pour maintenir des niveaux de plan d'eau constant à l'intérieur des biefs. Ces barrages, primitivement

constitués par un empilage de madriers coulissant dans des fers U, sont progressivement remplacés par des ouvrages à clapets automatiques ou semi-automatiques.

— construction d'une réserve d'eau sur le Lathan, à Rillé, pour constitution d'une capacité de 5.500.000 m³ s'étendant sur 250 ha. Les quantités d'eau restituées par cet ouvrage (700 à 1.000 l/sec.) assurent la réalimentation du Lathan et de la partie aval de l'Authion.

— construction de stations de prises d'eau en Loire pour réalimentation de l'Authion :

- à Varennes-sur-Loire : 750 l/sec. 3 pompes immergées en Loire ; extension future : 1 m³/sec.

- à Saint-Patrice : 500 l/sec. 2 groupes d'exhaure à axe vertical.

- à Saint-Clément des Levées : projet d'aménagement permettant le pompage de 1 à 3 m³/sec.

— construction de réseaux d'irrigation de desserte collective sous pression dans les secteurs de :

- Brain-sur-l'Authion : 400 ha

- Val de La Daguinière : 150 ha

- Russé-Allonnes-Villebernier : 130 ha.

L'ensemble de ces travaux permettra, dans l'avenir, la desserte en eau, par prélèvement direct, de la zone située à environ 500 m de part et d'autres des cours d'eau réalimentés.

En dehors de ces emplacements et des zones où la nappe alluviale est facilement accessible (basse vallée), il a été créé une Association Syndicale de Forages permettant aux irrigants d'accéder à la ressource (cénomanién) dans des conditions financières sensiblement identiques.

4. Coût de l'opération

L'ensemble des investissements hydrauliques pratiqué à l'heure actuelle par les différents maîtres d'ouvrages atteint sensiblement 55.000.000 F pour une surface agricole utile de 40.000 ha.

Le financement de l'opération a été assuré à l'aide de subventions de l'Etat représentant environ 65 % de l'investissement. Les annuités d'emprunts contractés auprès de la Caisse Nationale de Crédit Agricole sont supportées par les Départements de Maine-et-Loire (95 %) et d'Indre-et-Loire (5 %).

Les charges de fonctionnement sont supportées par les Départements, les communes du bassin et de la vallée ainsi que les propriétaires implantés

à l'intérieur du périmètre de la crue de 1910. Elles représentent en 1981 les sommes suivantes :

— *Assainissement* :

- Propriétaires du Bassin : 25 F/ha en moyenne

- Val de la Daguinière : 49 F/ha.

— *Irrigation* :

- 130 F/ha irrigué.

III. LE BARRAGE D'ARZAL

Cet ouvrage a été réalisé par l'Institution Interdépartementale pour l'Aménagement du Bassin de la Vilaine, groupant les départements d'Ile-et-Vilaine, du Morbihan et de Loire-Atlantique.

Les objectifs fixés par la construction de ce barrage étaient :

— La possibilité de mise en valeur agricole de 10.000 hectares de terrain marécageux.

— La lutte contre les inondations de la ville de Redon.

— le rétablissement de la navigation.

— la création d'une réserve d'eau douce pour l'alimentation en eau potable des communes des départements voisins.

— le développement de la navigation de plaisance sur la rivière, de la chasse et de la pêche.

L'ouvrage comprend :

— une écluse pour la navigation, de caractéristiques suivantes:

- Longueur utile du sas : 85,00 m.

- Largeur utile du sas : 13,00 m.

Cette écluse permet le passage de bateaux de 1.500 tonnes.

Le tirant d'eau est de 6,60 m.

— un barrage avec bouchure mobile comportant 5 pertuis équipés de vannes ayant chacune :

- une largeur utile de 18,00 m.

- une hauteur utile de 11,75 m.

— deux ponts basculant sur l'écluse.

L'écluse et le barrage mobile représentent une longueur de 150 mètres.

Ces deux ouvrages, écluse et barrage mobile, sont complétés par une digue de fermeture établie dans le lit de la rivière qui présente une épaisseur de vase, en certains points, de 35 mètres.

La longueur de cette digue est de 370 mètres, avec une largeur de 120 mètres à la base et de 20 mètres à la crête.

La particularité de l'ouvrage est d'être fondé sur la vase, après consolidation de celle-ci (grâce à l'établissement de drains en sable verticaux constituant des pieux, avec un treillis métallique placé sur une couche de sable reposant sur la vase).

L'ouvrage a été construit de 1965 à 1970.

Le coût des travaux a été arrêté à 55 millions de francs.

La retenue ainsi constituée a une capacité de 35.000.000 m³ qui sert de ressource en eau potable, grâce à l'édification d'une centrale de production et de traitement d'eau à Ferel.

Le débit de la Vilaine oscille entre quelques m³/seconde et 1.500 à 2.000 m³/seconde, pour un bassin versant de 10.400 km² et une longueur de rivière de 225 kilomètres.

Les possibilités sont de produire 90.000 m³/jour.

Actuellement, deux tranches de 30.000 m³/jour ont été réalisées :

- Pompe d'exhaure : 1.650 m³/h
- Hauteur de refoulement : 26 m.
- Pompe de reprise : 1.500 m³/h
- Hauteur de refoulement : 120 m.

L'usine comprend trois parties :

- le stockage et la distribution des réactifs.
- la floculation, décantation, filtration et stérilisation.
- le stockage de l'eau traitée et le refoulement.

(L'usine a été mise en route en juillet 1971 et en 1972).

IV. LA STATION AQUALIVE DE NOIRMOUTIER

En vue de remédier à l'importance des amplitudes thermiques qui nuisent à l'élevage des poissons, entrepris à Noirmoutier par la Société Aqualive dépendant du CNEXO, il a été envisagé d'utiliser les eaux souterraines qui ont la caractéristique d'avoir une température pratiquement constante toute l'année (avoisinant + 12° à + 16° selon la profondeur).

L'élevage des poissons porte surtout sur la sole, le turbot et le bar.

Les aménagements de cette station comportent :

— un forage de 5 mètres de profondeur (avec une eau ayant 36 g/l de salinité et une proportion de sels minéraux proche de celle de la mer), alimentant des bacs de première croissance sous serres.

L'eau est prétraitée et recyclée à 85 % dans un filtre constitué d'un lit bactérien sur coquille d'huître et d'un filtre à sable.

Débit d'eau utilisée : 5 m³/h.

— un forage de 17 mètres équipé d'une pompe de 80 m³/h et d'un tube oxygénateur qui permet d'alimenter un bassin extérieur de 300 m³. L'évolution de la qualité de l'eau est comparée à un deuxième bassin alimenté en eau de mer provenant de la Baie de Bourgneuf.

Les installations ont été réalisées en 1980 et 1981.

COMPTE RENDU DU VOYAGE D'ETUDES N° 2

La Corse *

par

Monique MOULAY RACHID

Ce voyage organisé par l'AFEID à la suite du 11^e Congrès des Irrigations et du Drainage de Grenoble a eu lieu du lundi 7 au jeudi 10 septembre 1981; il était animé par la SOMIVAC. L'aménagement et la mise en valeur de la Corse sont réalisés dans le cadre de la SOMIVAC. (Société pour la Mise en Valeur de la Corse).

L'itinéraire de ce voyage d'études était le suivant :

Bastia, Plaines du Sud de Bastia, Marona, Casinca, Station de recherches agronomiques de San Giuliano (INRA-IRFA), barrage de l'Alesani, système hydraulique du Golo, barrage de Codole sur le Régino, Calvi, parc naturel régional, Porto, Ajaccio.

1. La société pour la mise en valeur de la Corse (SOMIVAC) création et fonction.

Jusqu'au début du siècle, la Corse vivait en système autarcique et dans un équilibre interne qui s'est maintenu jusqu'à lendemain de la 1^{ère} guerre mondiale. L'ouverture de la Corse sur le marché extérieur a modifié les données économiques insulaires et rompu l'équilibre.

La dégradation de l'économie insulaire a entraîné un mouvement de migration. A cette dégradation, il faut ajouter l'insalubrité des plaines littorales, l'archaïsme des méthodes agricoles, le manque de capitaux, l'inorganisation commerciale et plus particulièrement l'insularité, frein à l'implantation d'activités productives.

