

# HOMMES TERRE & EAUX

*Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*



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

7ème ANNEE

VOLUME 8

NUMERO 29

DECEMBRE 1978



# HOMMES, TERRE ET EAUX

Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

## S O M M A I R E

### Comité de Rédaction

BEKKALI Abdallah  
BESRI Mohamed  
FARAJ Habiba  
GUESSOUS Fouad  
LAHLOU Othmane  
LAMRANI Hassan  
PASCON Paul  
TABET Aziz

### Responsable de la Revue

FARAJ Habiba

### Responsable technique de publication

EL BAKKALI Abdelghani

E.M.I. - Tanger

### SPECIAL 10ème CONGRES D'ATHENES

	Pages
Editorial .....	3
Programme général du 10 <sup>e</sup> Congrès et délégation marocaine .	6
LAHLOU (Othmane), HOMMANI (Nadine). - La Grèce .....	9
LAMRANI (Hassan) et Ait KADI (Mohamed)., méthodes d'évaluation économique des projets d'irrigation (question 33)	33
DAOUDI (Mohamed)., Techniques les plus modernes de drainage souterrain et méthodes de construction de drainage (question 34) .....	41
LAHLOU (Othmane)., Exploitation et entretien des réseaux d'irrigation et de drainage (question 35) .....	51
LAHBABI (Mohamed)., Transfert massif d'eau sur de longues distances pour le développement régional et ses effets sur l'environnement humain (session spéciale) .....	63
CHIGUER (Ahmed)., Bibliographie sur la question 33 .....	73
LAHLOU (Othmane)., Bibliographie sur la question 35. ....	85
Nouvelles .....	93
Note aux auteurs .....	95
Bulletin d'abonnement et d'ADHESION .....	97

ADRESSE : ANAFID - ANPA - ANAPPV - INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE  
HASSAN II - B.P. 704 RABAT - MAROC - TEL : 717-58 - 59 POSTE 640 ou 208

## MEMBRES DU COMITE

### LA FANDER

- Président: Abdallah BEKKALI Président de l'ANAFID.
- Vice-Président: Houcine FARAJ, Président de l'ANAPPAV; Abdelmajid HAKAM, Président de la S.G.M.; M'Hamed SEDRATI, Président de l'ANPA; Abderrahmane ZAKI, Président de l'A.M.S.O.L.
- Secrétaire Général: Mohamed BESRI, Secrétaire Général de l'ANAPPAV.
- Trésorier: Mohamed NOURI, Trésorier de l'ANPA.
- Assesseurs: MM. les Secrétaire généraux de: ANAFID: M. LAHLOU Othmane; ANPA: Fouad GUESSOUS; AMSOL: BEN MILOUDI M.; SGM: BEN HALIMA Hassan, et MM. les Trésoriers de: ANAFID: M. BENNANI Abdellatif; ANAPPAV: M. TAZI Mohamed; AMSOL: LAHLOU Mohamed; SGM: ELFASSI Driss.

### L'ANAFID

#### Les présidents d'honneur:

- M. le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire.
- M. le Ministre de l'Equipement et de la Promotion Nationale.

#### Comité d'honneur:

- Le Secrétaire Général du Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire.
- Le Directeur de l'hydraulique.
- Le Directeur de l'Equipement Rural.
- Le Directeur de la Mise en Valeur Agricole.
- Le Directeur Général du Laboratoire Public des Etudes et Essais.
- Le Directeur de la Recherche Agronomique.
- Le Directeur des Eaux et Forêts.
- Le Directeur de l'Elevage.
- Le Directeur général de la SODEA.
- M. Omar LARAQUI.
- M. Abdelhaq TAZI.

#### Président:

- M. BEKKALI A. Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

#### Membres du bureau:

- Vice-Président chargé des comités Techniques: OULAD CHRIF Ben Younés.
- Vice-Président chargé des délégations régionales et des relations extérieures: ARAFA Ahmed.
- Secrétaire Général: LAHLOU Othmane.
- Secrétaire Général Adjoint: TABET Abdelaziz.
- Trésorier: BENNANI Abdellatif.
- Trésorier Adjoint: TAZI Jouad.
- Responsable de la revue: Mme FARAJ Habiba.
- Assesseur chargé de la revue: LAMRANI Hassan.
- Responsable des conférences et sorties: AZIB M'hammed.
- Assesseur chargé des Comités Techniques: ABOU FIRASSI.

#### DELEGUES REGIONAUX:

- ABDELLAOUI Rachid: le Gharb - le Loukkos (ORMVAL - ORMVAG DPA KENITRA - DPA KHEMISSET).
- LASRI: le nord du Maroc - (DPA de Tanger - Tétouan Chaouen).
- BOURRAS: la Moulouya - (ORMVAM - DPA OIJDA - NADOR - FIGUIG).
- RAHALI: Les Doukkalas - (ORMVAD - DPA d'EL JADIDA - BEN SLIMANE - CASABLANCA - SETTAT).
- HANANE: Le Haouz - (ORMVAG DPA de Kelaa des - Marrakech - Safi - Essaouira).
- MAATALLAH: le Tadla - (ORMVAT - DPA - BENI MELLAL - Azillal - KHENIFRA - K HOURIBGA).

- SAFINE: Ouarzazate - (ORMVAO).
- ZERHOUNI: Tafilalet - (ORMVAT).
- FASSI-FIHRI: Le Moyen Atlas (DPA de Fès - Boulemane - Meknès).
- AL ALLAM: le Rif Oriental (DPA - Taza - Al Hoceima).
- LAHBABI: Le Souss Massa et le Sud (ORMVASM - DPA AGADIR - TIZNIT - TARFAYA).

### L'ANAPPAV

#### Comité d'honneur:

- Le Directeur général de l'O.C.E.
- Le Directeur de la Mise en Valeur Agricole
- Le Directeur de la Recherche Agronomique
- Le Directeur de l'I.A.V. Hassan II.

#### Président:

- M. FARAJ Houcine (D.M.V.)

#### Vice-présidents:

- M. Bouzoubaa (SOGETA).
- M. Benjelloun (DRA).

#### Secrétaire général:

- M. Besri (I.A.V. Hassan II).

#### Secrétaire général adjoint:

- M. Papy (I.A.V. Hassan II).

#### Trésorier:

- M. TAZI Mohamed (DMV).

#### SECTIONS TECHNIQUES

- Section 1: Production  
Président: M. ARIFI (DRA)
- Section 2: Protection des Végétaux  
Président: BENNANI Salah (DRA)
- Section 3: Amélioration des Plantes  
Président: BENJELLOUN Abdelwahed (DRA)
- Section 4: Transformation  
Président: GUEDIRA Abdellatif (D.A.E.).

### L'ANPA

#### Président d'honneur:

- Le Directeur de l'Elevage.
- Le Directeur de la Recherche Agronomique.
- Le Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

#### Président:

- M'Hamed SEDRATI, Directeur Général de la COMAGRI

#### Vice-Président:

- Driss TOULALI, Directeur de l'ORMVA du Gharb

#### Secrétaire Général:

- Fouad GUESSOUS, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

#### Trésorier:

- Mohamed NOURI, Directeur Général de la COLAIT.

#### Membres du Bureau:

- A. ABOUYOUB (ENA Meknès), M. BELEMLIH (IAV Hassan II), A. BOURBOUZE (IAV Hassan II), J. BRIOUGA (IAV Hassan II), J. CAZEMAJOU (SOTREP)
- M. EL YOUSOUFI (SNDE), M. FASSI FIHRI (IAV Hassan II), M. HEDDOUN (ORMVAG), A. MAJDOULI (MARA), A. MESSOUAK (SOGETA), H. NARJISSE (ENA Meknès), A. RAIS (DRA), H. TAMPIER (Assoc. Eleveurs de Race Pure).

### COMITE DE LA REVUE

- Mme FARAJ Habiba (Responsable de la Revue).
- Mrs LAMRANI Hassan  
TABET Abdelaziz  
TAZI Jaouad
- Mrs. Les secrétaires généraux de l'ANAPPAV: BESRI M., et de l'ANPA: GUESSOUS F. EL BAKKALI Abdelghani (Responsable Technique de publication).



## EDITORIAL

Le 10<sup>è</sup> Congrès de la Commission Internationale des Irrigations et du Drainage (C.I.I.D.) s'est tenu à Athènes, capitale de la Grèce, du 22 Mai au 3 Juin 1978.

Le Maroc y a été représenté par sept délégués et y a présenté six communications.

Par ses communications et par les interventions de ses délégués au cours du Congrès, le Maroc a pour la première fois, depuis son adhésion à l'ICID en 1959 participé d'une manière active aux travaux de cette manifestation internationale.

La tenue du Congrès a été précédée par la 29<sup>ème</sup> réunion du Conseil Exécutif de la C.I.I.D, réunion au cours de laquelle, le Maroc a été élu, pour la seconde fois depuis son adhésion à la commission, (la 1<sup>ère</sup> fois de 1974 à 1976) Vice Président de cette commission et ce pour un mandat de 3 ans allant de 1978 à 1980.

Ainsi, désormais, le continent africain est représenté par deux Vice-Présidents sur les neuf que compte la C.I.I.D. (Soudan et Maroc actuellement) alors qu'il n'a été représenté auparavant que par un seul Vice-Président. Ceci marque l'intérêt grandissant que portent les pays africains aux travaux de cette commission. (17 pays membres sur 72 au total depuis Mai 1978. Les différentes manifestations (Conseils Exécutifs et Congrès) voient s'amplifier la participation africaine aussi bien en nombre de pays représentés qu'en communications publiées. Cette progression est normale et cette participation devra encore être plus active vu l'importance des travaux d'irrigation et de drainage que connaît notre continent, l'amélioration des productions agricoles qui en découlera et ses conséquences bénéfiques sur l'alimentation des populations africaines. Cependant, un nombre important de pays africains pratiquant l'irrigation et le drainage ne sont pas encore membre de la C.I.I.D.; notre devoir est de sensibiliser le plus grand nombre d'entre eux pour les amener à y adhérer afin qu'ils profitent de ses activités et qu'ils apportent leur contribution aux travaux entrepris par cette commission.

La tenue, en Mai prochain, de la 30<sup>ème</sup> réunion du Conseil Exécutif à Rabat sera une excellente occasion pour voir une grande représentation africaine.

Les 6 communications marocaines présentées au 10<sup>ème</sup> Congrès d'Athènes sont le fruit de l'expérience vécue par notre pays dans les différents domaines se rapportant à l'irrigation et au drainage (évaluation économique, influence de l'irrigation

sur la nappe, expérimentation de drainage, gestion et entretien des réseaux, transfert d'eau à longue distance, recharge de nappe). Vu l'intérêt que présentent ces questions, le 2ème numéro de notre revue « Hommes, Terre à Eaux » de l'année 1978 a été consacré à la publication de ces 6 communications et ce en vue de leur assurer une large diffusion auprès des membres de l'A.N.A.F.I.D ainsi qu'auprès des membres des associations nationales sœurs.

Afin de mieux situer l'intérêt que porte les différents pays à cette manifestation internationale nous donnons quelques chiffres ci-dessous.

498 techniciens, spécialistes et experts dans le domaine de l'irrigation et du drainage, représentant 53 pays sur les 72 membres de la C.I.I.D ont pris part aux travaux de ce Congrès :

- Afrique : 8 (dont 4 pays arabes) sur 17 membres
- Amérique : 9 sur 13 membres.
- Asie-Océanie : 18 (dont 4 pays arabes) sur 24 membres
- Europe : 18 sur 18 membres

12 Organisations internationales gouvernementales et non gouvernementales ainsi que 4 pays non membres (observateurs) étaient représentés à ce congrès.

Les plus fortes délégations étaient celles de :

- La Grèce : pays organisateur, (60 participants, 5 communications) ;
- La France : pays organisateur du prochain Congrès à Grenoble en 1981 (48 participants 23 communications) ;
- La Yougoslavie (38 participants, 6 communications) ;
- La Grande Bretagne (34 participants, 7 communications) ;
- Les Etats Unis d'Amérique : pays organisateur du 12ème Congrès en 1984, (29 participants, 16 communications) ;
- L'Italie (23 participants, 1 communication) ;
- L'Union Soviétique (20 participants, 4 communications) ;

Les plus fortes délégations arabes étaient celles de :

- La Syrie avec 10 participants suivie par celle de :
- La République Arabe d'Egypte avec 9 participants et 4 communications ;
- L'Irak avec 8 participants et une communication ;
- Maroc avec 7 participants et 6 communications).

L'intérêt de l'évènement (un Congrès toutes les trois années), l'importance des questions traitées ainsi que les 2 voyages d'étude organisés à l'issue de ce Congrès, méritent qu'un numéro spécial de notre revue leur soit consacré. Ainsi, dans le présent numéro, nous prendrons connaissance avec la Grèce (pays, histoire et réalisations hydrauliques), pays hôte du 10ème Congrès des Irrigations et du Drainage avant de nous consacrer aux questions traitées telles qu'elles ont été appréciées par nos délégués.

Le Président de l'ANAFID  
BEKKALI Abdallah

(1) Hommes Terres et Eaux n° 27.

# Spécial

10<sup>ème</sup> CONGRES  
INTERNATIONAL

des  
IRRIGATIONS  
et  
DU DRAINAGE  
A T H E N E S

*22 Mai — 3 Juin 1978*

**PROGRAMME GENERAL DU**  
**10ème CONGRES INTERNATIONAL DES IRRIGATIONS**  
**ET DU DRAINAGE**  
**— ATHENES —**

La période du 23 au 27 Mai a été consacrée aux diverses réunions des Comités Techniques spécialisés ainsi qu'aux sessions plénières du Conseil Exécutif International où d'importantes décisions furent prises : telle l'élection du nouveau Président de la CIID et celles de 3 nouveaux Vice-Présidents.

La période du 28 Mai au 3 Juin a été consacrée aux sessions techniques du 10ème Congrès qui ont porté sur les questions suivantes :

**QUESTION 33 :** Evaluation économique des projets d'irrigation — Etudes générales et études des cas sur les effets économiques et sur l'environnement.

*Rapporteur Général :* Mr. Gilbert MANUELAN (France).

**QUESTION 34 :** Techniques les plus modernes de drainage souterrain et méthodes de construction pour le drainage.

*Rapporteur Général :* M. G.R. HOFFMAN (Royaume Uni).

Cette question comportait 2 sous-thèmes :

— *Sous question 34.1 :* Techniques et pratiques du drainage.

*Rapporteur :* M. Strige Katsu WATANABE (Japon).

— *Sous question 34.2 :* Méthodes de pose des drains agricoles à grande vitesse (aspects généraux, aussi bien qu'exemples d'aménagements complets de drainage).

*Rapporteur :* Prof. Dr. Ing. H.J. COLLINS (Allemagne Fédérale).

**QUESTION 35 :**

Exploitation et entretien des réseaux d'irrigation et de drainage (organisation, équipement d'entretien, exploitation, etc.).

*Rapporteur Général :* M. E.C. ZACHAROPOULOS (Grèce).

**SESSION SPECIALE :**

Transfert massif d'eau sur de longues distances pour le développement régional et ses effets sur l'environnement humain.

*Rapporteur Général :* M. John R. TEERINK (E.U.A.).

**SYMPOSIUM :**

Progrès des techniques d'alimentation des nappes d'eau souterraines en vue de préserver les excédents de débits des rivières.

*Rapporteur Général :* M. Prof HOLY (Tchécoslovaquie).

Assisté de MM. : B.G. SHTEPA (U.R.S.S.) ; M. BITOUN (E.U.A.).

A l'issue des séances techniques du Congrès, 2 voyages d'études ont été organisés du 4 au 9 Juin pour permettre aux congressistes de visiter d'importants aménagements hydrauliques en Grèce mais aussi pour leur permettre de mieux connaître ses sites historiques et archéologiques.

Messieurs AÏT KADI et LAHBABI ont participé au voyage organisé au Nord de la Grèce et Messieurs DAUDI, LAHLOU et LAMRANI à celui du Sud.

**LES MEMBRES DE LA DELEGATION  
MAROCAINE**

— BEKKALI Abdallah - Président de l'A.N.A.F.I.D. et Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

— OULAD CHRIF Ben Younes - Vice-Président de l'A.N.A.F.I.D. et Directeur de l'Equipement Rural.

— LAHLOU Othmane - Secrétaire Général de l'A.N.A.F.I.D. et Directeur de l'O.R.M.V.A du Loukkos.

— LAMRANI Hassan - Assesseur chargé de la revue « Hommes Terre et Eaux » et Chef de Département à la SCET Maroc.

— AIT KADI Mohamed - Enseignant à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

— DAOUJI Mohamed - Chef de Service à l'O.R.M.V.A. de Ouarzazate.