A la demande des élus locaux justement alarmés, les pouvoirs publics établissent en 1955 un Programme d'Action Régionale destiné à provo-

quer la rénovation économique de l'île. Se fondant sur les ressources touristiques exceptionnelles de l'île et d'indéniables possibilités agricoles essentiellement dues aux ressources hydrauliques exceptionnelles, au soleil méditerranéen et aux surfaces agricoles des plaines littorales inexploitées, le plan a le double objectif de faire du tourisme et de l'agriculture le levier du renouveau de l'île.

La Société d'Aménagement Régional créée en 1957 pour répondre aux objectifs fixés par le Plan d'Action Régionale, a pour objet de réaliser des opérations d'aménagement dans la région au vue de concourir à la mise en valeur et au développement agricole et rural de l'île.

Le développement de la Corse, dont l'agriculture et le tourisme doivent être considérés comme les moteurs essentiels, implique une maîtrise totale des problèmes d'eau.

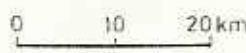
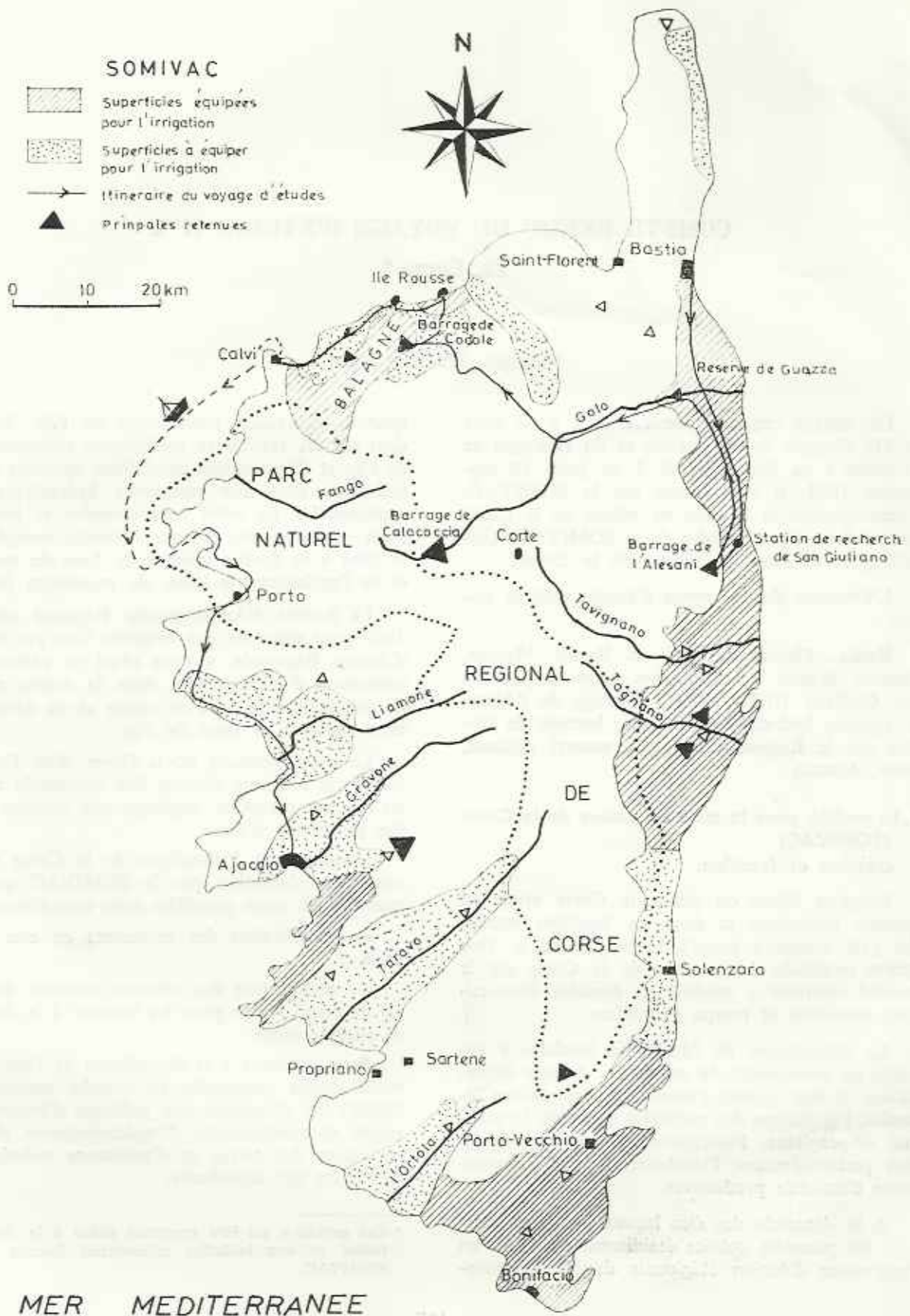
L'équipement hydraulique de la Corse est en cours de réalisation par la SOMIVAC qui emprunte deux voies parallèles mais complémentaires:

— mobilisation des ressources en eau disponible ;

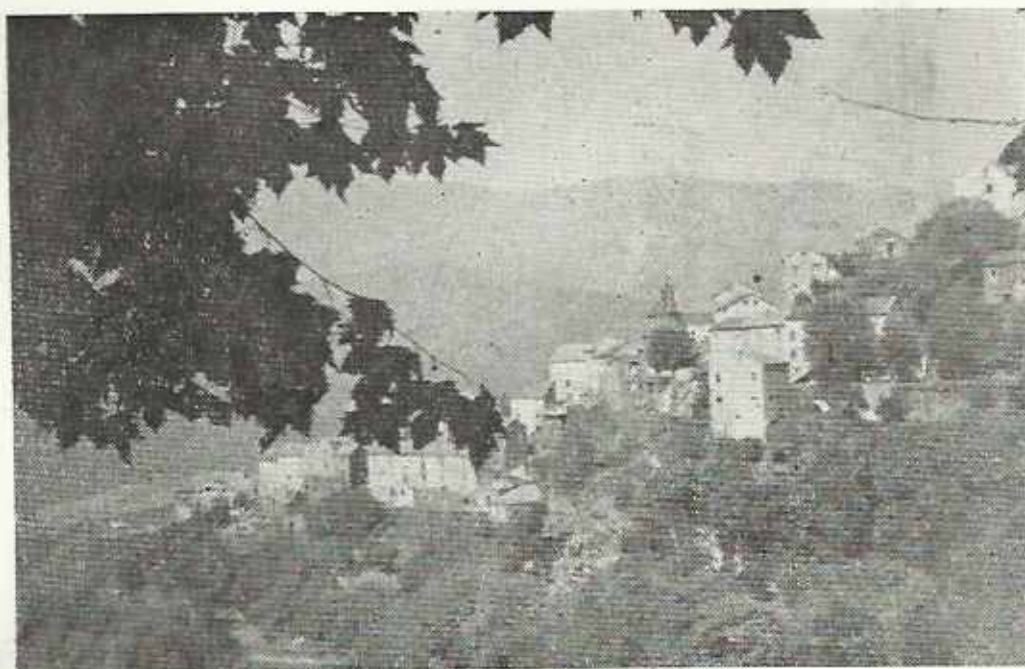
— constitution des réserves capables de retenir les eaux d'hiver pour les restituer à la demande en période sèche.

Pour répondre à la dégradation de l'agriculture traditionnelle confrontée au marché européen, la SOMIVAC développe une politique d'études techniques et commerciales, d'expérimentation, de mise en valeur des terres et d'assistance technique et financière aux exploitants.

* Cet article a pu être constitué grâce à la documentation et aux bulletins trimestriels fournis par la SOMIVAC.



MER MEDITERRANEE



Parallèlement, sont menées :

— la promotion des cultures modernes, essentiellement irriguées (maraîchage, arboriculture fruitière, fruits exotiques, agrumes, avocats, etc) ;

— la relance des spéculations traditionnelles dans l'intérieur de l'île (élevage, châtaigneraie, oliveraie, vignoble, etc).

La SOMIVAC est gérée par un Conseil d'Administration qui regroupe les élus politiques et socio-professionnels aux côtés des administrations de tutelle.

Perspectives

L'objectif de la SOMIVAC dans les dix années à venir est de poursuivre l'équipement hydraulique de l'île entreprise depuis 20 ans déjà et renforcer son action de revitalisation de l'intérieur.