— LAHBABI Mohamed - Chef de Service à l'O.R.M.V.A. du Souss-Massa.

### LES COMMUNICATIONS MAROCAINES AU 10 CONGRES D'ATHENES

TABET Abdelaziz : Analyse de résultats expérimental d'un drainage sur sols argileux lourds.

ZERYOUHI I. Ph. CARLIER : Etude de l'Influence des irrigations et recherches d'un dispositif

de drainage par pompage simulation par modèle mathématique exemp'le des nappes des Triffa et du Garet (Maroc du Nord-Est).

LAHLOU Othmane, BENNANI Abdellatif, AIT KADI Mohamed : Organisation de la gestion, de l'exploitation et de l'entretien des réseaux d'irrigation et de drainage dans les grands périmètres irrigués du Maroc.

A. KABBAJ, I. ZERYOUHI : Utilisation des eaux de l'Oued MHARHAR pour la recharge de la nappe de Charf El Akab pour l'alimentation en eau de la ville de Tanger.

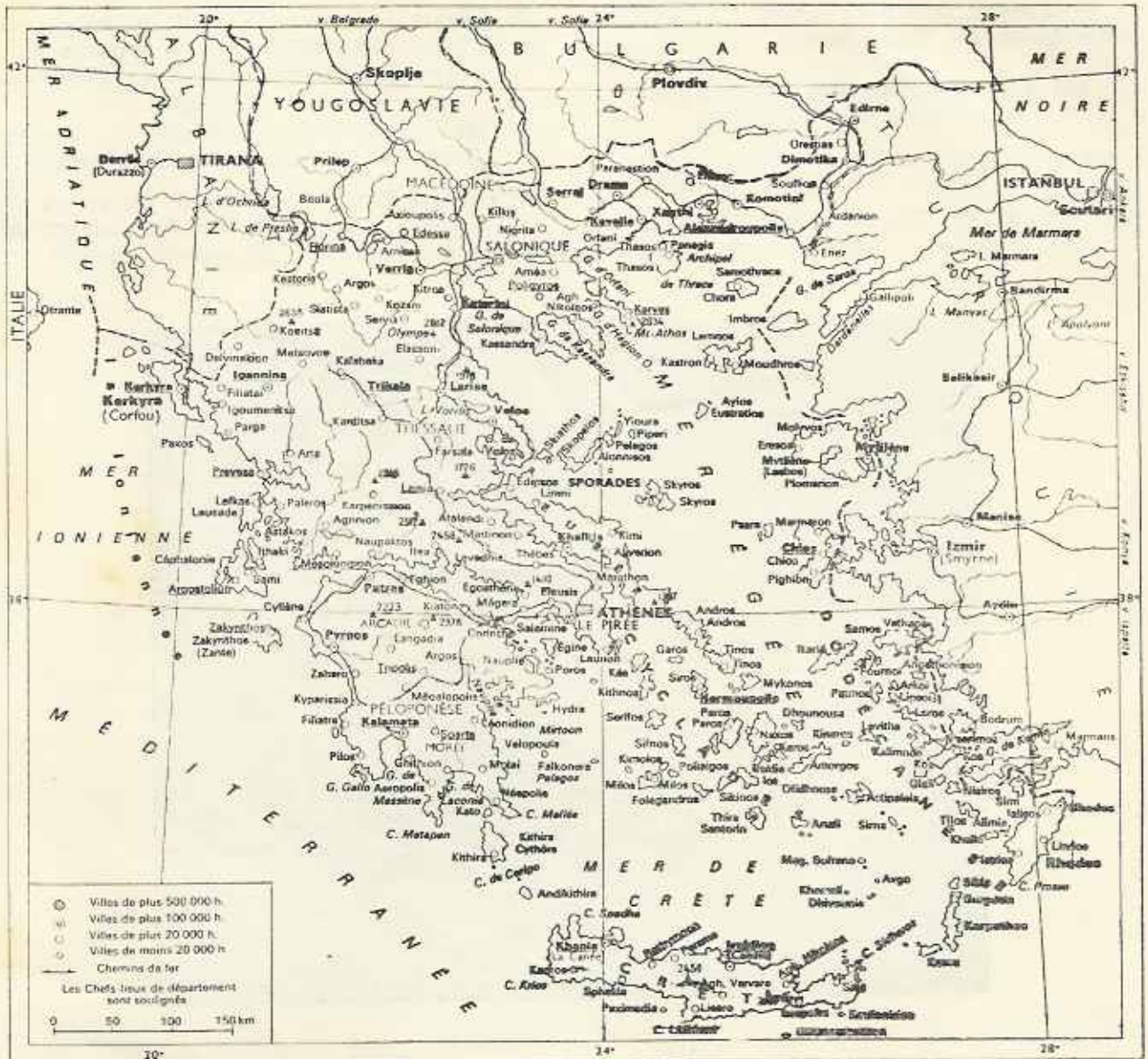
M. JELLALI, M. SBIHI, J. ZERYOUHI, T. POINTET : Transport des eaux du bassin du Tensift.

F. ETTORI : Evolution économique des projets d'irrigation ; méthode de choix des cultures irriguées soumises à un accident aléatoire.



*La délégation marocaine.*

\* Voir n° 27, juin 1978, de notre Revue Hommes, Terre et Eaux.



# LA GRECE \*

par

LAHLOU Othman \*\*  
et Nadine HOMMANI \*\*\*

## I. - Le pays en bref

### A. SITUATION GEOGRAPHIQUE :

Située à l'extrémité méridionale de la péninsule balkanique, la Grèce s'étend aussi aux groupes insulaires qui l'entourent et occupe une superficie de 131.944 km<sup>2</sup>. Elle confine au Nord à la Yougoslavie et la Bulgarie, au Nord-Ouest à l'Albanie et au Nord-Est à la Turquie. Au Sud et à l'Est, elle est baignée respectivement par les mers ionienne, méditerranéenne et égée.

### B. RELIEF :

Celui-ci est essentiellement montagneux (68% du territoire a une altitude supérieure à 200 m) et appartient au système très complexe des balkans.

La chaîne montagneuse de Pindos (altitude maximum 2637m) qui traverse le pays de direction Nord-Ouest, Sud-Est, divise la Grèce continentale en deux parties : Orientale et occidentale.

La partie orientale du pays appartient au vieux socle primaire ainsi que toutes les îles à l'exception de la Crète ; des soulèvements importants de ce socle ont donné naissance à l'Olympe (2985 m) et au Pelion ; d'autres de plus faibles ampleurs sont à l'origine de pointements isolés en Macédoine, du massif très découpé de Chalcidique et des îles subissant encore des mouvements importants du sol (séismes, volcanisme).

La partie occidentale de la frontière albanaise à la Crète est occupée par les montagnes plissées de type Alpin du système dinarique (calcaires du

crétacé). On trouve successivement les montagnes d'Épire, le Pinde, les montagnes de Péloponnèse et la chaîne Crétoise ; ces montagnes arrivent presque toujours jusqu'à la mer et déterminent des côtes rocheuses extrêmement articulées, riches en promontoires et en golfes.

Au contact des deux zones de relief se trouve une zone confuse faite de bassins, de morceaux de socle et de rameaux plissés où dans l'ensemble les zones déprimées l'emportent avec notamment la vallée du Vardar, la plaine de Salonique, de Thessalie.

### C. CLIMAT :

La Grèce est comprise dans l'aire d'extension du climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et pluvieux mais ce climat n'est pas exempt de nuances (multitude de microclimats) dues à l'alternance continue du continent et de la mer, à la conformation topographique du pays et à la latitude.

— L'indice pluviométrique annuel moyen varie entre 400 et 1200 mm.

— Les isothermes annuelles varient entre 13,5° et 19,5° c.

### D. HYDROLOGIE :

Les débits des fleuves présentent des fluctuations considérables en une courte période (régime torrentiel) et deviennent généralement nuls pendant l'été sauf en cas où les fleuves sont alimentés par les sources abondantes des régions calcaires.

Les fleuves les plus importants se trouvent concentrés au Nord, mais la Grèce n'en possède que les basses vallées.

De nombreux lacs formés dans des dépressions naturelles montagneuses ou semi-montagneuses occupent une superficie d'environ 600 km<sup>2</sup>.

(\*) Cet article a été préparé, pour les parties II et III, par Mme Danielle Lahlou.

(\*\*) Directeur de l'ORMVA du Loukkos.

(\*\*\*) Responsable de la Documentation à l'ORMVA du Loukkos.

La Grèce dispose d'eaux souterraines en quantités remarquables surtout dans les régions alluviales et calcaires du pays.

#### E. CADRE HUMAIN ET POLITIQUE :

Le recensement de 1971 donne une population de 8.768 641 habitants (densité : 66,43 hab/km<sup>2</sup>).

Les taux de natalité et de mortalité sont de type européen, respectivement de 18,2‰ et 8,3‰.

Cette population est très jeune : 25% de moins de 14 ans.

La population urbaine représente 53,2% de la population totale, pourcentage qui croît rapidement dû surtout à l'attraction de la grande agglomération Athènes — le Pirée qui totalise à elle seule plus de la moitié de la population urbaine; (2.540.241 hab.); les autres grandes villes sont Thessalonique, 557.360 habitants; Patras, 120.847 habitants; Volos 88.096 habitants; Heraklion, 84.710 habitants.

Les statistiques grecques distinguent une population semi-urbaine qui représente 11,7% de la population totale; la population rurale représente donc 35,1% de la population totale.

La population grecque est actuellement essentiellement concentrée dans les plaines, le long des axes de circulation et des côtes et autour des villes et cela dû aux migrations intérieures liées à l'urbanisation : 1/3 de la population vit sur 5% du territoire; cette situation pose donc de nombreux problèmes, le plus grave étant sans doute le courant d'émigration extérieur qui draine chaque année de 30.000 à 60.000 personnes, généralement des jeunes vers l'Europe Occidentale et cela en raison de l'insuffisance des emplois et d'une industrialisation qui n'est qu'à ses débuts; c'est la Macédoine qui fournit et de loin le plus gros contingent d'émigrants, quoique, de toutes les régions, les candidatures aux départs affluent et proviennent des villes comme des campagnes.

La population parle la langue grecque et est, dans la grande majorité, de religion grecque Orthodoxe (de petites minorités Turques et Musulmanes subsistent encore). En 1973, la république fut proclamée en Grèce.

Ce pays est divisé en 9 provinces : la Grèce Centrale et Eubée, la Thessalie, les Iles Ionniennes, la Péloponnèse, l'Epire, la Macédoine, la Thrace, la Crète, les Iles de l'Egée; ces provinces comprennent au total 50 départements.

#### F. ECONOMIE :

L'agriculture apparaît comme le secteur le plus primaire, conséquence des conditions naturelles peu favorables et de la structure agraire; ce domaine sera plus approfondi dans le chapitre suivant.

L'élevage essentiellement composé d'ovins (8.273.933 têtes) et de caprins (4.476.063 têtes) est assez médiocre mais permet à la Grèce d'être l'un des rares producteurs européens de laine.

Malgré sa faiblesse en ressources énergétiques et minérales, le secteur industriel a fait des progrès spectaculaires ces dernières années et cela, grâce à l'importance des capitaux étrangers qui ont permis le démarrage d'une industrie moderne, notamment dans les domaines de la métallurgie, de la construction navale, de l'industrie chimique et de l'industrie alimentaire; mais l'essentiel de la production industrielle est représenté par les articles de consommation courante (l'artisanat, le textile, les cimenteries).

#### G. COMMERCE :

Une grande part des exportations grecques constituent les matières premières agricoles tandis que les importations concernent des matières premières industrielles et des produits manufacturés. Ce commerce se fait essentiellement avec les pays d'Europe occidentale et les Etats-Unis; ce commerce est encore très déséquilibré, les exportations ne correspondant, en valeur qu'au tiers des importations.

#### H. COMMUNICATIONS :

L'insuffisance du réseau ferroviaire (2479 kms) et du réseau routier (8624 kms de routes nationales) s'explique, en partie, par le rôle important joué par les communications maritimes dans l'économie du pays. Les principaux ports sont le Pirée (port d'Athènes) Thessalonique et Patras. Le réseau aérien comprend 8 aérodromes dont le principal est celui d'Athènes-Hellenikon.

## II. - Histoire d'une civilisation

Des temps Minoens à la Grèce d'aujourd'hui, l'histoire de la Grèce s'étend sur presque 4 millénaires.

#### A. LE PLUS QUE PASSE

La Grèce est entrée dans l'âge du bronze vers 2600 avant J.C. : c'est l'Helladique ancien avec l'apparition des premières cités dont la plus connue est LERNE.

## B. DE 2000 A 1100 AVANT J.C.

C'est la période helladique moyenne et récente avec la prodigieuse civilisation crétoise ou Minoenne, du nom du légendaire Roi Minos, révélée par les fouilles de l'Anglais Arthur Evans. La Crète, cette île aux cent villes, va constituer une véritable île éducatrice pour les achéens, peuplades descendues des grandes plaines indo-européennes et qui ont pris le pas sur les autres peuples.

Va lui succéder la civilisation Mycénienne qui atteint son apogée vers 1400 avant J.C., du nom de Mycènes, la plus illustre cité de la Péloponèse mise à jour par les fouilles de l'allemand Schliemann. Mycènes, c'est avant tout une acropole magnifique aux murailles cyclopéennes, des tombes riches en masques et parures d'or ; c'est aussi une vie économique florissante.

## C. DE 1100 A 750 AVANT J.C.

Cette civilisation Mycénienne va s'écrouler, en 1100 avant J.C., ravagée par des invasions de peuplades venues du Nord, les Doriens ; ceux-ci assurent le peuplement définitif de la Grèce et contribuent à son épanouissement.

A cette époque, apparaît la métallurgie ; c'est aussi la période des dessins géométriques sur les objets en céramique, puis celle des grands poèmes épiques d'Homère et d'Hésiode, des premiers temples, de l'organisation de l'Olympe, de l'organisation politique des cités avec l'apparition de la polis ou cité-état dont le peuple participe à l'administration sous l'hégémonie d'Aristocrate.

## D. DE 750 A 500 AVANT J.C.

C'est la période dite Archaïque. Elle se caractérise par de nouvelles acquisitions (la monnaie), la prospérité quant à l'artisanat et au commerce qui voit se créer de nombreuses colonies grecques sur les rivages de la Méditerranée (Sicile, Espagne).

Les arts dans leur ensemble sont florissants (construction de temples fameux), essor de la sculpture sur pierre, beauté des céramiques à figures noires puis rouges. Mais, ce qui est capital pendant cette période, c'est l'éclosion d'une nouvelle notion plus abstraite « l'Hellénisme » qui définit une forme de pensée, un type d'éducation, en bref une culture, la culture attique. Cette notion aura une grande importance pendant toute l'antiquité.

## E. LA GRECE CLASSIQUE 5ème ET 4ème SIECLE AVANT J.C.

Après avoir subi victorieusement les guerres médiques qui l'oppose aux Perses ou Médes

(490 victoires des athéniens à Marathon), la Grèce va connaître tout d'abord l'apogée d'Athènes qui prend, aux dépens de Sparte, la ville puissante des citoyens-soldats, la tête du monde grec, en fondant la confédération Attico-Délienne.

C'est une époque de lumière dite encore siècle de Périclès ou florissent la tragédie, la comédie, la philosophie (avec Socrate, Platon, Aristote), l'histoire, tous les arts en général (sculpture avec Praxitèle) excepté celui de la céramique qui ne peut rivaliser avec le bronze.

Malheureusement, avec la mort de Périclès c'est la chute d'Athènes et un certain déclin de la Grèce en général. Pourtant, Alexandre va réaliser d'immenses conquêtes qui s'étendent de l'Égypte à l'Inde. Ce déclin va se poursuivre jusqu'à la fin du 4ème siècle et recouvre la période dite hellénistique, période pendant laquelle les arts et la littérature se développent plus dans les royaumes grecs d'Orient qu'en Grèce même.

## F. LA GRECE ROMAINE

Du 3ème siècle avant J.C. au Vème siècle après J.C. les Romains victorieux contre la Macédoine, annexant le royaume, s'imposent partout et pourtant s'hellénisent. La renaissance d'Athènes embellie, reste factice. Le Christianisme apparaît, l'Olympe et ses dieux tombent dans l'oubli ; les derniers jeux Olympiques ont lieu en 396.

Le monde antique va disparaître finalement et totalement avec la partage de l'empire Romain.

## G. LA GRECE MEDIEVALE ET MODERNE

C'est tout d'abord la période Byzantine ; malgré la suzeraineté de Byzance, c'est une période troublée, aux invasions multiples (croisés francs navigateurs Normands) qui fondent des principautés vassales de l'empire latin de Constantinople.

La Grèce s'effondre économiquement, et malgré ce les arts locaux restent vivants (décoration du Mont Athos).

En 1453, date de la chute de Constantinople, va débiter la domination Turque. Elle est totale et opprimante (enfants islamisés, paysans transformés en serfs, jeunes gens enrôlés dans le corps des janissaires de force) ; elle va durer jusqu'en 1821.

## H. L'INSURRECTION ET LA GRECE INDEPENDANTE APRES 1832

La conscience nationale grecque renaît peu à peu avec l'appui des 3 puissances étrangères : Russie, France, Angleterre. La révolution progres-

se et c'est enfin la défaite des turcs à Navarin en 1927. La Grèce devient indépendante sous la protection de 3 puissances avec un roi étranger Otton de Bavière en 1832.

Pendant 100 ans, plusieurs souverains étrangers vont se succéder en Grèce, sans parvenir à la réunification totale du pays qui tient pourtant particulièrement au cœur de tous les grecs et surtout au cœur d'un jeune crétois Vénizélos qui va oeuvrer dans ce sens jusqu'à son exil définitif.

**LES ANNES 30 :** Ce sont des années difficiles pour la Grèce tant économiques (chômage, grèves) que politiques et territoriales : Dictature militaire du général Métaxas de 1936 à 1940, pénétration italienne, occupation allemande, guerre civile pendant 3 ans.

**LES GOUVERNEMENTS Conservateurs** se succèdent avec Paul 1er Constantin couronné en 1964.

La Grèce est réunifiée et progresse considérablement sur le plan économique, mais ces progrès touchent assez peu le peuple grec.

En 1967, nouveau coup d'état, oeuvre de militaires ; ce régime des colonels, puis des généraux va durer 7 ans.

Les civils reviennent finalement au pouvoir en 1974 avec le gouvernement de Caramantis ; c'est le renouveau de la liberté ; des milliers de détenus politiques et d'exilés retrouvent leur place. Des élections démocratiques sont organisées, assurant la majorité au centre droit.

### III. - Tourisme en Grèce

Il est mille façons de voir la Grèce.

On peut choisir d'aller « prier » sur l'Acropole comme Malraux, ou de s'attarder dans les ruines de Sparte comme Chateaubriand, ou de se recueillir dans les monastères ou de se perdre dans la Grèce antique ou tout simplement d'aller bronzer et flaner sur les rivages des îles grecques.

Nous vous proposons quelques uns des plus célèbres sites touristiques, mais ce panorama n'a rien de limitatif.

#### A. SALONIQUE OU THESSALONIQUE

C'est après Athènes la plus importante cité grecque avec 480.000 habitants. C'est une grande ville moderne, industrielle, commerçante, universi-

taire avec une université dynamique, mais, c'est surtout un grand port, le principal de la Macédoise. Salonique est actuellement célèbre dans le monde moderne par sa foire annuelle de Septembre qui occupe tout un quartier à l'Est de la Ville.

Mais, il ne faut pas négliger la vieille ville disposée sur les flancs du mont Khortiatiss où on peut admirer entre autres les merveilles de l'art byzantin, la maison de bois où naquit Kemal Atatürk, premier Président de la République Turque et fondateur de la Turquie moderne.

#### B. LES MONASTERES

##### 1. Le Mont Athos :

C'est la montagne sainte des grecs. C'est par mer que l'on gagne généralement cette presqu'île, l'un des 3 promontoires de l'ancienne chalcidique. C'est au Xème siècle de notre ère que le Mont Athos devint célèbre et c'est en 963 que le premier monastère d'une série de 30 fut fondé par le moine Athanase.

Actuellement, il en existe 20 tant russes que bulgares, tant grecs que serbes pour 4000 moines fidèles au rite orthodoxe. Ceux-ci bénéficient de l'autonomie administrative, réalisant ainsi une véritable république de moines intégrée au royaume de Grèce.

Les monastères renferment de précieuses oeuvres d'art (mosaïques, manuscrits, fresques...). Leur accès est strictement réservé aux hommes. En effet, en vertu d'une bulle, toujours en vigueur de l'empereur Constantin Monomaque (1060), le Mont Athos est interdit aux femmes, femelles d'animaux, enfants, ennuqués et visages lisses.

2. *Les Météores* : ou couvents très hauts perchés, aériens.

Ils sont situés au cœur de la Thessalie ou Grèce continentale et constituent une des plus étranges attractions de cette partie de la Grèce. Ces monastères construits au sommet de rocs puissants, très escarpés, sont en relativement mauvais état et 4 sont encore habités aujourd'hui par une poignée de moines.

Ces communautés monastiques ont servi de refuge pendant les troubles du 14ème siècle.

#### C. CORINTHE ET L'ANCIENNE CORINTHE

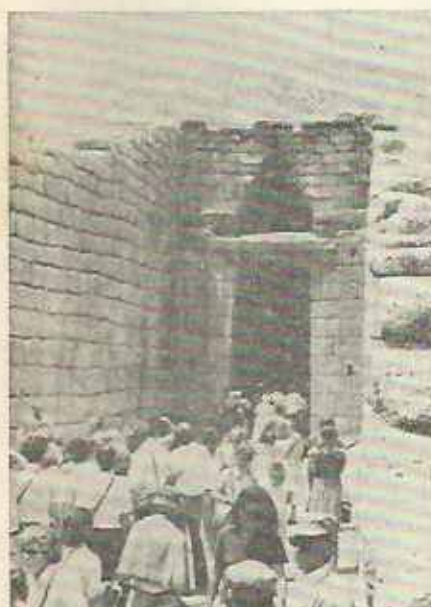
Corinthe doit son nom à une variété de raisins cultivés dans la Péloponèse et qui sont exportés secs.



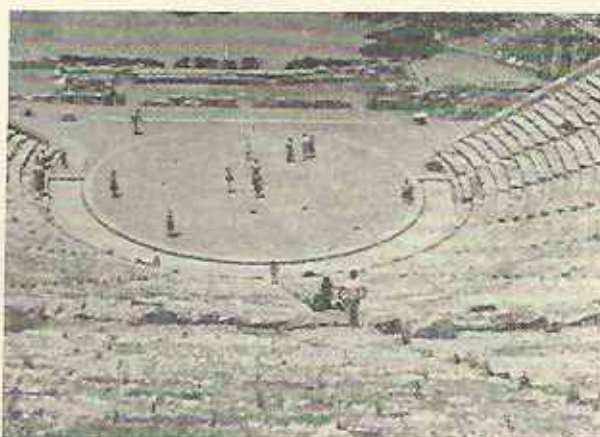
Mycènes : Porte des lions



Olympia : Temple de Zeus



Mycènes : tombeau du trésor d'Atrée



Théâtre d'Epidaure



Musée archéologique de Delphes  
Castor et Pollux



Athènes : Théâtre Pallas (lieu de la séance inaugurale  
du 10 congrès ICID)



Athènes : Parthénon



Athènes : vue du Parthénon

Célèbre autrefois par son isthme de 6 kms de largeur en moyenne, Corinthe l'est aujourd'hui uniquement de son canal, creusé en 1893, large de 23 m, aux parois très abruptes.

L'ancienne Corinthe, située à 6 kilomètres au Sud-Est de la ville actuelle, a subi des vicissitudes au cours des siècles. Ruinée, brûlée par les Romains, elle se relève un siècle plus tard avec César qui y établit une colonie. Elle devint ainsi une des plus florissantes cités grecques soumises à Rome, mais aussi un haut lieu de frivolité, légendaire dans le monde antique. Elle fut dédiée à Aphrodite, la Vénus des Romains, dont il ne reste pratiquement plus rien du temple. Seul monument encore conservé est le temple d'Apollon, magnifique monument construit entre 550 et 525 avant J.C.

#### D. CORINTHE OUVRE LA VOIE VERS LA PELOPONESE, VERS LE COEUR DU MONDE ANTIQUE

##### 1. Epidaure

C'est le Lourdes de l'antiquité, célèbre pour ses guérisons miraculeuses.

Elles étaient l'œuvre d'Asclépios héros médecin, admis parmi les dieux de l'Olympe après avoir été foudroyé par Zeus, inquiet de ces expériences risquant de bouleverser l'équilibre du monde. De ce sanctuaire il reste essentiellement le gymnase où étaient célébrés tous les quatre ans des jeux sportifs renommés mais surtout un merveilleux théâtre, admirablement conservé à l'acoustique extraordinaire, construit par Polyclète dit le Jeune au IV<sup>ème</sup> siècle avant J.C.

Chaque année, depuis 1954, y ont lieu en Juin-Juillet des représentations de tragédies antiques et des concerts.

##### 2. Mycènes

La citadelle de Mycènes est située sur un piton abrupt qui se dresse dans un paysage âpre. Mycènes, qui a connu sa grandeur de 1600 avant J.C. au 12<sup>ème</sup> siècle est célèbre par la sinistre légende de ses héros, de ses rois guerriers les Atrides tueurs et victimes dont les plus connus sont Atrée, Agamemnon, Oreste, Ménélas. A Mycènes, véritable ville forteresse aux murs cyclopéens, en admire surtout la porte des lions, qui donne accès à l'Acropole, au cercle des tombes royales mises à jour en 1876, au palais des Atrides.

A l'extérieur de l'enceinte, on peut découvrir le second cercle royal avec ses huit tombes, la

tombe de Clytémnestre, femme d'Agamemnon, et enfin le trésor d'Atrée, père d'Agamemnon, un des plus remarquables monuments de l'âge de bronze qui renferme de merveilleux objets en or : masques mortuaires, coupes, poignards.

##### 3. Olympie

Olympie est avec Delphes le plus illustre sanctuaire de l'ancienne Hellade ; mais, le décor tranquille et doux d'Olympie, au pied d'une colline aux roches d'argile molle dans la vallée de l'Alphée et son affluent la rivière Cladéos l'oppose totalement au site tourmenté de Delphes. Olympie, c'est tout d'abord le royaume de Zeus, père des dieux et des hommes, dont le temple fut érigé au V<sup>ème</sup> siècle avant J.C, mais, c'est aussi et surtout le lieu où sont nés les premiers jeux olympiques ; le départ des olympiades a été fixé en 776 avant J.C ; celles-ci devaient avoir lieu tous les 4 ans ; leur principal réorganisateur fut Héraclès. Ces compétitions panhelléniennes réunissaient les sportifs de toute la Grèce, les officiels, et les curieux des cités qui affluaient en de véritables pèlerinages.

##### 4. Delphes

Delphes est situé sur le versant Sud-Ouest du Mont Parnasse au cœur de la Grèce continentale ; c'est sans doute l'une des curiosités les plus visitées de la Grèce. Le site est grandiose, le paysage rude ; les ruines sont disséminées sur des terrasses au pied de hautes falaises, les roches Phœdriades.

Delphes c'est tout d'abord le fief d'Apollon le fils de Zeus, assuré d'une éternelle jeunesse, Dieu prophète à qui l'on demandait ce que réservait l'avenir ; les oracles étaient rendus par une femme de Delphes, la Pythie qui officiait, juchée sur le couvercle d'un chaudron après avoir absorbé des feuilles de laurier dont certaines sont toxiques et dont les transes impressionnaient beaucoup les consultants venus de tout le monde antique.

Parmi les ruines nombreuses, il faut surtout admirer le temple d'Apollon, centre du monde des anciens grecs, la voie sacrée, le trésor des athéniens, beau monument en marbre blanc, construit, offert plutôt au dieu par la ville d'Athènes, et enfin, le théâtre restauré à l'époque romaine.

##### 5. Athènes

Deux millions d'habitants, 30 siècles d'histoire, Athènes est à la croisée des chemins terrestres, des routes maritimes (le Pirée), des trajectoires aériennes. La ville est située dans une cu-

vette, à 7 kilomètres de la mer, entre la hauteur de l'Acropole et la colline du Lycabette.

La ville a deux visages : d'une part, l'Athènes moderne, active, avec son vieux quartier typique de Plaka, où l'on peut écouter le soir les bonsonkès, d'autre part l'Athènes antique, d'une grandeur inoubliable, dont l'apogée remonte au Vème siècle avant J.C. Le centre en est représenté par l'Acropole, gigantesque autel dédié aux dieux et tout particulièrement à Athéna, la déesse victorieuse de Poséidon, le maître de la mer. L'Acropole regroupe : le temple d'Athéna Niké, les propylées à entrée majestueuse, le parthénon dédié à la déesse oeuvre de Périclès et de Phidias, construit en 15 ans. L'Erechthéion avec son magnifique portique des caryatides.

Au pied Sud de l'Acropole, il faut admirer les 2 beaux théâtres, de Dionysos où est né le drame attique et d'Hérode Atticus, bien restauré encore utilisé de nos jours.

Athènes, c'est aussi de merveilleux musées dont les plus beaux et les plus intéressants sont la musée national, un des plus grands du monde, le musée Byzantin riche en Icones et le musée Bénaki, avec ses Collections de tapis, brocarts orientaux.

#### IV. - L'agriculture en Grèce

##### A. UTILISATION AGRICOLE DES TERRES :

De la superficie totale du pays, seuls 3.900.000 ha (environ 30%) étaient cultivables en 1975, dont 55,1% de ceux-ci en zone plate ; les 44,9% restant se localisent en zone montagneuse ou semi-montagneuse et ne s'offrent pas pour une exploitation agricole moderne.

Les plus grandes plaines aptes à l'agriculture se situent dans la Grèce centrale et du Nord avec les plaines de Thessalie (250.000 ha) de Salonique - Yannitsa (220.000 ha) et de Serrès-Drama (100.000 ha). Les pentes des montagnes trop abruptes dans cette région sont inaccessibles à la culture.

Au Sud de la Grèce et dans les îles, les plaines sont peu étendues mais les pentes plus douces sont accessibles aux cultures.

##### B. STRUCTURE INTERNE DE L'AGRICULTURE

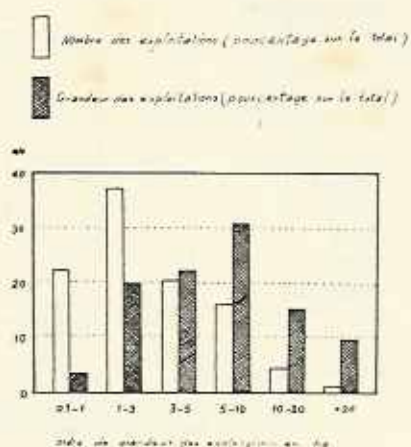
Les statistiques de 1971 recensent 1.036.000 exploitations en Grèce sur une étendue totale de terre arable de 3.586.294 ha. La grandeur mo-

yenne d'une exploitation est donc d'environ 3,5 ha avec une grandeur moyenne maxima de 4,5 ha et minima de 2,0 ha. Le nombre moyen de parcelles par exploitation est estimé à 6,5 chaque parcelle ayant une étendue moyenne de 0,54 ha.

Le surpeuplement rural observé depuis les 100 dernières années et les nombreux partages successoraux sont les deux causes à l'origine de ce morcellement qui constitue un handicap sérieux pour la bonne utilisation des terres et l'exploitation rationnelle des ressources en eau. C'est ainsi que le remembrement commencé en 1953 est devenu obligatoire à partir de 1959 pour toute propriété bénéficiant de projets d'irrigation gouvernementaux.

A ce jour, le remembrement a été appliqué sur une étendue totale d'environ 600.000 ha.

REPARTITION DES EXPLOITATIONS AGRICOLES PAR ORDRE DE GRANDEUR



##### C. STRUCTURE DE LA PRODUCTION ANIMALE ET VEGETALE :

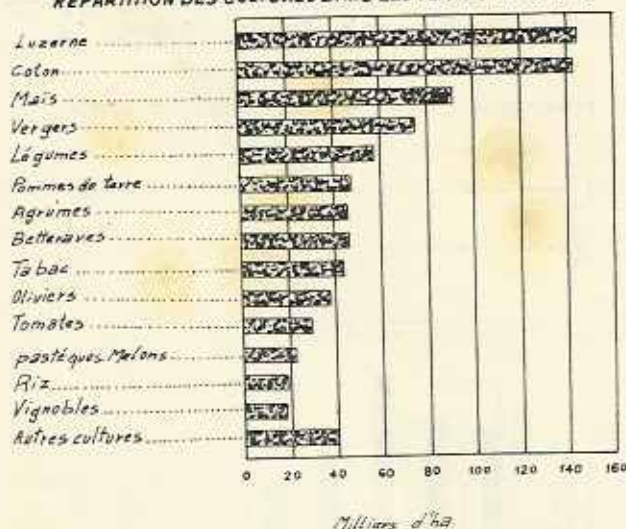
Devant les possibilités apportées par l'irrigation, des changements importants sont apparus dans les cultures : une augmentation sensible a été enregistrée pour les fruits frais, les légumes, la betterave sucrière, le coton et les plantes fourragères ; cependant les produits traditionnels tels que le blé, les raisins secs, les oléacées et le tabac restent encore prédominants.