Pour ce qui est de l'hydraulique, l'objectif à l'horizon 1990 est en plaine orientale de porter les superficies équipées pour l'irrigation de 25.000 à 35.000 ha et les superficies effectivement irriguées de 10.000 à 17.000 ha, de poursuivre l'équipement en eau brute et en eau potable des régions de Balagne, Cap Corse, Sud-Ouest et Sud-Est, Sarène, Ajaccio.

A l'intérieur de l'île, l'objectif est d'intervenir chaque année auprès de 300 exploitants afin de mettre en valeur environ 1300 ha avec construction de bâtiments d'élevage ou d'exploitation. Cette po-

litique doit être renforcée par l'amélioration du suivi des interventions par des aides à la mécanisation, à l'artisanat rural, et à la transformation et au conditionnement des produits agricoles.

Parallèlement doivent être développées des infrastructures d'accompagnement d'intérêt collectif (chemins agricoles, petite et moyenne hydraulique de montagne).

2. LA PLAINE ORIENTALE DE LA CORSE

2.1. Présentation géographique et agricole

La Plaine Orientale s'étend sur 90 km en bordure de la mer Tyrrhénienne entre Bastia au Nord, et Solenzara au Sud. La surface agricole utilisée est de 32.000 ha sur une aire géographique de 50.000 ha. La surface actuellement complantée en vigne est d'environ 19.500 ha.

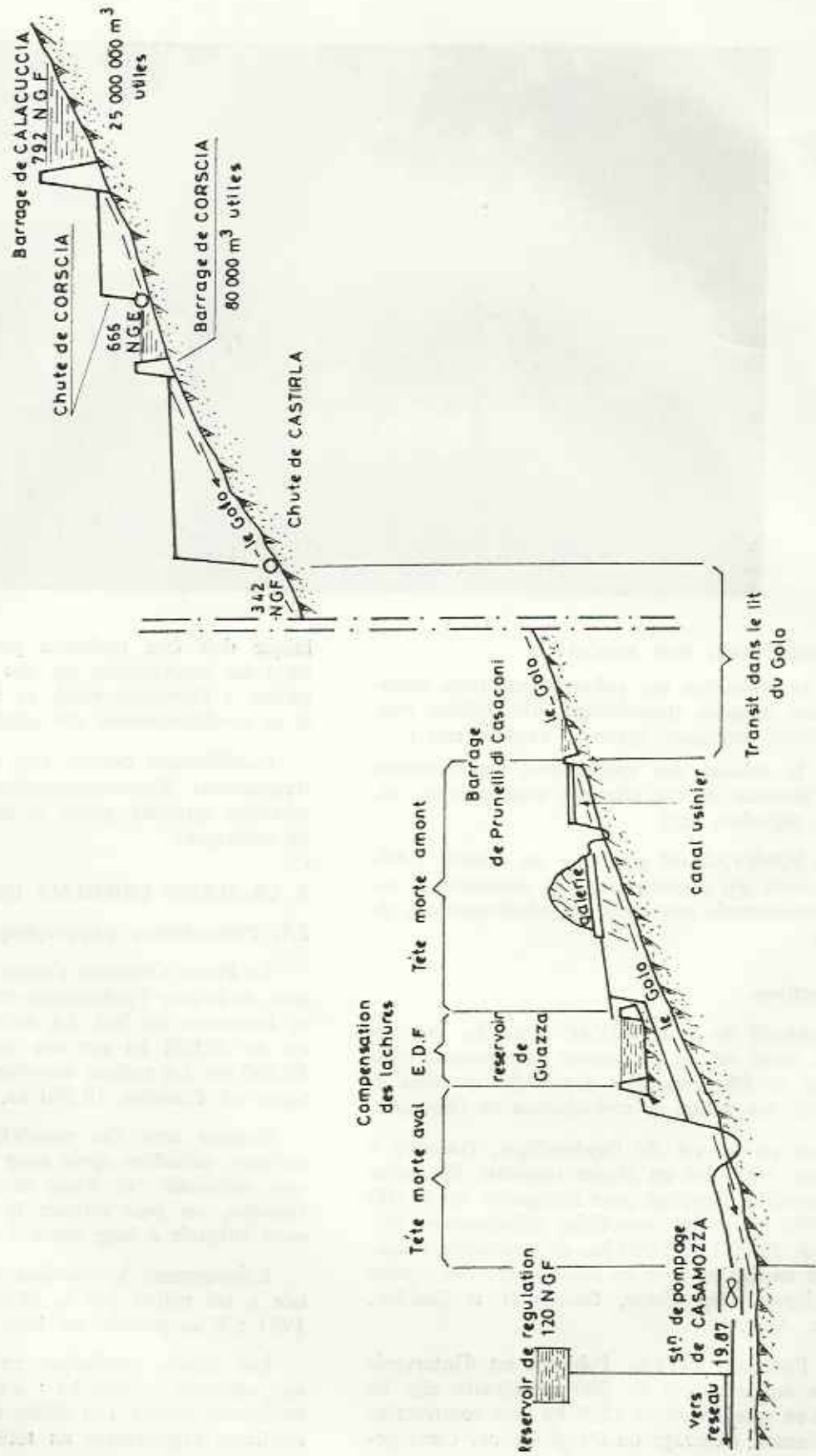
Compte tenu des possibilités d'extension des surfaces utilisables après mise en valeur des maquis subsistants et d'une certaine régression du vignoble, on peut estimer la surface potentiellement irrigable à long terme à 22.000 ha environ.

L'équipement hydraulique de la Plaine Orientale a été réalisé par la SOMIVAC à partir de 1963 ; il se poursuit en 1981.

Les casiers bénéficiant au moins d'une ossature couvrent 25.000 ha ; 3.600 bornes sont actuellement posées. Les débits souscrits par les agriculteurs représentent un total de 43.000 m³/h,

LE COMPLEXE HYDRAULIQUE DU GOLO

Schéma des équipements



les volumes d'eau vendus annuellement sont de l'ordre de 20.000.000 m³.

On peut estimer la surface effectivement irriguée à 10.000 ha :

- 3.000 ha d'agrumes,
- 3.000 ha de cultures fourragères et maïs

— 1.800 ha de cultures maraîchères ou légumières

— 2.200 ha de fruitiers divers et oliviers.

Du Nord au Sud on distingue trois systèmes hydrauliques, indépendants à l'origine, mais désormais interconnectés :

Système	Se (ha) ^{équipé}	Si (ha) ^{irrigué}	Q souscrit m ³ /h	Nombre de prises	Consommation enregistrée en 1980(m ³) (1)
GOLO	7.190	3.200	13.728	1.048	3.865.000
ALESANI	6.541	2.300	10.006	874	3.750.000
FIUM'ORBO + TAVIGNANO	11.372	4.500	19.173	1.647	7.295.000
TOTAL	25.103	10.000	42.907	3.569	14.900.000

— le système du Golo, pour les plaines de Marana et Casinca, au sud de Bastia,

— le système de l'Alesani pour la partie centrale

— le système Fium'Orbo - Tavignano pour la plaine d'Aleria - Ghisonaccia.

Le principe d'ensemble du fonctionnement est le suivant :

— en période creuse la mise en pression est assurée gravitairement par les ressources hautes (barrage de l'Alesani, prise du Fium'Orbo) qui dérivent notamment les eaux nécessaires au remplissage des réserves basses dont le bassin versant propre est très limité,

— en période de pointe les réserves basses sont sollicitées en appoint grâce à des stations de mise en pression installées à leur pied.