L'accroissement considérable des rendements de la plupart des cultures est également une conséquence de l'expansion des terrains irrigués mais celui-ci est dû également à l'utilisation de plus grandes quantités d'engrais, de meilleures semences, de machines agricoles, de pesticides et herbicides.

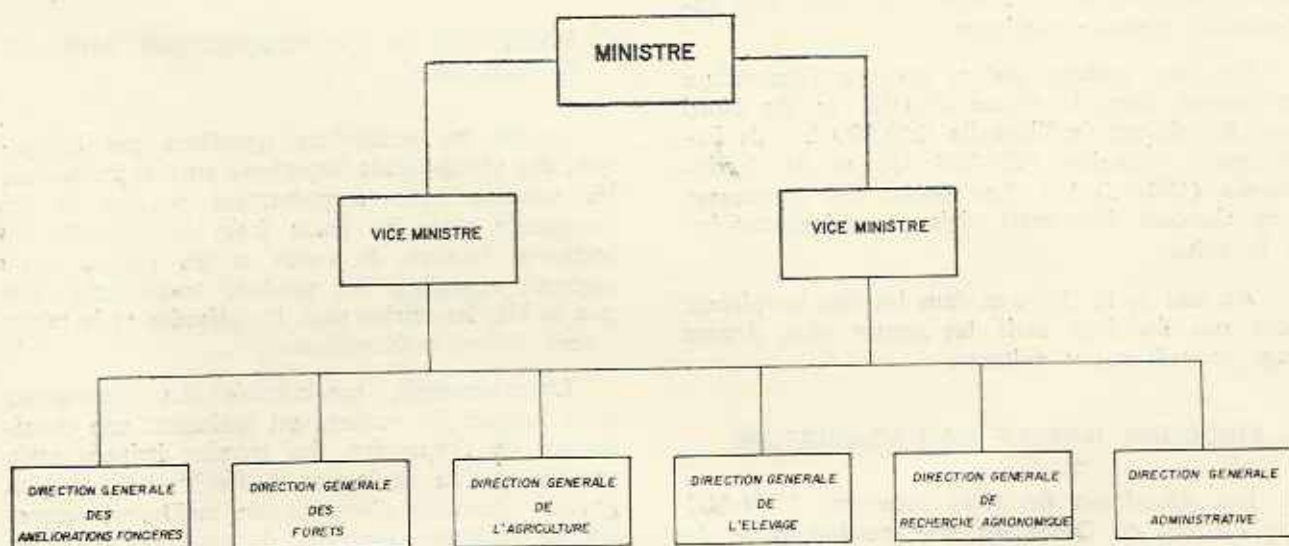
Le résultat de tous ces changements est l'obtention d'un plus grand degré d'autarcie dans la plupart des produits de la production végétale et la disponibilité de plus grandes quantités pour l'exportation.

Devant l'amélioration du niveau de vie de la population, la demande vers des nourritures riches en protéines a augmenté, engendrant par la même une augmentation des produits de l'élevage. Cette augmentation n'a cependant pas pu suivre l'augmentation de la demande locale et les importations de produits de l'élevage ont sensiblement augmenté ces 15 dernières années.

REPARTITION DES CULTURES DANS LES TERRES IRRIGUEES



ORGANIGRAMME DU MINISTERE DE L'AGRICULTURE



#### D. MESURES INSTITUTIONNELLES :

En Grèce, les principales mesures institutionnelles sont prises par les divers services gouvernementaux, la banque agricole et les coopératives.

1°) Il existe un certain nombre de Ministères s'occupant de l'élaboration et de l'application de toutes les mesures affectant l'agriculture, la responsabilité finale incombant au gouvernement ;

— Le Ministère de la coordination pour l'élaboration de la politique à suivre dans chaque secteur de l'économie.

— Le Ministère des finances pour toute question afférente aux dépenses publiques.

— Le Ministère du commerce pour toute mesure concernant le commerce intérieur et extérieur.

— Le Ministère des travaux publics pour toute exécution de travaux publics importants affectant l'agriculture.

— Le Ministère de l'agriculture qui occupe un poste clé ayant la responsabilité de toutes les questions agricoles du pays et ayant sous sa tutelle l'organisme national des tabacs, l'organisme national du coton et l'organisme national de Pathogénie.

2°) La banque agricole a été fondée en 1925 pour venir en aide au développement agricole du Pays. Elle constitue l'anneau intermédiaire entre le gouvernement, les fermiers et les coopératives.

Elle est le fournisseur principal de prêts et de capitaux pour tout usage agricole.

3°) les coopérations agricoles, actuellement au nombre de 7002 ont essentiellement pour objectifs d'établir des accords de crédits aux fermiers et de s'occuper du traitement et de la vente des produits agricoles, elles dépendent de la banque agricole au point de vue financement et organisation.

## E. PLACE DE L'AGRICULTURE DANS L'ECONOMIE DU PAYS :

Pendant la période 1950-1975, le produit brut du secteur agricole a augmenté à un taux moyen annuel de 4,2% mais sa participation par rapport au produit national brut du pays a décliné de 25,7% à 16% dont les 2/3 proviennent de la production agricole et le 1/3 restant de la production de l'élevage.

Malgré cela, l'agriculture tient sa place dans l'économie nationale du pays car les exportations de produits agricoles ont considérablement augmenté depuis quelques années. C'est ainsi qu'en 1976, ces exportations dépassaient d'environ 50% les importations et la valeur de ces produits agricoles exportés représentait 35% de la valeur des exportations totales du pays.

Parmi les produits agricoles exportés, on doit constater une diminution des produits exportés traditionnels comme le tabac, le raisin sec, l'huile d'olive et l'apparition de nouveaux produits agricoles dynamiques comme les fruits frais, les primeurs et le coton.

Quant aux importations, en plus des produits non cultivés en Grèce, elles consistent essentiellement en viande, produits laitiers et fourrages.

En ce qui concerne les investissements de capitaux fixes dans l'agriculture, ils se font soit par l'Etat (investissements publics représentant en 71-75, 13,8 % du total des investissements publics) soit par des particuliers sous forme d'emprunts accordés par la banque agricole (investissements privés représentant en 71-75, 8,2% du total des investissements privés).

Pour ce qui est des investissements publics, 70% de ceux-ci sont attribués pour des projets d'améliorations foncières, la grande partie restante dans le secteur de l'équipement et de la mécanisation.

Il semble donc que l'agriculture joue le rôle de parent pauvre dans l'économie nationale du pays en comparaison des autres secteurs de l'éco-

nomie qui se développent à un taux supérieur et plus rapide. De 1961 à 1971, la population agricole active en Grèce a baissé de 32,1% alors que la population active dans les autres secteurs de l'économie a augmenté de 16,4%, cette diminution comporte des dangers pour l'avenir de l'agriculture grecque. L'un des buts principaux de la politique suivie par le gouvernement consiste à conserver une certaine marge de population active rurale mais le problème reste à trouver comment l'agriculture pourra s'adapter pour pouvoir assurer à tous ces travailleurs agricoles un standing de vie compatible avec celui de la population restante tout en contribuant positivement au développement général de l'économie nationale.

## V. - Les travaux d'améliorations foncières en Grèce

### A. HISTORIQUE :

Les premiers projets d'aménagements fonciers exécutés en Grèce datent de la 2ème moitié du 19ème siècle et ont été consacrés à des travaux de défense contre les inondations, d'assèchement et de drainage éparpillés dans diverses régions du pays.

Toutefois, ce problème de réalisation de projets d'aménagements fonciers n'a été envisagé à l'échelle nationale qu'à partir de 1922 et ce, suite à l'afflux en Grèce de 1,5 millions de réfugiés d'Asie Mineure, l'accroissement des terres cultivées et de la productivité du sol devenant alors une nécessité.

L'effort du gouvernement dans ce domaine commença en 1925 et continua sans interruption depuis lors, à l'exception des années de guerre (40-45) et des troubles civils (46-49).

3 périodes peuvent être envisagées :

- de 1925 à 1940 : période préliminaire où les aménagements visaient surtout à la création de l'infrastructure de base.

Pendant cette période, les travaux réalisés ont assuré la protection contre les inondations d'une étendue de 369.000 ha. le drainage de 89.900 ha et l'irrigation de 14.000 ha.

- de 1948 à 1958 : Période transitoire consacrée principalement à la répartition et à l'entretien des aménagements construits tout en préparant la voie pour l'exécution future des travaux d'irrigation.

Cette période assura la protection contre les

inondations d'une superficie de 600.000 ha, l'assèchement de 60.000 ha, le drainage de 390.000 ha et la mise en valeur des sols salins sur 8000 ha.

• de 1959 à nos jours : période où une série de plans quinquennaux commença à être appliquée pour l'exécution à grande échelle de projets d'aménagements.

A partir de 1965, les problèmes principaux de défense contre les inondations et de drainage étant résolus, l'effort du gouvernement s'orienta vers l'irrigation et c'est ainsi que de 1959 à 1976, 400.000 ha nouveaux ont pu être aménagés pour l'irrigation.

## B. EVOLUTION DE LA TECHNIQUE D'IRRIGATION :

Les réseaux d'irrigation conduits avant l'année 59 consistaient principalement en canaux ayant un tracé desordonné et pour la plupart sans revêtement qui suivaient les contours des propriétés à irriguer ; il en résultait des pertes d'eau, des bas rendements, un coût élevé et une rapide détérioration des ouvrages.

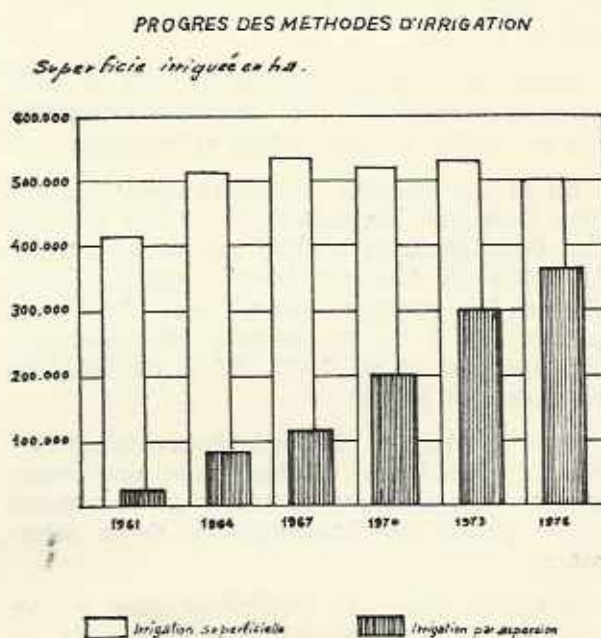
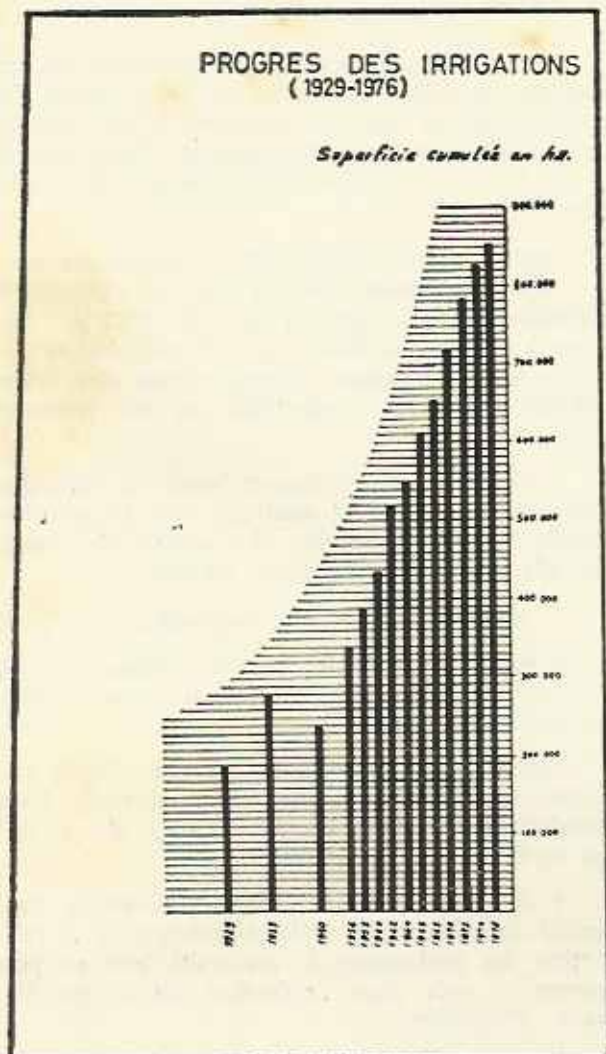
De 1960 à 1969, les réseaux d'irrigation consistaient en canaux avec revêtement en béton divisés en 3 catégories réseaux primaires, secondaires et tertiaires, ces derniers étant en principe parallèles et équidistants, ne tenant pas compte des limites des propriétés rurales ; le remboursement est donc obligatoire et a comme résultat que chaque propriété prend la forme d'un rectangle, un côté coïncidant avec le canal tertiaire et le côté opposé avec le fossé de drainage.

En 1969, deux petits réseaux collectifs d'irrigation par aspersion avec distribution d'eau à la demande entrèrent en fonctionnement et dès 1970, ce type de réseau collectif d'irrigation se multiplia dans toutes les régions irriguées du pays.

## C. SITUATION ACTUELLE :

1) *Agents de Réalisation et d'Administration des Aménagements :*

L'augmentation spectaculaire des périmètres irrigués après la seconde guerre mondiale est due



en grande partie à des travaux d'irrigation privés (individuels ou collectifs) qui sont généralement réalisés avec l'aide économique de l'Etat et de la banque agricole et cela, surtout dans des régions où le gouvernement a déjà assuré l'infrastructure nécessaire par des travaux de défense contre les inondations, de drainage et autres.

Pour ce qui est des projets hydro-agricoles gouvernementaux, ceux-ci sont financés avec les fonds de l'Etat et réalisés par 3 départements différents :

— le Ministère des Travaux Publics et occasionnellement l'Organisme Public d'électricité (sous tutelle du Ministère de l'Industrie) interviennent pour l'étude et la construction des travaux principaux d'aménagement des grands torrents et de rivières, des barrages, des canaux primaires et secondaires d'irrigation, des grandes installations de pompage, et en général de tous les travaux d'une grande importance.

L'administration, le fonctionnement et l'entretien de ces travaux considérés de 1ère classe sont du ressort d'organismes généraux d'améliorations foncières (GOEV) au nombre de 9 actuellement qui sont contrôlés et supervisés par le Ministère de l'agriculture et plus particulièrement par la Direction Générale des Améliorations Foncières.

— Le Ministère de l'agriculture a la charge des travaux d'intérêt local considérés de 2ème classe à savoir les travaux de protection contre les crues, les réseaux d'irrigation tertiaires et la totalité des aménagements dont la superficie du secteur équipé est inférieure à 2.000 ha.

Toute l'administration, la gestion et la maintenance de ces travaux incombent à la Direction Générale des Améliorations Foncières qui organise et dirige des organismes locaux d'améliorations foncières (TOEV) au nombre de 290 à ce jour.

La région dans laquelle un TOEV exerce sa juridiction coïncide avec le périmètre du projet dont il a la direction, chaque membre du TOEV étant propriétaire d'une exploitation bénéficiant du projet avec en plus un représentant du Ministère.

Les GOEV coordonnent et guident les TOEV situés dans le périmètre de leur juridiction.

## 2) Caractéristiques et données quantitatives des aménagements modernes

### • PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS :

La dernière méthode de protection contre les

inondations appliquée actuellement en Grèce consiste en ouvrages d'endiguement combinés avec divers ouvrages de régulation et correction des cours d'eau à l'intérieur et à l'extérieur des lits.

Ces travaux de maîtrise des crues sont étroitement liés avec les ouvrages de lutte contre l'érosion et couvrent une superficie totale de plus d'un million d'ha.

### • DRAINAGE :

L'évacuation d'eaux excédentaires de surface est généralement effectuée au moyen de collecteurs-fossés ou de drains en tuyaux plastiques. Dans les terrains bas où l'évacuation d'eau par écoulement naturel (par gravité) n'est pas possible, on applique la méthode de pompage.

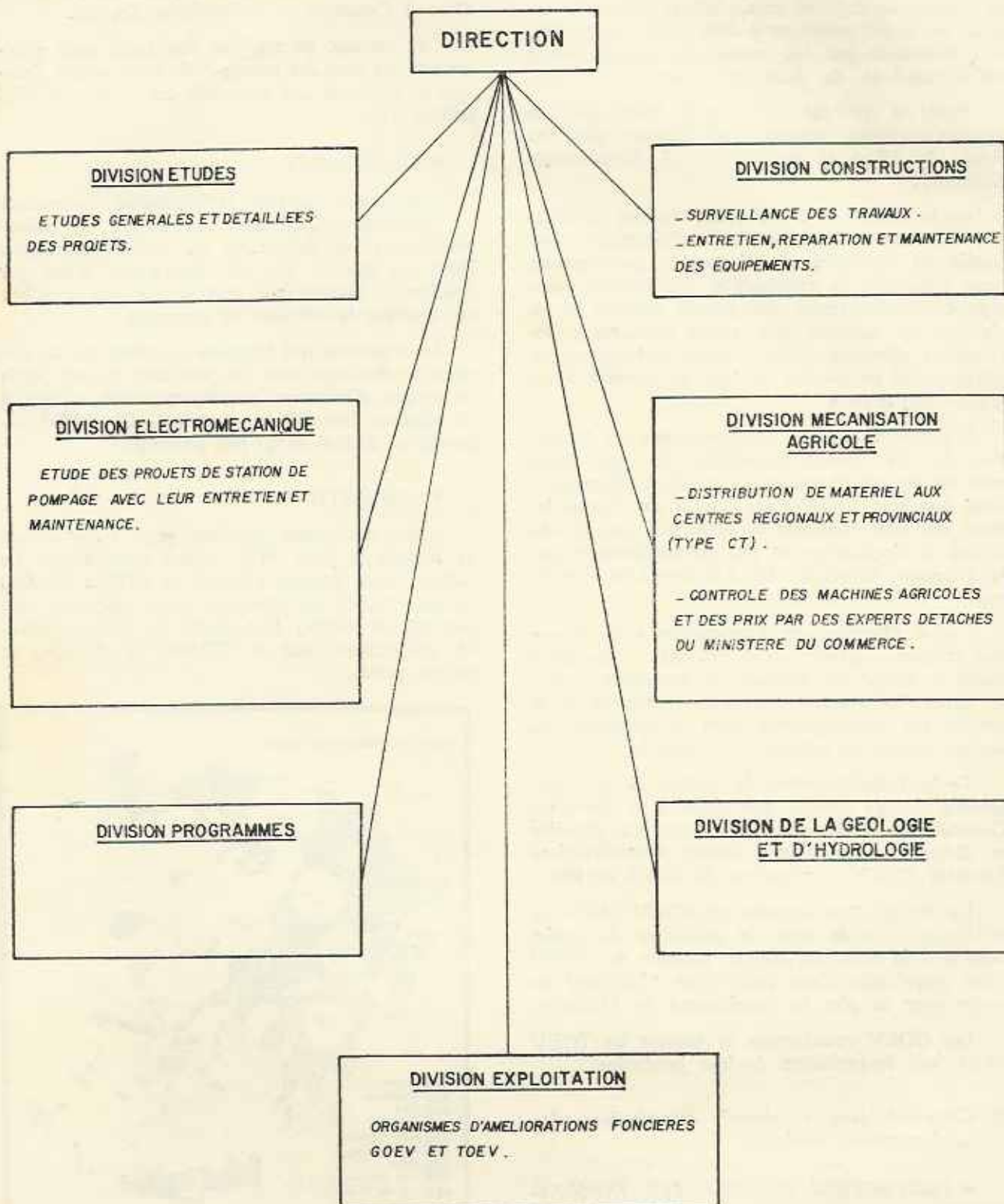
La superficie qui bénéficie actuellement de travaux de drainage, non compris ceux faisant partie de projets d'irrigation gouvernementaux, s'élève à un total de 266.000 ha dont 245.000 (92%) par gravité et 21.000 (8%) par pompage.

### • IRRIGATION :

L'eau d'irrigation provient pour 66% d'eaux de surface et pour 34% d'eaux souterraines. La surface totale irriguée s'élevait en 1977 à 880.000 ha (soit 24,8% du total des terres cultivées) dont 360.000 ha (40%) font partie de projets collectifs gouvernementaux et 520.000 ha (60,0%) de projets privés.



# ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION GENERALE DES AMELIORATIONS FONCIERES



L'irrigation superficielle couvre les 57% de la superficie totale irriguée alors que l'irrigation par aspersion couvre les 43% restants.

Le goutte à goutte a été introduit depuis quelques années et semble devoir jouer un grand rôle dans l'avenir.

#### D. OBJECTIFS :

On estime que la superficie irriguée en Grèce pourra atteindre 1.600.000 ha, couvrant ainsi les 42% de la superficie totale cultivée.

La quantité d'eau qui sera nécessaire aux besoins de cette superficie est estimée à 7.550 millions de m<sup>3</sup>/an et seuls, la construction de barrages d'emmagasinement et l'augmentation du potentiel exploitable en eaux souterraines pourront assurer cette eau nécessaire à l'expansion prévue.

#### E. Mise en valeur des projets d'amélioration foncière

Le manque de main-d'œuvre semble être en Grèce un gros obstacle à l'extension de l'irrigation puisqu'en général, les cultures pratiquées en irrigué (coton, maïs, betterave sucrière) exigent plus de main-d'œuvre que les cultures non irriguées; le courant d'émigration des agriculteurs vers l'étranger et vers les zones urbaines du pays, qui ne va qu'en s'accroissant, aggrave davantage la situation. En plus, l'exiguïté de la propriété agricole ne permet pas à l'agriculteur de s'occuper exclusivement de sa terre ce qui ne se conçoit pas avec les cultures irriguées exigeantes en main-d'œuvre. C'est ainsi que le propriétaire d'une petite parcelle est souvent également ouvrier industriel et il exploite sa propriété située dans le périmètre du projet avec des cultures non-irriguées.

Le manque d'expérience de l'agriculteur pour l'exploitation des cultures irriguées est évident en Grèce surtout dans les régions où l'irrigation était inexistante avant l'installation du projet et où il n'y a pas suffisamment d'agronomes pour assurer la formation de l'agriculteur en ce qui concerne l'utilisation rationnelle de l'eau d'irrigation (nombreux gaspillages d'eau) et l'application des cultures les plus appropriées aux méthodes d'irrigation choisies. L'agriculteur est souvent assez réticent aux transformations brutales apportées par le projet

\* Ce sous-chapitre reprendra les éléments principaux d'une partie de l'exposé présenté par Monsieur Panayotis Mavrinios, Directeur Général des Améliorations Foncières au Ministère de l'Agriculture lors du 10ème Congrès d'Athènes, exposé relatif aux principales difficultés rencontrées en Grèce pour la mise en valeur des projets d'irrigation.

et persiste à vouloir continuer ses cultures habituelles traditionnelles (vigne, tabac, olivier...) sans vouloir les irriguer et, à pratiquer ses mêmes types d'assolement sans faire intervenir aucune innovation culturale.

La mise en valeur est souvent lente à être exécutée car les travaux de remembrement et de nivellement provoquent toujours des retards dans l'application de l'irrigation du fait des procédures d'étude et d'application très longues au commencement de l'exploitation d'un projet; de même, les sols salins, alcalins et acides demandent certaines améliorations avant d'être cultivés dont l'exécution est souvent lente et retarde la mise en valeur.

L'agriculteur manque généralement de crédits pour l'exécution des investissements parallèles exigés par les cultures irriguées à savoir l'achat des machines agricoles (semoirs, machines de récolte...) et l'exécution de certaines constructions indispensables pour une bonne mise en valeur (magasins, hangars, étables...); en plus, les taxes qu'il doit payer en tant que bénéficiaire de l'irrigation sont très lourdes et spécialement en période initiale de mise en valeur et dans le cas de l'aspersion.

Ainsi, la participation de l'état aux dépenses de fonctionnement et d'entretien des projets est indispensable si on veut que la mise en valeur se fasse rapidement; de même, il faut assurer des prix élevés pour les productions de cultures irriguées et des possibilités d'écoulement rapides si l'on veut obtenir une mise en valeur meilleure et plus rapide du projet.

La mise en valeur d'un projet d'irrigation en Grèce est un problème complexe comportant une multitude de facteurs techniques, économiques et sociaux. Une mise en valeur réussie exige que l'état intervienne pour donner une assistance financière et technique aux organismes responsables quand ces derniers ne peuvent supporter toutes les charges qu'elle exige. En même temps, les agriculteurs bénéficiaires doivent faire preuve de discipline, d'esprit de solidarité et de conscience agricole devant l'importance du projet qui les desservira en le considérant comme leur propre propriété pour lui conserver un niveau élevé de rendement.

## VI. - Aperçu des grands projets d'aménagement visités lors des voyages d'études

Après l'achèvement des séances techniques du congrès, deux voyages d'étude ont été organisés afin de permettre aux participants de voir les im-

portants aménagements d'irrigation et de drainage en Grèce ainsi que de visiter plusieurs sites et monuments historiques, archéologiques et culturels du pays.

#### A. VOYAGE D'ETUDE A (SUD) DU 4 au 9 JUIN

ITINERAIRE : Athènes - Corinthe - Mycènes - Argos - Olympie - Patras - Agrinion - Patras - Navpactos - Delphes - Livadia - Athènes.

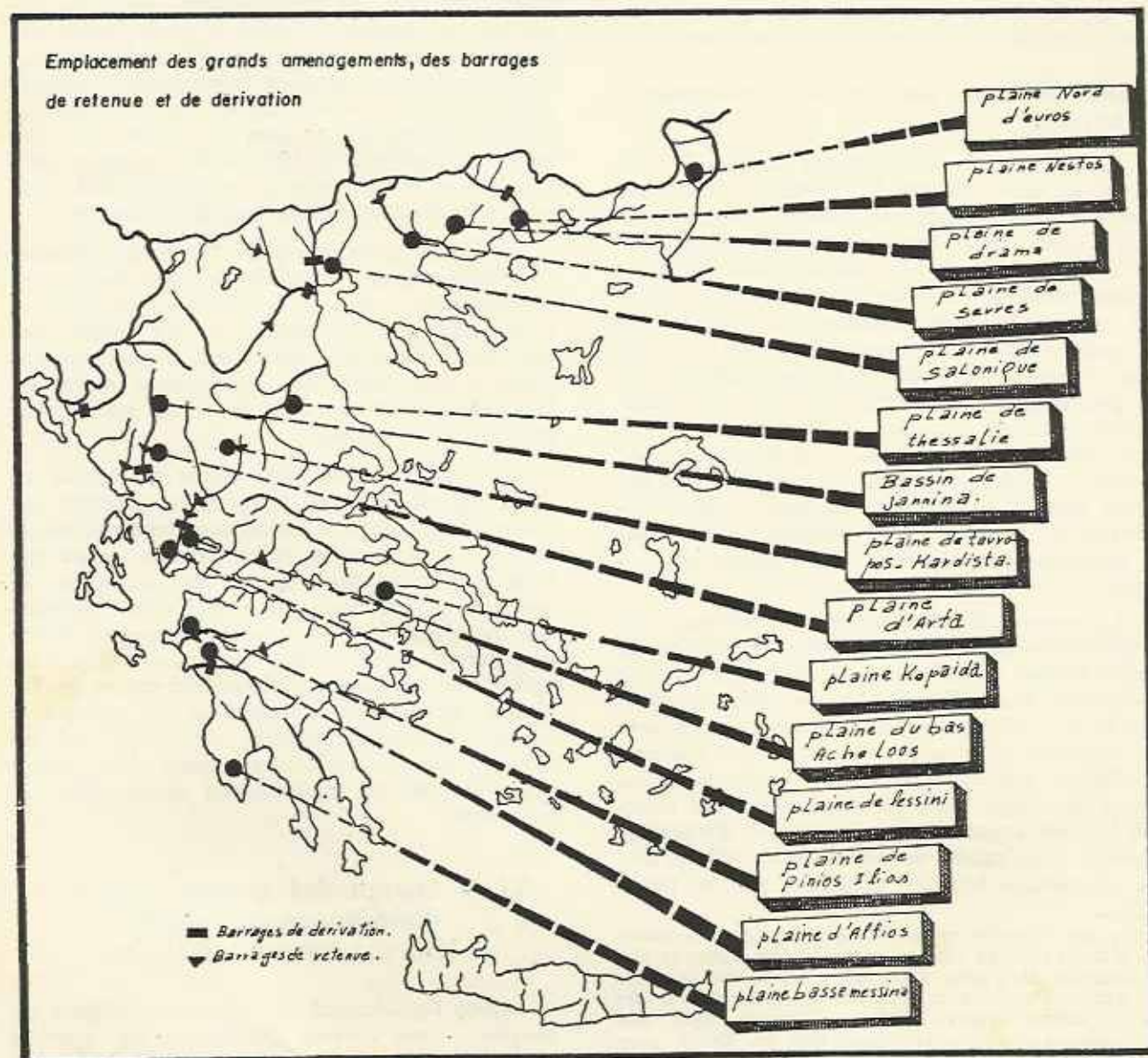
#### PROJET DE LA PLAINE D'ALFIOS :

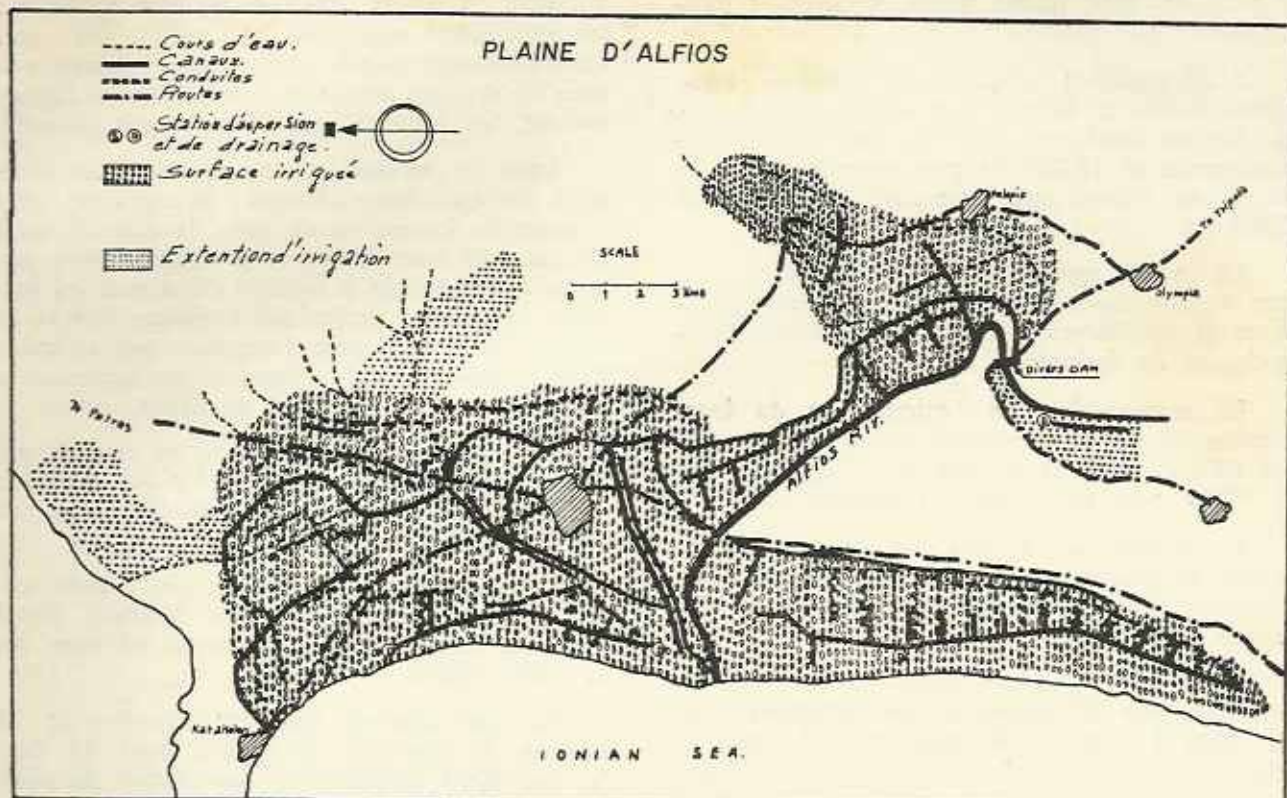
Avant l'aménagement de la plaine, celle-ci était occupée par de nombreux lacs et marécages, on

y cultivait les vignobles, l'olivier, les céréales, le maïs et le melon, les cultures étant très tributaires du climat ; l'élevage ovin et la pêche y était pratiqués. Les cultures irriguées telle que la pomme de terre se limitaient en bordure des rivières ou aux alentours des puits.

Dès 1945, les vignobles furent abandonnés en raison du manque de pesticides, conséquence de la guerre. D'autres moyens furent alors recherchés et on assista à un certain développement de l'irrigation, dû à l'initiative privée, à partir de forages peu profonds et de puits mais qui n'intéressait que de petites surfaces.