2.2. Le système hydraulique du Golo

(Voir schéma 1 ci-joint)

Le système du Golo illustre l'application du principe de progressivité qui a été systématique-

ment recherché dans l'aménagement de la Plaine Orientale :

— en 1963 était mise en service une station de pompage provisoire au fil de l'eau installée en rive droite du Golo, centrée par rapport aux premières demandes agricoles,

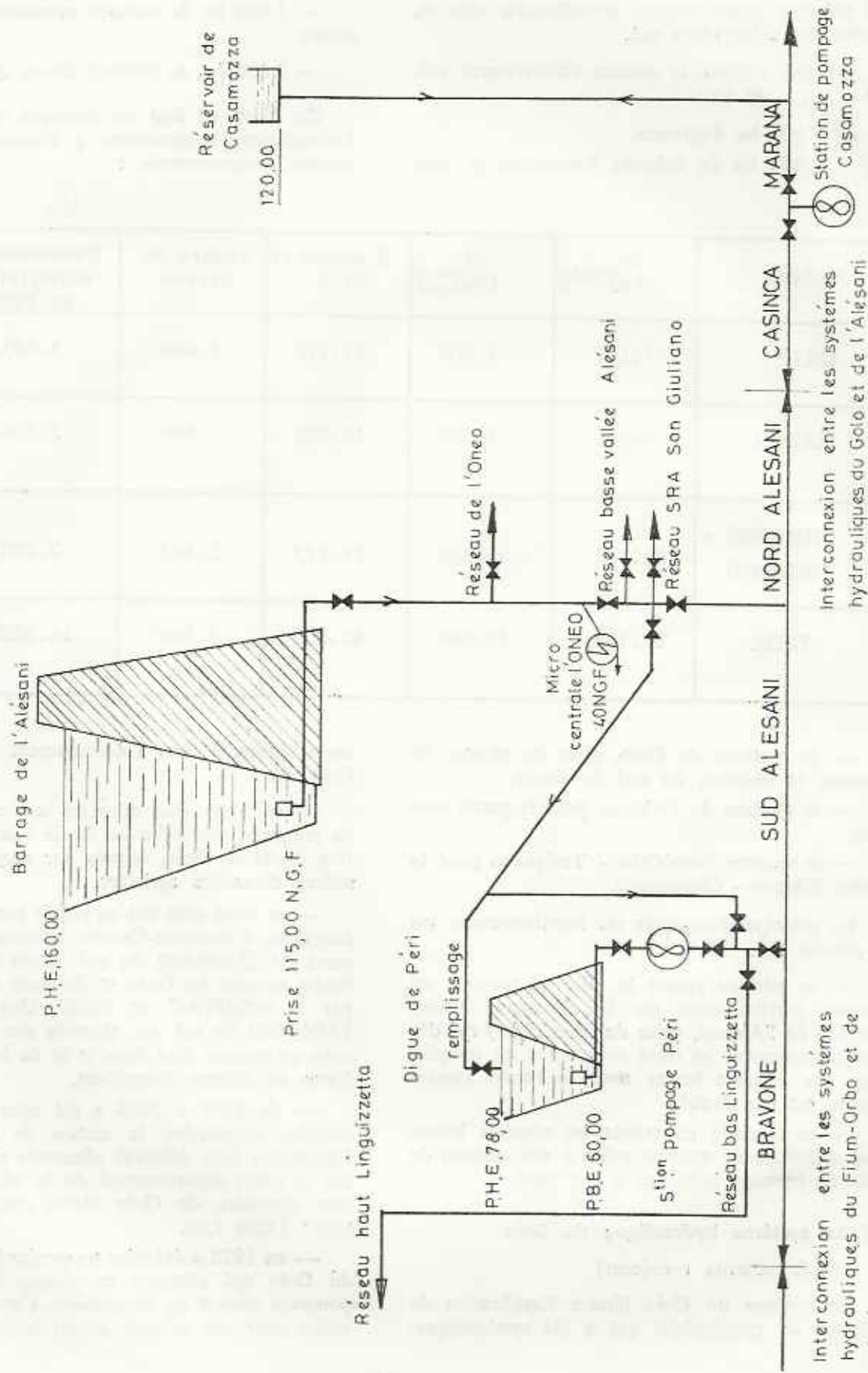
— en 1968 était mis en eau le complexe hydro-électrique Calacuccia-Castirla comprenant une réserve de 25.000.000 de m³ située dans le haut bassin versant du Golo et financée conjointement par la SOMIVAC et l'EDF. Une tranche de 15.000.000 de m³ est réservée aux usages agricoles et transite l'été dans le lit de la rivière sous forme de lâchers discontinus,

— de 1971 à 1974 a été mise en place de manière progressive la station de pompage de Casamozza (site définitif) alimentée provisoirement par le canal départemental de la Marana, dérivation gravitaire du Golo (débit d'équipement actuel : 1.050 l/s),

— en 1978 a été mise en service la Tête Morte du Golo qui alimente en charge la station de pompage sous 4 kg de pression. Cette Tête Morte utilise pour son tronçon amont la prise et le ca-

SYSTEME HYDRAULIQUE DE L'ALESANI

ZONE CENTRE



Interconnexion entre les systèmes hydrauliques du Fium-Orbo et de l'Alesani

Interconnexion entre les systèmes hydrauliques du Gato et de l'Alesani

nal d'amenée d'une ancienne usine hydro-électrique, plus une conduite sous pression, type Bonna, de 1800 mm (débit capable : 6 m³/s) et enfin une conduite aval de 1200 mm (débit capable : 2,3 m³/s),

— en 1981 a été mise en service la réserve de compensation de Guazza implantée dans un ancien méandre du Golo de capacité totale de 300.000 m³. Cette réserve alimentée par la conduite ϕ 1800 permet à l'échelle journalière de régulariser les lâchers provenant de la retenue de Calacuccia afin de les distribuer vers la station de pompage grâce à la conduite de ϕ 1200, autorisant ainsi un maximum d'efficacité des eaux destockées,

— en 1981-1982 est prévue la réalisation d'une micro-centrale hydro-électrique sur le site de Casamozza dont la puissance serait de 800 kw environ, qui permettrait de valoriser le potentiel hydro-électrique de la dérivation pré-existante en turbinant d'octobre à mai inclus 2,8 m³/s sous une chute nette de 35 m. La production électrique ainsi escomptée serait de 4.000.000 de kwh en année moyenne, soit approximativement l'équivalent de l'ensemble des besoins en énergie des stations de pompage de la Plaine Orientale,

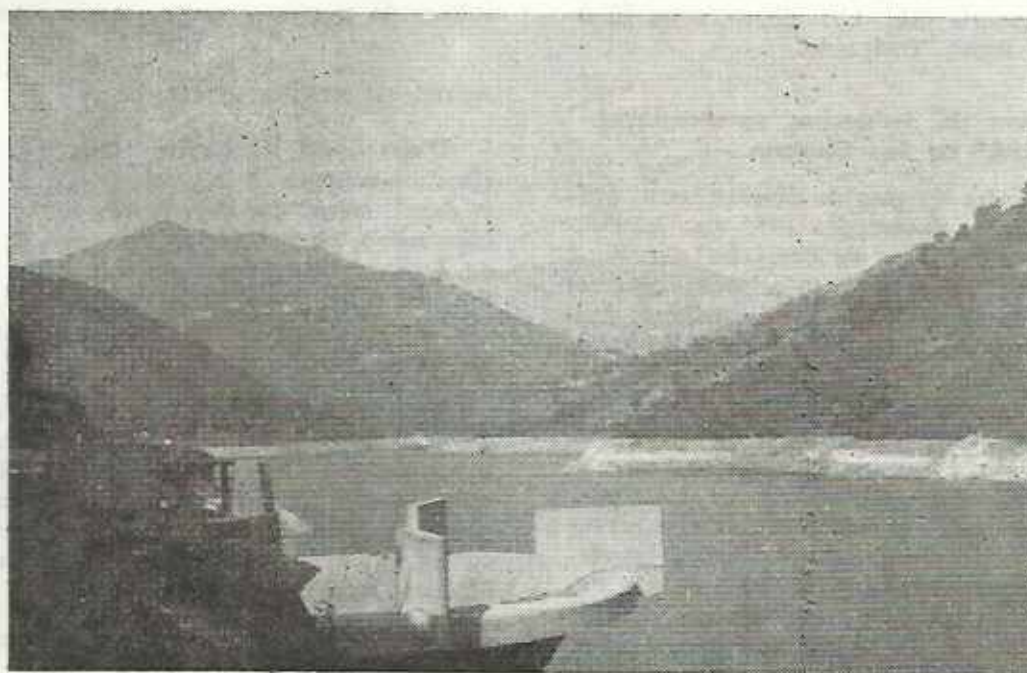
— à long terme la satisfaction des besoins agricoles des plaines de Marana et Casinca et des besoins complémentaires en eau potable du District Urbain de Bastia nécessitera le doublement de la Tête Morte, éventualité prise en compte dans la conception des ouvrages déjà réalisés.

La fourniture d'eau brute au District de Bastia est assurée à compter de 1981 grâce à un surpresseur situé au débouché des gorges du Lancone permettant l'alimentation de l'usine de traitement des eaux existante.

2.3. Le système hydraulique de l'ALESANI

(voir schéma II)

Le système de l'Alesani est alimenté principalement par le barrage du même nom de capacité 10.500.000 m³, dont la cote de retenue est de 160 NGF. Ce barrage alimente par gravité l'ensemble de la zone, exception faite des casiers hauts de Linguizetta qui sont desservis par la station de pompage de Peri (330 l/s) située au pied de la réserve basse du même nom (capacité : 2.900.000 m³) remplie l'hiver par les eaux excédentaires du bassin de l'Alesani.



Barrage de l'Alesani

Les apports mobilisables par le barrage de l'Alesani étant nettement supérieurs à la capacité de la retenue et aux besoins de l'irrigation, une microcentrale hydro-électrique est en cours de réalisation au site de l'ONEO (cote 40) sur la Tête

Morte afin de turbiner les volumes excédentaires qui, en année moyenne, atteignent actuellement 22.000.000 de m³. L'installation, de puissance 1.850 kw comprendra une turbine à axe vertical de débit 2 m³/s, de chute nette 68 à 108 m et

une génératrice asynchrone. Elle permettra de produire, en moyenne, 4.600.000 kwh/an qui seront intégralement vendus à l'EDF. L'existence de la retenue permettra un fonctionnement par écluses journalières.

2.4. Le système hydraulique Fium'Orbo Tavignano

Le système Fium'Orbo - Tavignano se décompose en deux sous-ensembles :

— un réseau bas alimentant les périmètres côtiers, mis en pression grâce aux stations de pompage d'Alizitone (débit équipé 1.035 l/s), et Tepe-Rose (465 l/s) au pied des réserves basses du même nom (capacité respective 5.000.000 et 2.300.000 m³). La réserve de Vadina (10.000.000 de m³) viendra à terme renforcer la capacité de stockage. Le remplissage de ces réserves est assuré gravitairement par la dérivation hivernale des eaux de Fium'Orbo grâce à une prise située à la cote 145.

— un réseau haut pour le piémont, mis en pression, outre la prise du Fium'Orbo, par le surpresseur de Vergajola (436 l/s régulation par groupe à vitesse variable) et par la station de pompage de Casaperia (321 l/s) alimentée au fil de l'eau par le fleuve Tavignano.

2.5. La Station de recherches agronomiques INRA-IRFA* de San Giuliano

Dans le cadre du plan de développement agricole de la Corse élaboré dès 1955 par les Pouvoirs Publics, une place de choix fut réservée à l'agrumiculture. Les autres spéculations retenues viticulture, oléiculture, élevage ovin, cultures fruitières, maraîchères et florales faisaient l'objet de recherche dans les stations de l'INRA réparties sur le territoire national et la station de San Giuliano s'est consacrée à l'agrumiculture. Certes la culture des agrumes n'était pas inconnue en Corse, la production des cédrats utilisés comme fruits confits constituait jadis une ressource non négligeable. D'autre part, des plantations d'orangers, mandariniers, citronniers existaient en Corse mais il s'agissait d'une agrumiculture traditionnelle, qui ne pouvait être compétitive. Aussi, la station a orienté ses recherches vers le développement et l'amélioration de la culture des agrumes et de quelques arbres fruitiers exotiques (avocatiers et autres).

* INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

IRFA : Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes.

FONCTIONNEMENT

Compte tenu de son implantation au coeur d'une région où la culture des agrumes est en plein développement, la station étudie nécessairement tous les problèmes scientifiques et techniques qui se posent en agrumiculture afin de répondre aux questions des agrumiculteurs.

Pour réaliser son programme, qui comprend un grand nombre de projets de recherches, la Station a obtenu le concours de nombreux chercheurs appartenant à plusieurs disciplines scientifiques ; des liaisons se sont instaurées avec une trentaine de laboratoires de l'INRA, de l'IRFA, et quelques autres organismes scientifiques.

Tous les protocoles d'essais programmés sont soumis à l'examen du service de biométrie de l'IRFA, qui apporte son concours pour l'interprétation statistique des résultats.

Depuis quelques années il est demandé à la station d'intervenir dans d'autres secteurs agricoles : fruits exotiques (avocatiers, pacaniers, pistachiers...), oléiculture (sélection de Picholine), études interdisciplinaires sur les formations de maquis corse, recherches agroéconomiques en agriculture de montagne, études sur le cotonnier..

ACTIVITES INTERNATIONALES

D'autre part les résultats des travaux de recherches entrepris à la station sont connus dans le monde entier, des liaisons très étroites sont établies avec la plupart des pays agrumicoles du monde. La station participe à des missions à l'étranger dans le cadre des accords de coopération technique entre l'INRA et l'IRFA et plusieurs pays agrumicoles.

Les chercheurs de la station participent aux travaux de plusieurs organismes agrumicoles internationaux = Organisation Internationale des Vitrologistes des Citrons, Comité Maghrébin des Agrumes et Primeurs, International Society of Citriculture, Comité de Liaison de l'Agrumiculture Méditerranéenne.

La progression rapide de l'agrumiculture en Corse observée au cours de ses dernières années s'est produite principalement sous l'impulsion de la station qui, en dehors de son rôle en matière de recherches, a participé activement à l'extension des agrumes et son rôle est loin d'être terminé car les vergers agrumicoles (3.500 ha actuellement) devront s'étendre sur plus de 10.000 ha à l'expiration du plan projeté.

3. LA BALAGNE

3.1. Données générales

La Balagne est une petite région, bien individualisée au Nord-Ouest de l'île, à proximité de Calvi ; cette région est très défavorisée par l'hydrographie : les bassins versants sont courts, aux pentes fortes ; les fleuves qu'ils alimentent ont un caractère torrentiel accentué avec un régime très irrégulier et des étiages pratiquement nuls. Les ressources en eau pérenne sont très limitées (moins de 1001/s vallée du Fango exclue) ; ces maigres ressources sont entièrement mobilisées par l'alimentation en eau potable car la fréquentation touristique y est très importante (70.000 personnes en pointe).

Autre contrainte, les zones agricoles (15.000 ha de SAU dont 5.300 ha irrigables) sont morcelées en 6 unités distinctes, cloisonnées par des lignes de relief arides et rocheuses dépassant 300 m d'altitude.

Tout développement des irrigations était donc impossible sans constitution d'une nouvelle source. Comme un seul site de barrage se révélait relativement satisfaisant (celui de Codole) il a fallu envisager des transferts d'eau très coûteux.

Intervenant en tant que maître d'ouvrage délégué pour le compte d'un Syndicat Intercommunal regroupant 36 communes, la SOMIVAC a commencé depuis 1976 la mise en oeuvre d'un schéma d'aménagement hydraulique comprenant :

- le barrage de Codole,
- un système eau potable dont la réalisation est en voie d'achèvement,
- un système eau brute qui est en cours d'exécution.

3.2. Le barrage de Codole

(Voir schéma III)

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Bassin Versant : superficie : 39 km²
altitude maximale : 1.680.
- Cuvette de retenue : surface : 80 ha
capacité utile : 6.500.000 m³
- Barrage : type : barrage à enrochement
hauteur max. : 28 m
longueur en crête : 460 m
largeur en crête : 5 m
largeur max. à la base : 95 m
volume du corps de barrage : 375.000 m³

— Etanchéité : l'étanchéité de l'ouvrage est réalisée par une membrane en PVC souple épaisse de 2 mm, soudée sur place à chaud par soudeuse à chaud contrôlée par un dispositif électronique.

3.3. Le système « eau potable »

(voir schéma IV)

Les infrastructures eau potable se regroupent en cinq sous-ensembles dont les trois premiers sont interconnectés :

— système de la Figarella alimenté gravitairement par une prise à la cote 600, équipé du réservoir de compensation saisonnière du col de Salvi (40.000 m³). Il dessert l'été les villages hauts, l'hiver il concourt à l'alimentation du littoral,

— système littoral alimenté par les nappes du Bas-Regino, du Fium'Secco et de la Figarella. Il s'agit de réseaux interconnectés assurant une desserte continue sur 40 km de littoral,

— système de Santa-Reparata alimenté actuellement par des puits dans la nappe supérieure du Regino, et à partir de 1982 par traitement de l'eau du barrage de Codole. Il dessert les villages hauts de Sant'Antonino à Monticello,

— système de Belgodere alimenté par pompage dans la nappe du Sanclemente. Il doit desservir au stade final les villages hauts de Speluncato à Palasca,

— système de Lama-Pietralba, alimenté par pompage dans la nappe de la Tartagine.