Il faut attendre 1963 pour que la plaine fasse





l'objet d'un aménagement conduit par l'état en-trevu à grande échelle.

Les principaux ouvrages de l'aménagement sont les suivants :

- une prise d'eau sur le fleuve Alfios (L = 335 m),
- des levés de contrôle des crues tout le long du fleuve,

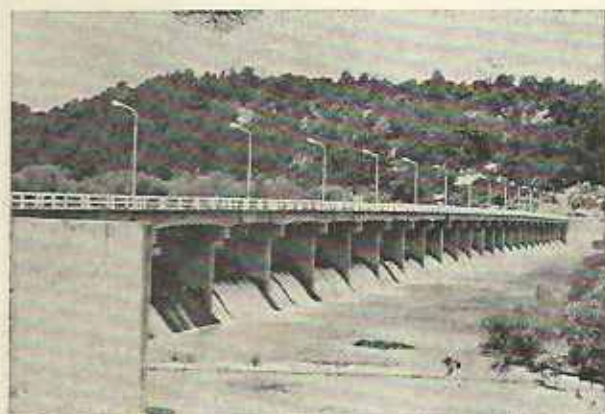
La construction de réseaux primaires, secondaires et tertiaires totalement revêtus en partie en gravitaire et en partie en aspersion.

- la construction de 11 stations de pompage d'irrigation par aspersion, de 4 stations de relevage pour le drainage qui desservent la région côtière ainsi que des tranchées d'interception (ceinture de protection).

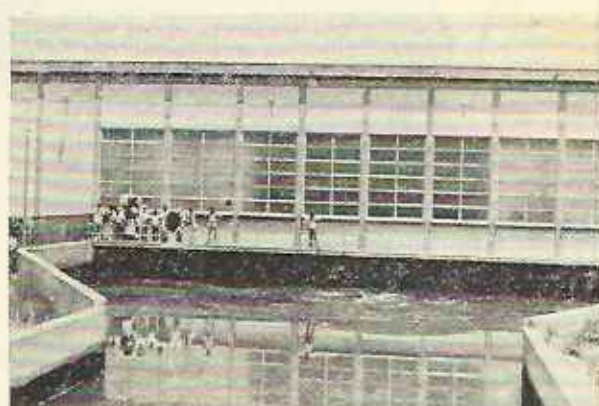
- le remembrement et le nivellement de la partie irriguée en gravitaire.

- le traitement des terrains salins et alcalins par traitement chimique (gypse).

Actuellement 5100 ha sont déjà irrigués sur lesquels de nouvelles cultures sont apparues : maïs,



Barrage de dérivation sur le fleuve Alfios



Station de pompage de drainage d'Agoulinitsa (aménagement du fleuve Alfios)

pomme de terre, melon, coton, agrumes et fourrages.

L'aménagement actuellement poursuivi comporte 13.450 ha irrigués dont 400 ha proviennent de lagunes assainies; 2650 ha sont irrigués gravitairement et 10.800 ha par aspersion; pour le futur, on prévoit une extension d'irrigation de 3200 ha.

Le revenu agricole, déjà multiplié par 3 ou par 4 augmentera d'avantage dès que les agriculteurs se familiariseront avec les techniques d'irrigation et de drainage.

La responsabilité de l'entretien et du fonctionnement de cet aménagement est assurée par un GOEV, pour les travaux de 1<sup>o</sup> classe et par 3 TOEV pour les travaux de seconde classe.

La distribution de l'eau dans le système gravitaire est assurée par un tour d'eau tandis qu'en aspersion, cette distribution se pratique à la demande.

Le coût des travaux (moyenne des dépenses effectuées sur 10 années et non actualisées) est de 2500 \$ / ha (équipement, remembrement et pistes).

#### PROJET DE PINIOS ILIAS :

Avant la seconde guerre mondiale, c'est à dire avant la construction du projet, la plaine de Pinios Ilias d'une superficie supérieure à 40.000 ha

possédait la même tradition agricole qu'Alfios; les agriculteurs souffraient des méfaits des crues qui détruisaient toutes leurs récoltes; aucun système de drainage n'existait et à l'amont de l'actuel barrage, les forêts étaient détruites par l'homme.

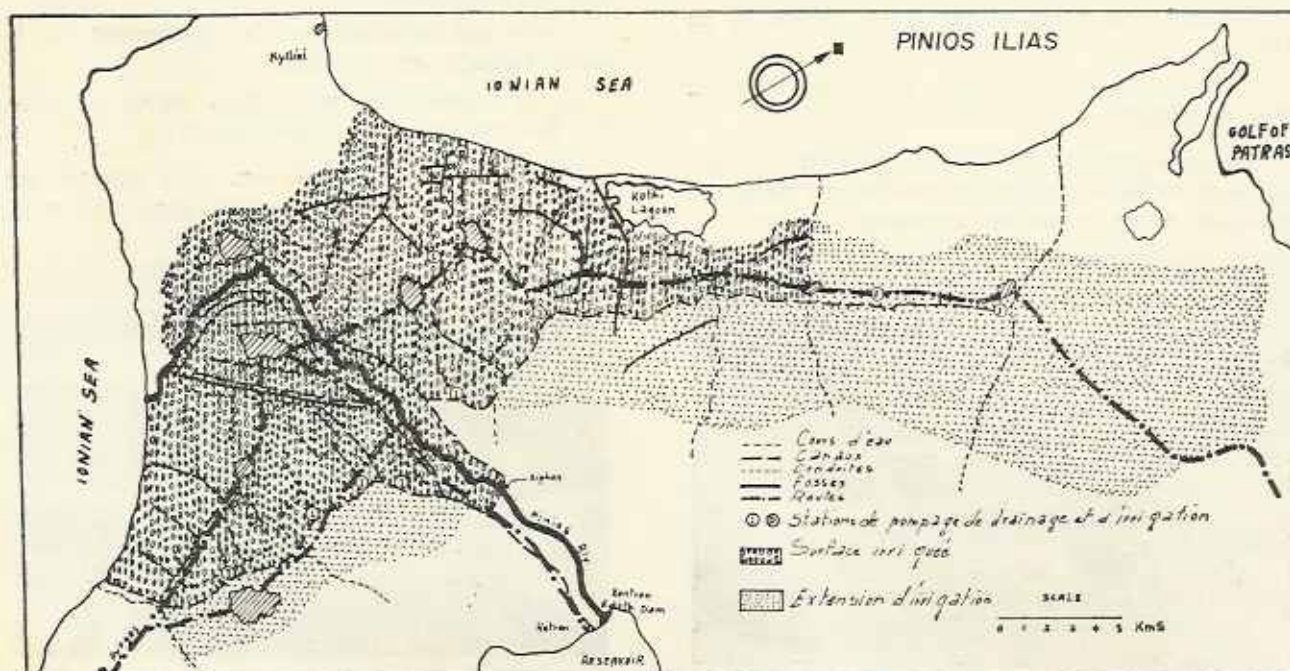
Après la seconde guerre mondiale, la mentalité des agriculteurs changea; ils utilisèrent l'eau à partir de forages ou de puits, la distance entre chaque puit étant fixée; cette situation dura jusqu'en 1963, époque à laquelle débutèrent les premiers travaux du projet qui comporte 22.600 ha irrigués et drainés avec l'irrigation par aspersion dans la zone Nord du Fleuve et par aspersion et gravitaire dans la zone Sud du fleuve.

Cet aménagement est financé en totalité par l'état et il comportera dans le futur une extension d'irrigation de 22.400 ha pour atteindre ainsi une surface irriguée totale de 45.000 ha.

Les ressources en eau nécessaires à cette irrigation proviennent du réservoir Kendron formé grâce au barrage d'emménagement en terre sur le fleuve Pinios.

Cet aménagement comporte actuellement 18 stations de pompage d'irrigation dont 13 dans la zone Nord du fleuve et une station de pompage de drainage, tous les réseaux d'irrigation totalement revêtus et les conduites des réseaux d'aspersion.

A ce jour, 16.000 ha sont déjà irrigués dont 10.000 en aspersion. De nouvelles cultures sont



apparues comme la tomate, la pomme de terre, le melon, le pastèque, le concombre ; l'agro-industrie s'est installée pour faire de cette région l'un des plus grands centres d'exportation de fruits (frais et conserves), de concentré de tomates, de produits laitiers etc...

La responsabilité de l'entretien et du fonctionnement de cet aménagement incombe à un GOEV et à 5 TOEV.

#### PROJET DE LA PLAINE D'ACHELOOS :

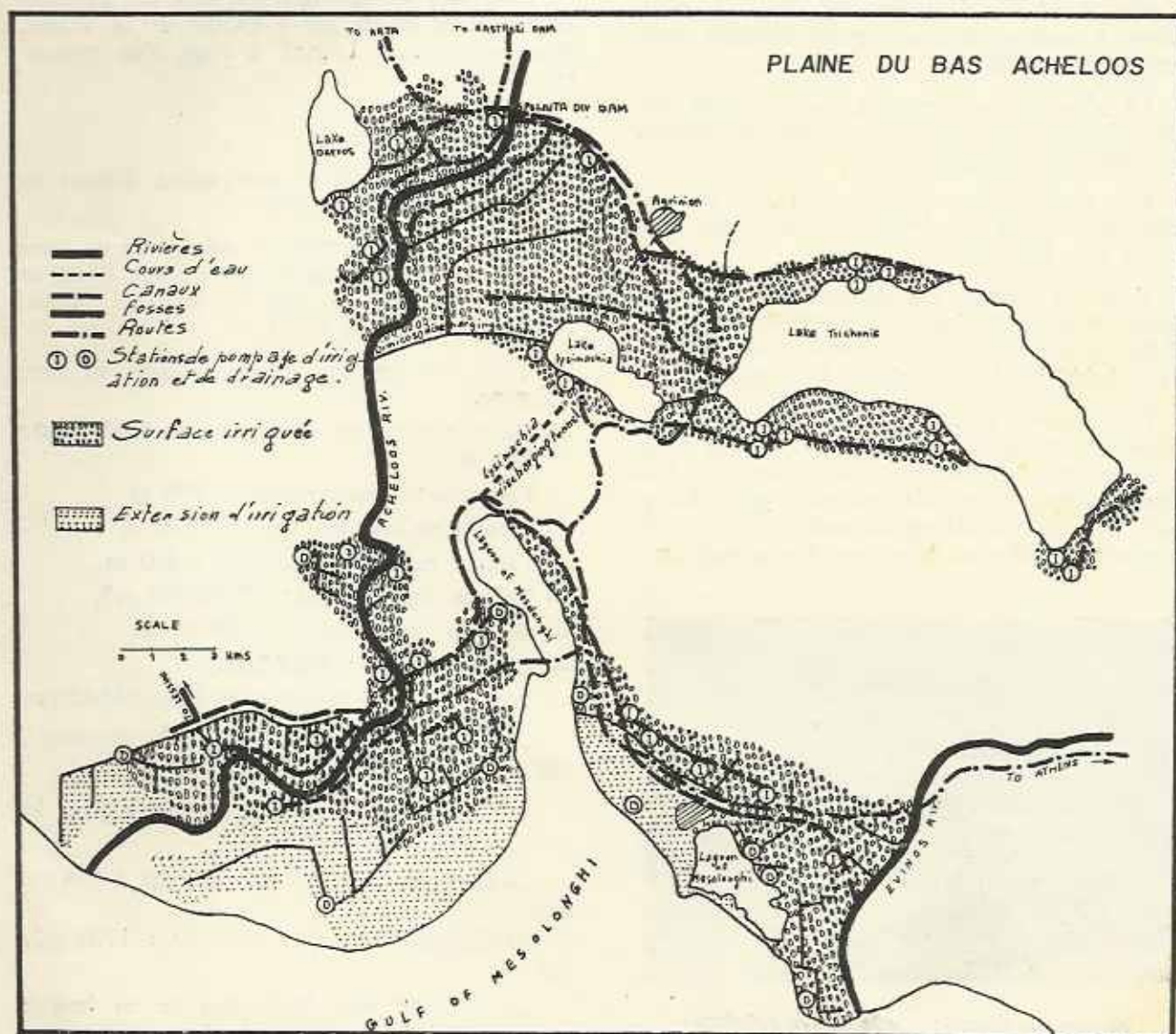
Les buts principaux de cet aménagement consistent à protéger contre les crues, les surfaces planes en bordure du fleuve, à produire de l'énergie hydro-électrique et à mettre en valeur la plaine

par des ouvrages d'irrigation, de drainage et d'assainissement des terres salines.

Le premier but est déjà atteint grâce aux barrages Kremasta et Kastraki qui assurent le contrôle de l'écoulement du débit du fleuve Acheloos.

La production d'énergie électrique est assurée par les 2 barrages à bûts multiples sur le fleuve Acheloos : le Kastraki et le Kremasta.

L'aménagement hydro - agricole actuellement poursuivi dans la plaine comporte 37.000 ha irrigués (dont 14.000 par aspersion) et 45.000 ha drainés (dont 30.000 par gravité) ; une extension d'irrigation de 8.000 ha est en cours d'études ; la région de Lessini, anciennement maraîchère a été assainie et comportera 4200 ha en irrigués.



Les ressources hydriques utilisées proviennent du fleuve Acheloos (50 m<sup>3</sup>/s) et des lacs Lysimachia et Trichonis (6000 ha).

L'eau utilisée pour l'irrigation de la partie Nord de la plaine provient de la prise d'eau Spolaïta sur le fleuve Acheloos qui comporte 2 canaux principaux rive droite et rive gauche; un canal a été construit pour transporter l'eau du fleuve au lac Lysimachia lorsque le niveau d'eau de celui-ci baisse.

Pour irriguer la partie Sud de la plaine, l'eau provient du lac Trichonis puis du lac Lysimachia où elle est acheminée dans un tunnel de 6,35 kms ayant un débit de crue de 72 m<sup>3</sup>/s (débit de laminage des crues). Le débit du réseau après le passage dans le tunnel est de 40 m<sup>3</sup>/s.

18 stations de pompage d'irrigation occupent la zone Nord et 15 stations de pompage d'irrigation, 8 stations de pompage de drainage occupent la zone Sud.

La zone cotière comporte de nombreux terrains alcalins dont certains ont déjà été assainis avec utilisation du gypse.

Dès que les réseaux d'irrigation ont été installés, les réseaux de drainage et le réseau routier se sont implantés.

Tous ces travaux ont débuté en 1961 et le réseau est entré en fonction en 1967; à ce jour, 18.000 ha sont déjà irrigués dans la plaine d'Achelos et 3.000 ha dans la plaine de Lessini.

Les cultures principales pratiquées sous irrigation sont le tabac, la luzerne, le maïs, le coton et les cultures maraichères. Les oliviers sont également irrigués et les résultats sont spectaculaires aussi bien en quantité qu'en qualité ce qui a pu augmenter grandement le revenu des agriculteurs.



Barrage de Kastraki sur le fleuve Acheloos (conduites forcées et turbines électriques)



Barrage du Kastrahi sur le fleuve Acheloos (évacuateur de crues)

L'entretien et le fonctionnement de cet aménagement est assuré par 1 GOEV et 11 TOEV. Pour le projet de Lessini, il s'agit d'un organisme autonome.

#### BARRAGE MORNOS:

Ce barrage a vu sa construction débuter en 1972 et s'achever en 1976.

Il assure l'eau potable et industrielle de toute la ville d'Athènes grâce à une aménée d'eau de 186 km de longueur dont 70 kms de galeries avec un débit de 23 m<sup>3</sup>/s.

Il est l'un des plus grands barrages en terre d'Europe.

- Hauteur maximum (au-dessus des fondations): 139 m.
- Longueur au couronnement: 816 m.
- Largeur au couronnement: 10 m.
- Largeur maximum à la base: 600 m.
- Volume des remblais: 17.000.000 m<sup>3</sup>.
- Côte au couronnement: 446,50 m.
- Côte à la base: 322,00 m.
- Côte normale de la surface de l'eau: 435,00 m.
- Volume normal de retenue du réservoir: 700.000.000 m<sup>3</sup> dont 650.000.000 utiles.
- Capacité du tunnel de dérivation pour les prises d'eau: 1.100 m<sup>3</sup>/sec.
- Capacité du tunnel de décharge: 400 m<sup>3</sup> sec.
- Capacité du tunnel déversoir: 1700 m<sup>3</sup>/sec.
- Le coût pour l'exécution de ce barrage s'est monté à 360 millions de \$.