Ces réseaux assureront la livraison d'eau potable (voir schéma eau potable) « en gros » aux réservoirs de 27 communes (actuellement, 16 communes sont desservies). La longueur totale de canalisation d'infrastructure déjà posée est de 81 km, elle sera portée à 120 km au stade définitif.

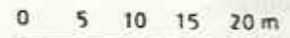
3.4. Le système « eau brute »

Le réseau d'eau brute aura une vocation mixte :

— irrigation des plaines comprises entre le Regino et la Figarella,

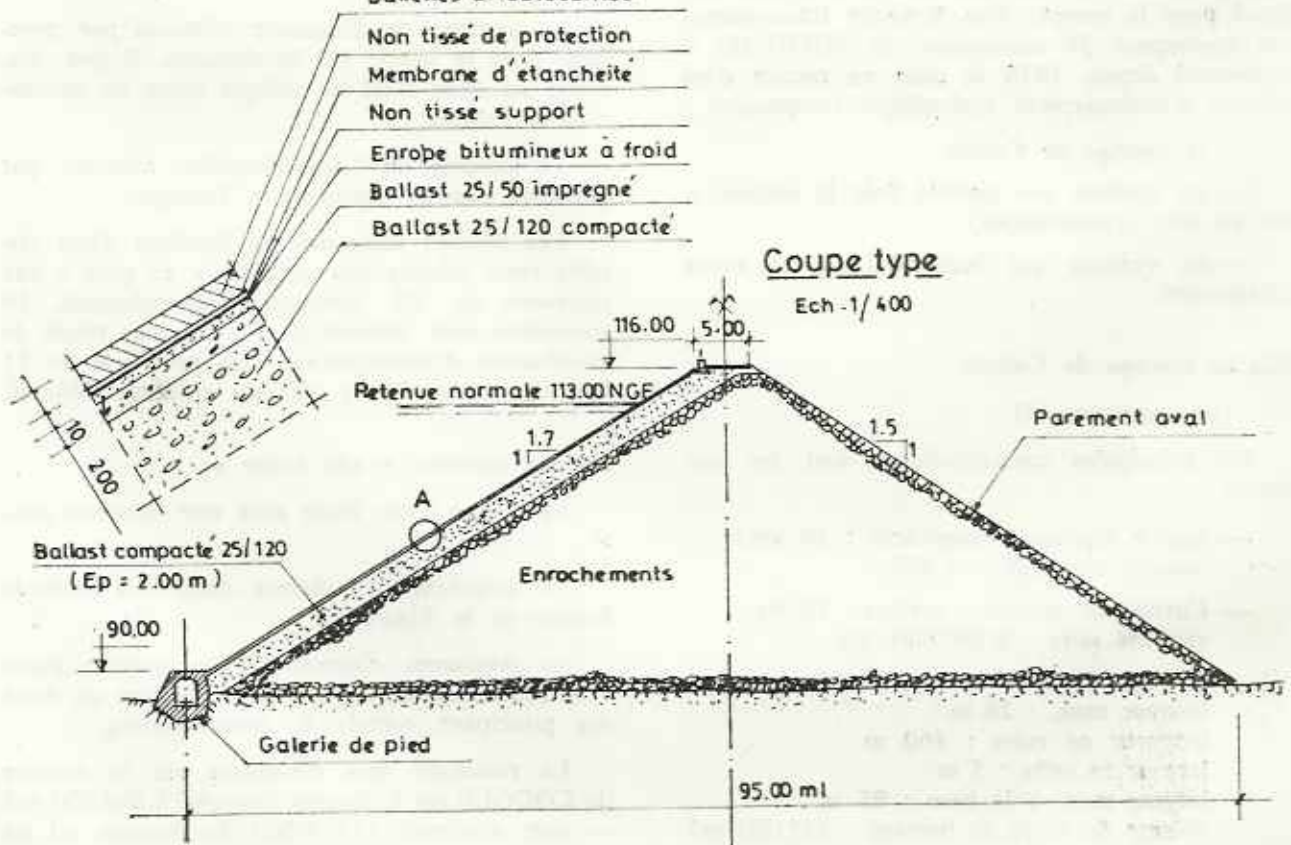
— ressources d'appoint d'eau potable grâce à la réalisation de stations de traitement au droit des principaux centres de consommation.

La ressource sera constituée par la retenue de CODOLE sur le Regino (capacité 6.500.000 m³ — cote maximale 113 NGF). Le barrage est en



Détail A Ech. 1/20

- Dallettes autobloquantes
- Non tissé de protection
- Membrane d'étanchéité
- Non tissé support
- Enrope bitumineux à froid
- Ballast 25/50 impregné
- Ballast 25/120 compacté



cours de réalisation. Au pied du barrage sera réalisée une station de pompage principale comprenant :

- une section bas service (débit 320 l/s — cote piézométrique 200) destinée à alimenter la basse plaine du Regino, qui sera réalisée en première phase,

- une section haut service (débit 500 l/s cote piézométrique 300) prévue pour la mise en pression des réseaux du haut-Regino et des extensions en direction de Calvi-Calenzana,

- un groupe turbine génératrice asynchrone de débit 600 l/s, hauteur 27 à 30 m destiné à produire de l'énergie électrique grâce aux apports excédentaires divers (production escomptée 500.000 kwh en année moyenne).

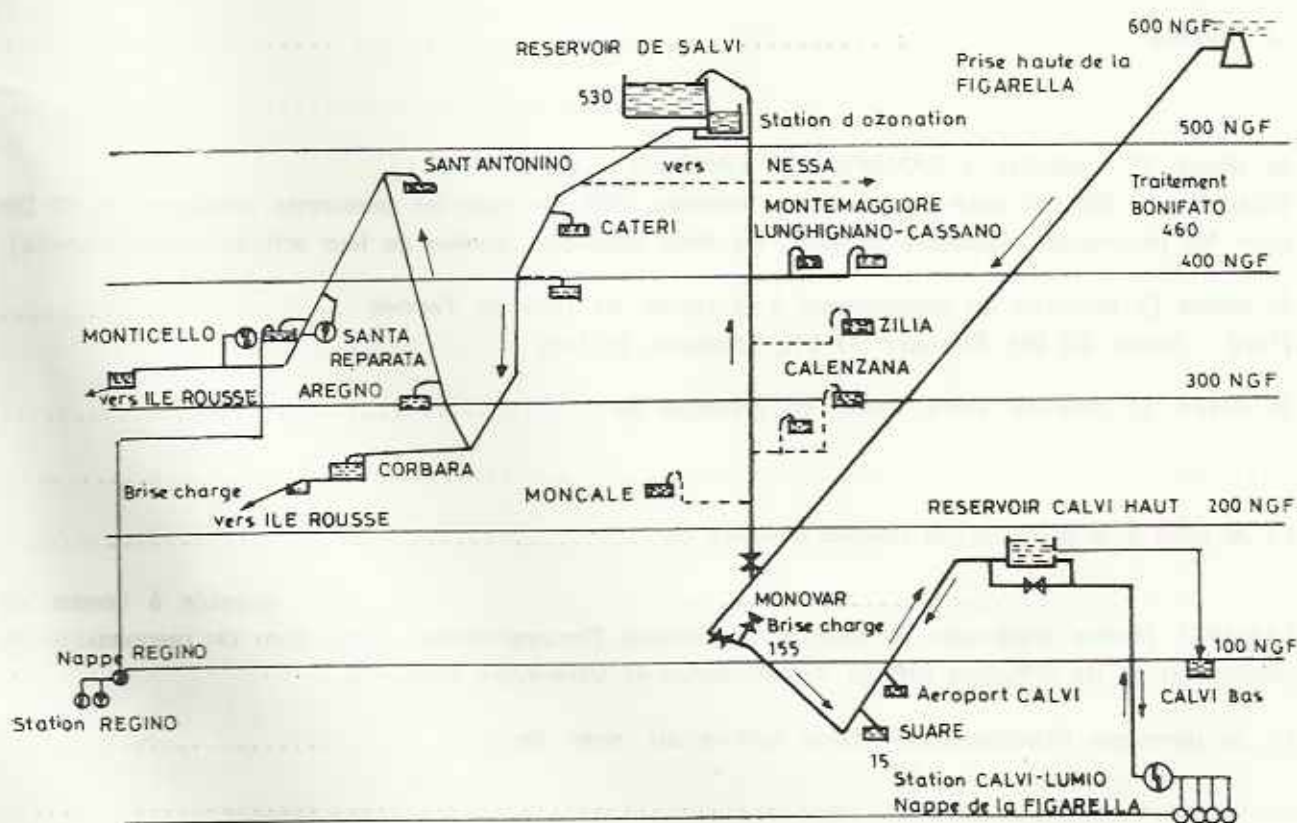
Compte tenu de la grande extension du réseau, il est prévu en outre cinq réservoirs de compensation journalière de capacité totale 13.200 m³ dominant les principales zones de consommation. En outre, une réserve d'extrémité de capacité

500.000 m³ est prévue sur le site de Montemaggiore afin de minimiser le diamètre de la conduite principale Codole-Calenzana.

L'irrigation de la vallée de l'Ostriconi pourra éventuellement être réalisée par interconnexion avec le système Codole au moyen d'un surpresseur.

Cet aménagement doit permettre à long terme d'équiper à l'irrigation 3.300 ha et de fournir un appoint de 1.300.000 m³ par saison au réseau d'eau potable.

L'aménagement hydraulique de la Balagne avec ses contraintes géographiques sévères, s'est traduit par un coût d'investissement élevé surtout au regard des surfaces irrigables et du nombre d'habitants desservis. Une analyse du projet en termes de prix de revient de l'eau conduit à des ratios bien supérieurs aux tarifs de vente actuels de l'eau. Mais cet aménagement avait d'autres objectifs difficiles à chiffrer mais bien réels : lutte contre les incendies, qui ruinent périodiquement la région, possibilités de revitalisation pour les villages de l'intérieur en plein dépérissement.



LES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRICOLES EN FRANCE *

par

Monique MOULAY RACHID

Lors du XI^{ème} Congrès International des Irrigations et du Drainage de Grenoble, divers documents relatifs aux équipements hydro-agricoles en France ont été remis aux participants. Aussi, il nous a paru intéressant de situer à partir de ces documents l'hydraulique agricole en France.

Les agriculteurs français, soucieux d'élever leur niveau de vie parallèlement à celui des autres secteurs, et donc d'intensifier leur production, s'intéressent de plus en plus à l'hydraulique agricole. Au cours de la dernière décennie, la prise de conscience des avantages économiques qui peuvent être retirés de ces équipements semble avoir touché rapidement un cercle de producteurs beaucoup plus large que dans la période antérieure, ce qui se traduit par une demande de réalisation en forte croissance.

Cantonnée autrefois dans quelques régions, dont les conditions naturelles rendaient évident l'intérêt de l'aménagement hydraulique des terres, cette demande, sous des formes très diverses, a gagné pratiquement toutes les régions de France qui entrent en concurrence pour obtenir l'aide financière de l'Etat en vue de réaliser des programmes de plus en plus vastes.

Il est difficile de déterminer quelles sont les causes profondes de ce mouvement. On peut toutefois penser que les agriculteurs qui s'efforcent de maintenir leur niveau de vie dans une période économique difficile en intensifiant leurs systèmes de production, constatent que le facteur de production « maîtrise de l'eau » est un de ceux qu'il reste à exploiter le plus largement, après des gains de productivité indéniables réalisés sous d'autres formes dans un passé récent, mais actuellement en palier (mécanisation, emploi des engrais et produits phytosanitaires, agrandissement des structures foncières, etc.). D'autre part l'amélioration de la technologie hydraulique a permis d'élargir le champ d'application de ces équipements.

1. Les structures de réalisation

Comparée à d'autres pays, la France ne subit pas de contraintes climatiques et hydrauliques handicapant son agriculture de façon notable. Un certain niveau d'intensification a été atteint sur une grande partie du pays sans qu'il ait été nécessaire de réaliser des aménagements hydrauliques très denses.

Les principales exceptions sont à rechercher :

— dans la zone méditerranéenne au climat semi-aride où la seule culture intensive pouvant se passer de l'irrigation est la vigne ;

— dans les zones de marais de la côte atlantique et la zone poldérisée du nord, où l'évacuation des eaux excédentaires est vitale pour l'agriculture.

La ressource en eau est généralement bien répartie et le régime des cours d'eau assez régulier sauf dans les régions méditerranéennes.

Ces considérations peuvent contribuer à expliquer la configuration des structures hydrauliques et des maîtres d'ouvrage telles qu'elles se présentent actuellement.

En dehors des zones soumises à de fortes contraintes, les équipements d'irrigation, de drainage ou d'aménagement des rivières se réalisent à l'initiative de petites collectivités d'agriculteurs ou ruraux (associations syndicales de propriétaires, associations foncières communes ou syndicat de communes pour les rivières) ou même de simples particuliers. Cet équipement dispersé n'est pas sans inconvénient et l'administration départementale de l'agriculture s'efforce d'organiser des groupements et de replacer les initiatives individuelles dans des structures collectives cohérentes. Par contre, un des avantages de ce système réside dans l'initiative de la

* Résumé d'un document remis lors du XI^{ème} Congrès de la CIID.

création laissée à des groupes ou des individus responsables de leurs équipements et en assumant la gestion dans un souci de rentabilisation.

Dans certaines régions, à l'initiative de l'Etat, une autre forme d'équipement a été mise en place et s'appuie sur les Sociétés d'Aménagement Régional qui sont chargées de contribuer au développement économique de leur périmètre d'intervention par un ensemble d'actions intégrées que l'administration traditionnelle aurait plus de difficultés à mettre en oeuvre et à coordonner.

Ces sociétés : Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas Rhône-Languedoc, Société du Canal de Provence, Société pour la Mise en Valeur de la Corse, Compagnie d'Aménagement des Côteaux de Gascogne sont administrées par des représentants des collectivités locales et organismes ayant un rôle prépondérant dans la vie économique de la région et sont contrôlées, soutenues financièrement par l'Etat, et orientées dans leurs grandes lignes d'action par lui.

Cette formule offre l'avantage d'assurer la cohérence de la conception technique des dispositifs hydrauliques et la couverture complète de vastes zones par les réseaux d'irrigation. Mais, la contrepartie d'un tel système est qu'il implique un certain suréquipement par rapport aux besoins immédiats entraînant des charges financières intercalaires parfois difficiles à supporter par les Sociétés.

2. Situation de l'agriculture irriguée

On rencontre une grande diversité des situations dans lesquelles l'irrigation s'est adaptée à la diversité des milieux naturels et géographiques, des structures d'exploitation et de production, des structures et tailles des réseaux :

— dans les régions méditerranéennes, à déficit climatique élevé et régulier, et dépourvues de ressources locales appréciables ont été constitués de grands périmètres collectifs alimentés en eau à partir d'ouvrages de transport lointains, ce qui a justifié la création des Sociétés d'Aménagement Régional ;

— en Gascogne, les nombreuses rivières issues du Plateau de Lannemezan sont réalimentées par les ressources en eaux pyrénéennes régularisées par des ouvrages de stockage. La gestion coordonnée de ces ressources a été à l'origine de la création de la Compagnie d'Aménagement des Côteaux de Gascogne ;

— ailleurs, lorsque les ressources en eau souterraines et superficielles sont abondantes, l'irriga-

tion est pratiquée dans le cadre d'installations individuelles ou groupant un certain nombre d'exploitations en association.

Historiquement, on constate une certaine stagnation du développement des irrigations au cours de la première moitié du XX^{ème} siècle.

A partir des années 1950-55, l'irrigation par aspersion fait son apparition en France, d'abord dans la région méditerranéenne. Les facilités d'adaptation de ce système à des situations topographiques variées et à des ressources en eau de faible importance sont sans doute la cause de son extension assez rapide. Elle ne se substitue que lentement aux systèmes d'irrigation gravitaires de la région provençale et se développe surtout dans les périmètres nouveaux (Languedoc - Roussillon, vallée du Rhône, Corse) et gagne progressivement sous forme d'irrigation de complément les régions subhumides (Bassin Parisien, Région Centre, Nord de la Région Rhône - Alpes, Alsace).