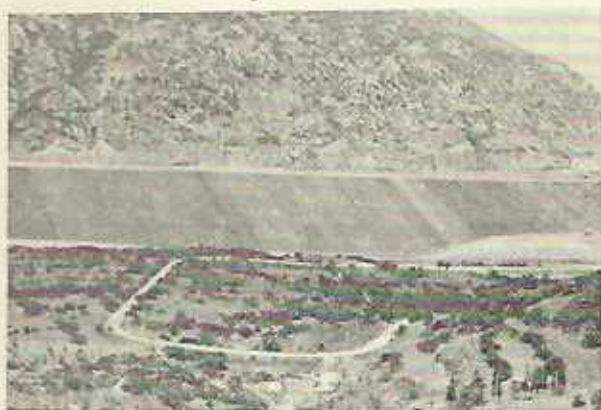
Barrage Mornos

### PROJET DE LA PLAINE KOPAIDA.

Cette région d'une étendue de plus de 20.000 ha était anciennement occupée par un lac car le fleuve Kifissos n'avait pas de lit, et inondait toute la plaine. De nombreux travaux d'assèchement ont été entrepris dont les premiers datent de l'antiquité (des traces de ces travaux sont encore visibles à ce jour) mais qui ont tous abouti à des échecs. Il faut attendre les années 50 pour voir l'assèchement total du lac et d'implantation de 12.500 familles de paysans des régions avoisinantes.

L'aménagement de la plaine consiste à dessécher, assainir et protéger ses terres contre les crues et ensuite la mettre en valeur par les travaux d'irrigation et de drainage.

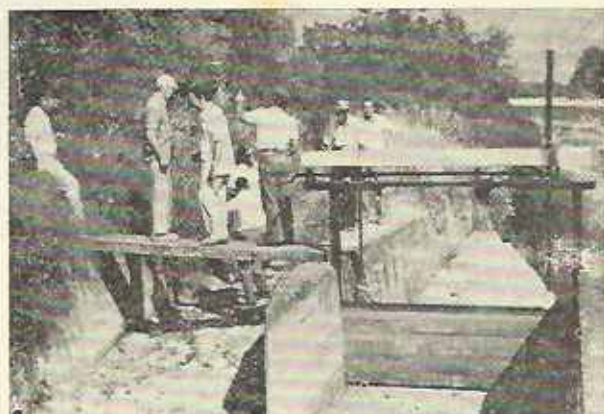
La surface de l'aménagement comporte 12.000 ha en irrigué dont 9000 par méthode souterraine en combinaison avec l'aspersion, 20.000 drainés et une extension future d'irrigation de 6.000 ha.



Barrage Mornos - Protection contre les infiltrations

Les eaux d'irrigation proviennent du fleuve Kifissos, des nombreuses sources du Melas et du Lac Yliki.

Les ouvrages principaux ont consisté tout d'abord à l'endiguement du fleuve Kifissos afin de protéger la plaine contre les inondations, la construction de 2 tunnels d'évacuation de 672 m chacun qui desservent les surplus d'eau dans le lac Yliki.



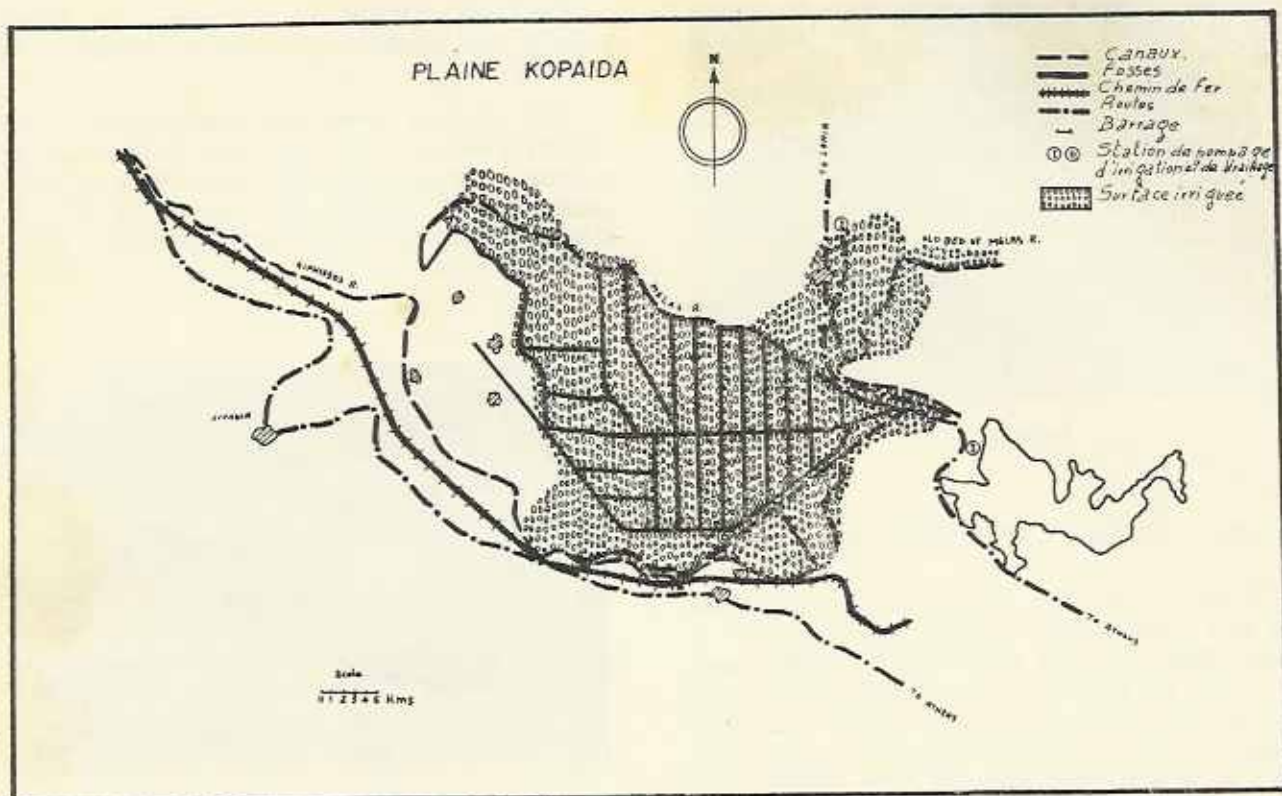
Irrigation par submersion Aménagement d'Amphissa (pris d'eau sur torrent)

Ils comportent également un tunnel d'irrigation de 670 m de longueur et d'un débit de 7m<sup>3</sup>/s, une station de pompage d'irrigation du lac Yliki cinq stations de pompage d'irrigation auxiliaires ainsi que tous les réseaux d'irrigation totalement revêtus et les conduites des réseaux d'aspersion.

L'entretien et le fonctionnement de cet aménagement est assuré par un organisme autonome de Kopaida.



Plaine d'Itea : Vallée heureuse des oliviers



La mise en valeur des 20.000 ha de la plaine est assurée comme suit :

- Coton : 5500 ha (rendement : 2,5 à 3,5 t/ha),
- Blé : 7 500 ha (rendement 3,5 à 6 t/ha),
- Luzerne : 4 500 ha (rendement 20 t/ha),
- Maraîchage : 1000 ha (rendement 40 à 60 t/ha),
- Tomate : 1000 ha (rendement : 70 à 100 t/ha),
- Maïs : 500 ha (rendement : 6 à 8 t/ha).

#### B. VOYAGE D'ETUDE B (Nord) DU 4 AU 9 JUIN :

ITINERAIRE : Athènes, Thermopyles, Karditsa, Météora, Kalambaka, Kosani, Salonique, Edessa, Serrès, Drama, Kavalla, Salonique, Athènes.

#### PROJET DE LA PLAINE DE TAVROPOS - KARDITSA.

Le but de l'aménagement consiste à irriguer par méthodes superficielles une superficie de 12.000 ha et de la drainer par gravité.

Pour le futur, on prévoit une extension d'irrigation de 3.500 ha.

Les ressources en eau nécessaires à cette irrigation proviennent du réservoir de Tavropos (débit 12 m<sup>3</sup>/s) formé grâce au barrage - voûte d'emmagasinement sur le fleuve Tavropos, ce dernier est également équipé d'une station hydroélectrique.

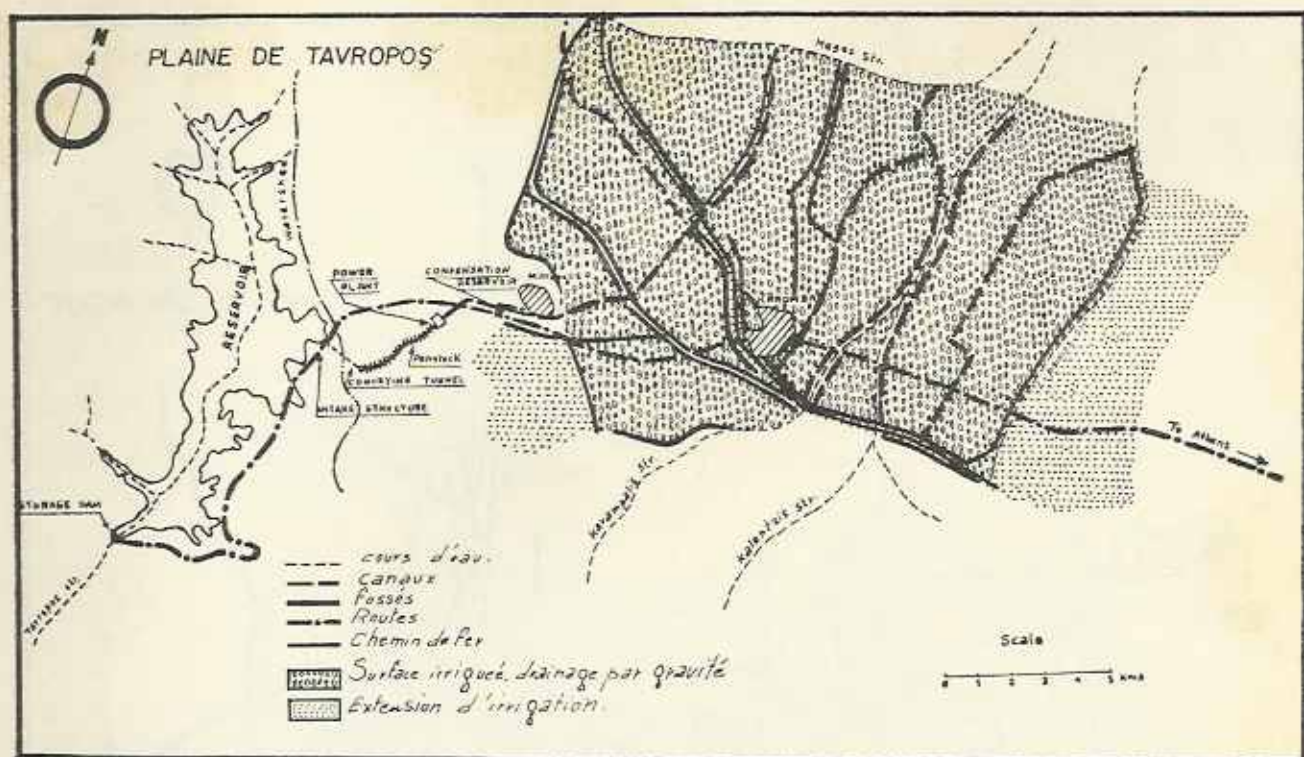
En plus de ce barrage à bûts multiples, cet aménagement a nécessité la construction d'un réservoir régulateur d'un volume de 600.000 m<sup>3</sup>, les réseaux d'irrigation totalement revêtus et les conduites de réseaux d'aspersion.

L'entretien et le fonctionnement de l'aménagement est assuré par 1 GOEV et 3 TOEV.

#### PROJET DE LA PLAINE SALONIQUE :

L'aménagement de la plaine consiste à dessécher les terrains pathogènes, à protéger la plaine contre les crues et ensuite la mettre en valeur par des travaux d'irrigation et de drainage.

La surface de l'aménagement comporte 63.500 ha irrigués pratiquement le tout en gravitaire, 103.000 ha drainés, 80.000 ha à protéger contre les crues, 12.000 ha de terrains pathogènes à as-



sainir et une extension future d'irrigation qui pourra atteindre 114.000 ha.

Les eaux d'irrigation proviennent du fleuve Axios du réservoir emmagasiné à l'amont du barrage Polyfitos sur le fleuve Aliakmon et des nombreuses sources de l'Aravissou.

D'autres réservoirs sur le fleuve Aliakmon sont prévus dans un futur proche.

Les ouvrages principaux de l'aménagement consistent tout d'abord à l'endiguement des fleuves Axios et Aliakmon, la construction d'un chenal de ceinture contre les crues du Vermiou et l'aménagement du lit du fleuve Loudia et cela en vue de protéger la plaine contre les inondations. Deux prises d'eau sont effectuées, l'une sur le fleuve Axios (L = 1030 m) et l'autre sur le fleuve Aliakmon (L = 338 m), 3 stations de pompage d'aspersion et 5 stations de pompage de drainage desservent le périmètre.

A ce jour, 18.000 ha ont déjà été irrigués.

1 GOEV et 21 TOEV assurent la responsabilité de l'entretien et du fonctionnement de cet aménagement.

#### PROJET DE LA PLAINE DE SERRES :

Les bûts principaux de cet aménagement comportent l'irrigation de 55.000 ha dont 20.000 par aspersion, le drainage de 63.000 ha dont 57.000 par gravité et la protection contre les crues d'une surface de 70.000 ha.

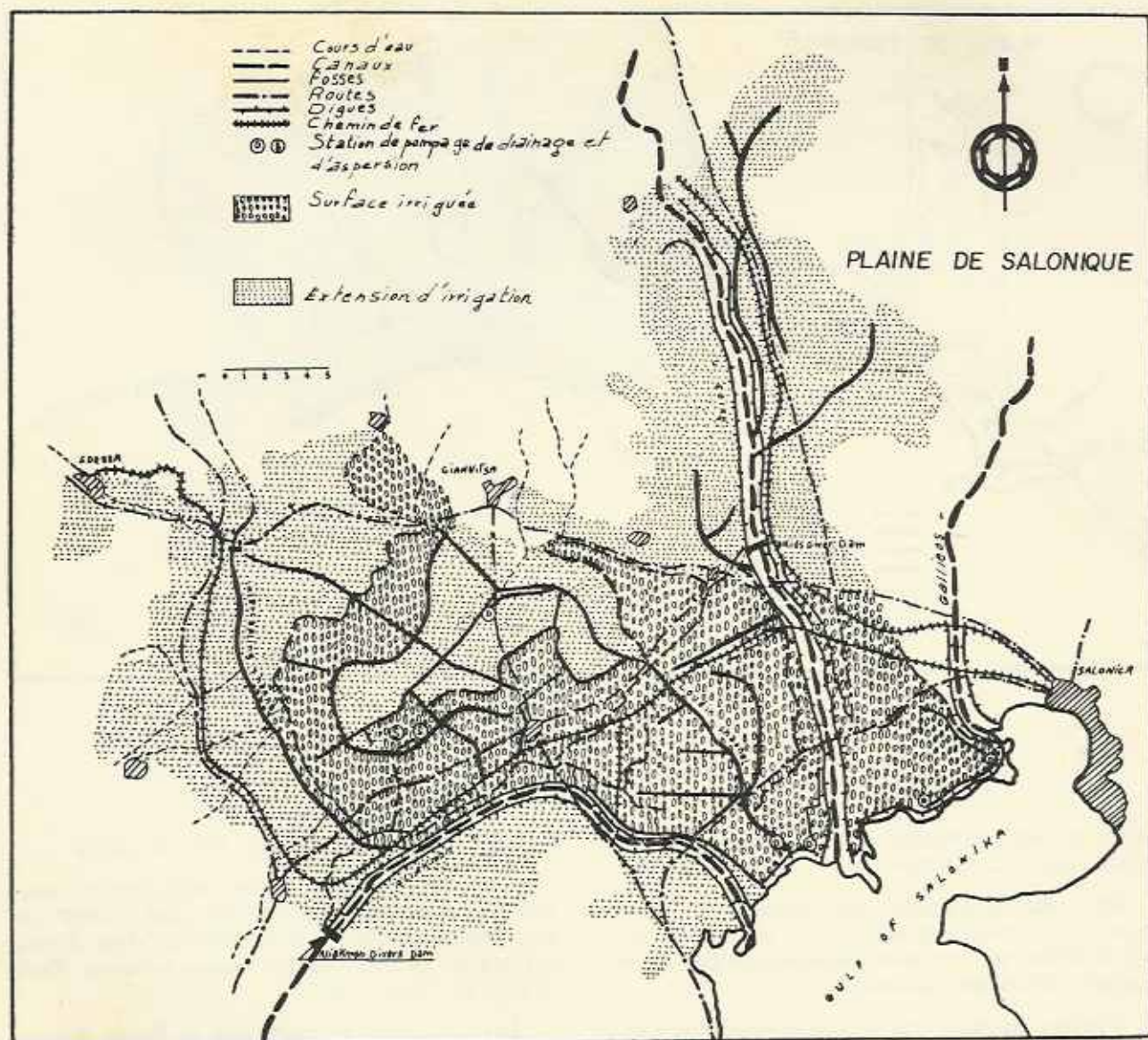
Les ressources en eaux sont le fleuve Strimon ( $d = 12 \text{ m}^3/\text{s}$ ), le fleuve Angitis ( $d = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et le réservoir Kerkini ( $V = 130 \times 10^6 \text{ m}^3$ ).