Parallèlement à cette extension géographique, depuis les années 50, on a pu constater une évolution des techniques : automatisation de plus en plus perfectionnée des stations de pompage, transformation des systèmes de distribution d'eau à la parcelle, systèmes à rampe, arroseurs géants, pivots systèmes à déplacement hydraulique puis électrique, puis récemment systèmes de micro-irrigation à faible pression.

Les chiffres du recensement général de l'agriculture de 1979 permettent de situer approximativement les superficies irriguées car dans les régions subhumides ces superficies varient beaucoup d'une année à l'autre. En 1979, 149.000 exploitations (12 % de l'ensemble des exploitations françaises) déclarent avoir 1.325.000 ha irrigables, soit 4 % de la superficie agricole utilisée totale ; 88 % de ces exploitations ont effectivement irrigué leurs cultures. La superficie irriguée a augmenté de 48 % par rapport à 1970 et plus particulièrement dans les régions où l'irrigation était la moins répandue.

La superficie moyenne irriguée des exploitations est passée de 4 ha en 1970 à 6 ha en 1979, tandis que la superficie moyenne irrigable des exploitations correspondantes a crû de 5 ha à 9 ha entre ces deux dates.

Les potentialités de développement de l'irrigation en France, définies à partir des ressources en terres, des ressources en eaux encore régularisables et des systèmes culturels envisageables dans les différentes régions sont considérables. La nécessité de doubler ou tripler cette superficie en 20 ans a été parfois avancée par référence à l'équipement hydraulique d'autres pays.

Mais, l'irrigation est un équipement coûteux qui, même lorsque la collectivité contribue à son financement dans des proportions importantes (au moins 60 % de subventions pour les programmes financés par l'Etat), se traduit par des charges annuelles assez lourdes pour les agriculteurs. D'autre part, l'état du marché pour les différentes productions irriguées se modifie quelquefois assez vite et les coûts des équipements et de l'énergie ne varient pas obligatoirement comme ceux des produits agricoles. Aussi, compte tenu de tous ces éléments, il est particulièrement hasardeux d'envisager des perspectives chiffrées à long terme.

Toutefois, des études récentes concluent au caractère raisonnable d'un objectif de croissance de 50.000 ha équipés par ou durant la prochaine décennie, en supposant qu'il n'y aura pas de blocage, du fait des conditions de renchérissement du crédit.

3. Assainissement et drainage

Le drainage, et plus particulièrement le drainage souterrain, connaît actuellement en France un essor considérable. Facteur d'intensification et de diversification de la production, il participe à la modernisation de l'agriculture. Deux innovations majeures : l'apparition des canalisations en matière plastique et la mécanisation de la pose ont bouleversé récemment la technologie des travaux de drainage.

Débordant ses limites traditionnelles du Bassin Parisien, le drainage souterrain s'introduit dans les exploitations du Nord — Pas de Calais, en Normandie, Champagne - Ardennes, Lorraine, Bourgogne, Limousin, Aquitaine... et dans les prochaines années il va certainement s'introduire dans les sols lourds des Marais de l'Ouest, qui en étaient restés au stade de l'assainissement superficiel.

Les statistiques traduisent une progression considérable des travaux de drainage souterrain depuis une dizaine d'années. Durant les années cinquante et soixante, ce n'était guère que 2000 à 4000 hectares qui étaient drainés chaque année et on estimait en 1950 la superficie drainée par tuyaux souterrains entre 200.000 et 300.000 ha.

A partir des années 1970, l'essor du drainage a été considérable. Selon différentes enquêtes statistiques, on a pu estimer que la superficie assainie atteignait 3 millions d'hectares à fin 1980, dont 950.000 ha traités par drains enterrés. En matière de drainage souterrain, le rythme annuel de réalisations n'a cessé de s'accroître au cours des der-

nières années (de 33.000 ha en 1974 à 78.300 ha en 1979).

Les avantages apportés par le drainage justifient la poursuite de son essor dans les années à venir dans le but d'assainir 5 millions d'ha d'ici 20 ans. Toutefois, cet essor devra tenir compte des limites techniques, économiques et également des contraintes imposées par le problème d'environnement.

Au cours des dernières années, un accroissement sensible des dotations budgétaires de l'Etat en faveur de l'hydraulique agricole a permis de développer l'effort d'aide à l'assainissement. Pour le drainage à la parcelle, les subventions de l'Etat (10 %) sont actuellement réservées aux réalisations à caractère individuel groupées dans un projet collectif, mais elles ne seront maintenues dans les années à venir que dans les zones défavorisées, afin de faire porter la quasi totalité de l'aide en capital de l'Etat sur les travaux d'intérêt général (assainissement et grands collecteurs de drainage où le taux de subvention va de 30 à 80 %).

D'autre part, le financement de la part des dépenses hors subvention est assuré par des prêts au taux de 9 % d'une durée de 20 ans.

Enfin, pour permettre de mieux cerner les besoins à venir, chaque région de programme a élaboré un schéma régional d'hydraulique agricole dans lequel sont localisés les besoins de drainage et proposés des ordres de priorité.

4. Aménagement des rivières

Sur de très nombreuses rivières une longue période d'abandon a conduit à une détérioration telle qu'elle a porté préjudice à la stabilité des lits et au maintien des équilibres biologiques tout autant qu'à l'écoulement des hautes eaux. Par réaction, pour éviter les inondations et assainir les fonds de vallée, on a fréquemment redressé, approfondi et élargi les rivières, les transformant en chenaux artificiels capables d'évacuer toute crue sans débordement, mais aussi inesthétiques que défavorables à la vie piscicole. Une tendance récente, plus naturaliste a pris le relais et un compromis doit être trouvé entre les intérêts agricoles, la sauvegarde du milieu naturel et les objectifs d'usage assignés à la rivière.

En moyenne plus de 1000 km de cours d'eau sont remis en état chaque année. Les maîtres d'ouvrages sont pour la plupart des syndicats intercommunaux, parfois des associations de riverains qui bénéficient de subventions du Ministère de l'Agriculture allant de 30 à 50 %.

NOTES AUX AUTEURS

Les manuscrits destinés à être publiés dans la Revue « Hommes, Terre et Eaux » devront être dactylographiés avec une double interligne, au recto seulement, chaque page sera numérotée et des feuilles séparées seront utilisées pour les références bibliographiques, les légendes des figures et graphiques etc...

Il est fortement recommandé d'observer dans la rédaction le plan suivant :

— Le titre : il ne devra pas comporter d'abréviation ni de formules chimiques (sauf pour les isotopes).

— Le nom des auteurs doit être précédé des initiales du prénom pour les hommes, du prénom complet pour les femmes.

— Le nom des techniciens ayant collaboré à l'étude relatée, précédée de la mention, avec la collaboration technique de...

— Le nom de l'établissement dans lequel ont été effectuées les recherches et son adresse.

— Le résumé suffisamment précis pour que sa lecture renseigne sur la nature du travail et son importance.

— L'introduction dans laquelle on indique l'objet des recherches entreprises en relation avec les travaux déjà effectués dans le domaine.

— Les techniques expérimentales et le matériel utilisé, en donnant tous les détails nécessaires pour que le lecteur puisse répéter les expériences.

— Les résultats à présenter de la manière la plus brève possible.

— Les discussions et conclusions.

— Les titres et les résumés anglais ou destinés à être traduits en anglais.

— Les remerciements pour les collaborateurs, les fonds, les dons...

— Les références bibliographiques.

Cependant, pour certains documents (notes, mises au point, revues, rapports etc...), l'auteur devra suivre un plan logique et le mettre en évidence par une titration appropriée.

Les références bibliographiques pour les articles, les ouvrages doivent suivre les normes internationales.

Les graphiques, tableaux, schémas, cartes, dessins d'appareils etc... doivent être envoyés à l'état définitif sur papier calque.

Les légendes et les énoncés des graphiques et dessins doivent être dactylographiés sur une même feuille séparée et porter les numéros des figures. Il en est de même pour les photographies.

Il est demandé d'indiquer sur le manuscrit dans la marge en regard du texte, l'emplacement souhaité des tableaux et figures.

Les manuscrits doivent être envoyés en 4 exemplaires au Comité de Rédaction de « Hommes, Terre et Eaux » B.P. 704 Rabat - Agdal (Maroc.)

*
**

Tout article doit obligatoirement comporter un résumé dans les deux langues : arabe et français.