Les principaux ouvrages de l'aménagement sont les suivants :

- l'endiguement du fleuve Strimon,
- une prise d'eau sur le fleuve Strimon
- le réservoir de Kerkini avec vanne de décharge
- 7 stations de pompage d'irrigation superficielle,
- 20 stations de pompage d'aspersion,
- 5 stations de pompage de drainage,
- Tous les réseaux d'irrigation revêtus et les conduites des réseaux d'aspersion.

Une extension d'irrigation de 11.200 ha est prévue.

L'entretien et le fonctionnement de cet aménagement est assuré par 1 GOEV et 10 TOEV.



#### PROJET DE LA PLAINE DE DRAMA :

Cet aménagement comporte 16.000 ha irrigués dont 3.000 par irrigation souterraine, 10.000 ha drainés par gravité et 5.000 ha de terres à protéger contre les crues.

Une extension d'irrigation de 6.000 ha est en cours et 4.000 ha sont à l'étude.

Les eaux nécessaires à l'irrigation proviennent de 14 sources ( $d = 17 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et du réservoir Neurokopi ( $V = 50 \times 10^6 \text{ m}^3$ ).

Ce projet a nécessité les ouvrages suivants :

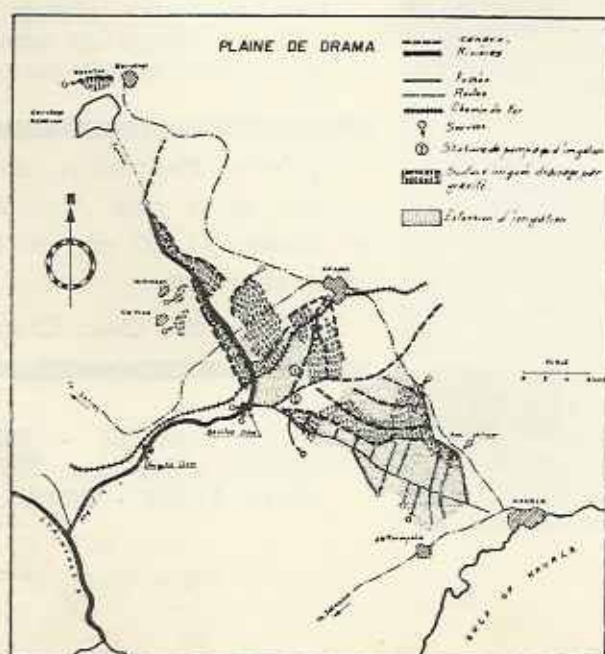
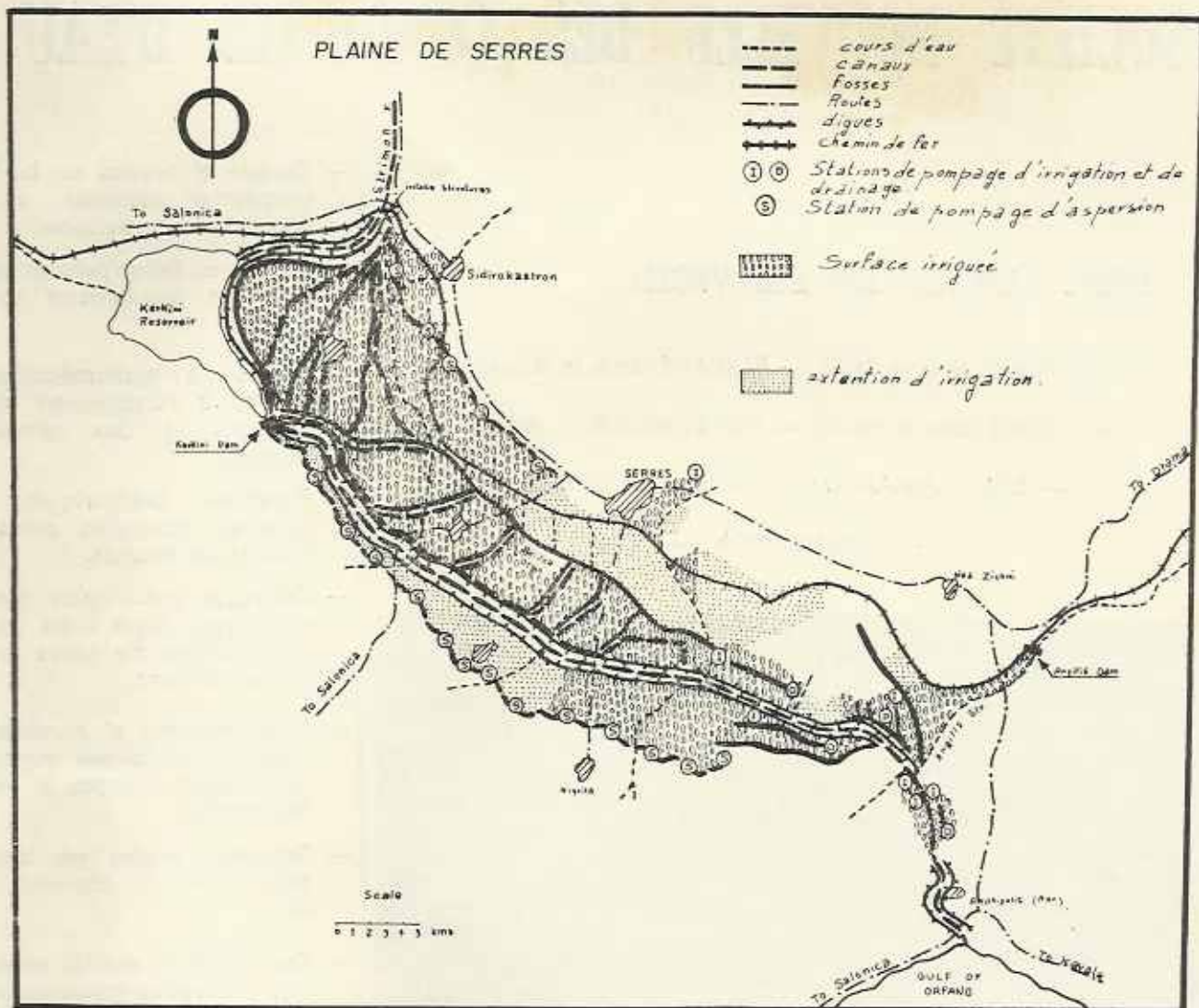
— la construction du réservoir Nevrokopi duquel part un tunnel d'écoulement long de 7 kms.

— Des prises d'eau sur les fleuves Angitis et Banitsa.

— 3 stations d'irrigation permanentes et 2 mobiles.

— les réseaux d'irrigation totalement revêtus.

11 TOEV ont la responsabilité de cet aménagement au point de vue fonctionnement et entretien.



#### BIBLIOGRAPHIE

Les documents qui nous ont servi de base pour l'élaboration de cet article sont, en plus des diverses notes recueillies par les congressistes marocains lors des tournées d'études et des plaquettes touristiques qui leur ont été adressées:

- Dictionnaire encyclopédique Quillet.- Paris, 1975.
- Encyclopedia Universalis Quillet (La Grèce moderne),
- Bulletin n° 2 et 3 du Congrès,
- PANAYOTIS NAVRIKIOS. - Les travaux d'améliorations foncières et leur mise en valeur en Grèce.- Athènes, 1978.
- PAPADOPOULOS (G.E.), SALAPAS (K.C.) - Agriculture et aménagement des améliorations foncières de Grèce (Comité National Hellénique de la CIID) Athènes, 1978.
- NATIONAL STATISTICAL SERVICE OF GREECE. - Statistical yearbook of Greece. - Athènes, 1977.

# METHODES D'EVALUATION ECONOMIQUE DES PROJETS D'IRRIGATION

(Question 33)

par

AÏT KADI M. \*

et LAMRANI H. \*\*

*L'évaluation économique des projets d'irrigation a été le sujet de la question de base N° 33 traitée en sessions techniques plénières lors du Xè Congrès.*

*L'expérience acquise par la réalisation et le fonctionnement des projets d'irrigation depuis plusieurs décennies ont amené à l'évolution des différentes procédures et critères pour l'évaluation économique des projets d'irrigation. L'objet de la question était de mettre en commun les connaissances mondiales et l'expérience du sujet dans le but de parvenir à une plus grande uniformité dans l'évaluation économique des projets.*

*L'ordre du jour proposé pour les deux demi-journées consacrées à cette question a été articulé autour de cinq chapitres que couvre l'ensemble des rapports reçus.*

*Ces cinq chapitres regroupent tous les aspects qui constituent aujourd'hui l'évaluation économique des projets :*

- 1. Evaluation comparative des solutions alternatives et variantes des projets.*
- 2. Analyse coût - efficacité - les effets sur l'environnement - utilisation des eaux usées pour l'irrigation.*
- 3. L'évaluation économique conventionnelle et l'évaluation financière des projets d'irrigation.*
- 4. L'évaluation des projets par la méthode coût-bénéfice du point de vue de la collectivité nationale,*
- 5. L'analyse input - out put.*

*Après l'exposé du rapporteur général, chacun des thèmes fut introduit par un court exposé d'un membre du panel à partir duquel s'organise une discussion au sein de ce même panel.*

*Il apparaît difficile de bâtir une synthèse cohérente de l'ensemble des débats qui ont eu lieu étant donné la diversité des sujets qui constituent le thème général de l'évaluation des projets. Aussi, il a été jugé nécessaire à sa clarté et à son utilité de limiter cet article aux méthodes d'évaluation des projets. L'objet n'est pas de présenter une liste exhaustive de ces méthodes mais plutôt de dégager les principes généraux qui président à chacune d'entre elles sans entrer dans le détail des procédures de calcul.*

(\*) Ingénieur du Génie Rural, enseignant à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

(\*\*) Ingénieur du Génie Rural, chef de département de S.C.E.T. Maroc

## INTRODUCTION :

L'évaluation d'un projet, consiste à donner une mesure de l'intérêt du projet en rapprochant d'une manière synthétique les avantages et les inconvénients attachés à la réalisation de ce projet, avantages et inconvénients qui ont pu être évalués dans une même unité.

Plus précisément, l'évaluation d'un projet nécessite que soient définies :

- en quoi consistent les avantages et comment les mesurer,
- en quoi consistent les coûts (inconvénients) et comment les mesurer,
- La procédure de calcul à mettre en œuvre pour rapprocher ces mesures des avantages et des coûts.

On conçoit alors qu'il n'y ait pas un seul jugement et une seule évaluation possible pour un projet mais que au contraire, le jugement et l'évaluation dépendent du point de vue d'où l'on se place. De nombreuses méthodes d'analyse de rentabilité des projets, plus ou moins sophistiquées, ont été développées.

En pratique, les méthodes d'évaluation des projets sont en cours d'évolution. Au point de départ, l'évaluation des projets, mettait en œuvre un ensemble de techniques de calculs qui se rattachaient essentiellement aux hypothèses et principes de la micro-économie. Le projet était considéré comme une entité globale qui était reliée à son environnement humain et naturel seulement par un flux de recettes et de dépenses. Le critère de classement et de choix des projets était essentiellement un critère de rentabilité maximum du capital investi.

Le caractère économique de l'évaluation des projets et son insertion dans le cadre du développement national se sont mieux traduits ensuite par l'élimination progressive de l'analyse, de tous les éléments qui représentent des distorsions des prix et des taux d'intérêts : c'est que se sont généralisés les recours aux coûts d'opportunité et aux taux d'actualisation nationale.

Le champ de l'évaluation économique, limité d'abord aux effets directs du projet, s'est ensuite élargi aux effets indirects sur l'ensemble de l'économie nationale susceptibles d'être comptabilisés en termes monétaires.

Mais les revenus monétaires anticipés ne reflètent pas encore suffisamment la valeur du projet pour l'économie nationale. En effet, l'évaluation en fonction d'un critère de rentabilité globale du capital investi peut encore surtout dans les pays en voie de développement, ne pas correspondre avec le fait que le projet est un outil de développement socio-économique. Il fallait à la place de l'analyse économique conventionnelle, trouver une méthode qui accorde mieux le taux de rentabilité des projets à leur aptitude à remplir des objectifs tels que la création d'emplois, la redistribution des revenus... Ces objectifs sont maintenant mieux atteints par les méthodes de l'analyse coût - bénéfice du point de vue de la collectivité nationale (« social cost benefit analysis »).

Par ailleurs, la méthode de l'analyse coût - efficacité (« cost-effectiveness ») contribue à évaluer les effets externes des projets d'irrigation, particulièrement sur l'environnement et à déterminer les mesures techniques et administratives nécessaires à une meilleure protection des ressources naturelles.

Il convient de signaler enfin que d'autres évolutions sont en cours : tel est le cas de l'évaluation des projets à buts multiples, de l'évaluation des projets en situation de risque ou d'avenir incertain...

Un certain nombre de tentatives de codification de ces méthodes d'évaluation ont été effectuées ou sont en cours dans divers organismes internationaux ou d'aide bilatérale.

Beaucoup d'entre nous, concernés par ce problème d'évaluation et de sélection des projets, cherchent à se retrouver dans cet ensemble de méthodes qui méritent donc d'être demystifiées en exposant leur principe de base qui permet de s'assurer de leur adaptation au cas étudié.

En se passant dans le cadre de cet article des calculs nécessaires pour leur mise en œuvre, nous nous contentons de donner un aperçu succinct sur :

- les méthodes conventionnelles et l'analyse financière,
- l'évaluation des effets indirects induits par la méthode de l'analyse in put - out put.
- l'évaluation des projets par la méthode coût-bénéfice du point de vue de la collectivité nationale.

## 1. EVALUATION ECONOMIQUE CONVENTIONNELLE ET EVALUATION FINANCIERE DES PROJETS :

Le problème de l'évaluation des projets et de la préparation du choix est basé dans la pratique courante sur les trois principes suivants :

- Définition des éléments entrant dans le coût du projet,
- définition des avantages espérés du projet
- rapprochement de ces deux flux selon une base temporelle unique par l'intermédiaire d'un ratio.

Si sur ce dernier point, c'est à dire la définition d'un ratio d'évaluation l'unanimité est plus ou moins acquise (d'où le nom de conventionnel) par contre une controverse subsiste en ce qui concerne la définition et l'évaluation des éléments à prendre en compte dans les coûts et les avantages du projet. Plusieurs critères de choix synthétiques ont été élaborés, parmi lesquels nous citerons les trois principaux utilisés à savoir : le rapport bénéfices/coûts, le bénéfice actualisé et le taux de rentabilité interne :

### 1.1. Le rapport bénéfices/coûts

Ce critère consiste à comparer tous les avantages additionnels du projet avec le coût total additionnel des investissements pendant la durée de vie du projet. Pour tenir compte du facteur « temps » les deux séries d'avantages et de coûts sont actualisées avec un taux d'actualisation pré-établi. Selon ce critère, tout projet dont la somme actualisée des avantages est supérieure à la somme actualisée des coûts est rentable et mérite d'être réalisé.

$$B/C = \frac{\text{Bénéfices actualisés}}{\text{Coûts actualisés}}$$

selon ce critère, tout projet pour lequel ce rapport est supérieur à un, peut être réalisé.

Cependant la fixation à priori du taux d'actualisation pose des problèmes car plusieurs taux peuvent se justifier (taux d'escompte, taux d'intérêt de l'épargne, taux d'intérêt des obligations à long terme, taux de croissance prévu de l'économie nationale...)

Le choix du taux d'actualisation influence d'avance le résultat pouvant aussi donner à priori l'avantage à certains projets au détriment d'autres. Ainsi si le taux choisi est faible, on obtient des ratios favorables pour les projets à longue période de démarrage qui ne provoquent que tardivement un accroissement important des avantages.

En revanche un taux élevé favorise les projets caractérisés par une très courte période de démarrage et un fort accroissement du produit brut au cours des premières années, même si un important fléchissement intervient par la suite.

### 1.2. Le bénéfice actualisé

La formule qui permet de calculer le bénéfice actualisé est la suivante :

$$B = \sum_0^r \frac{R_t - D_t}{(1 + i)^t}$$

Dans laquelle  $R_t$  représente les recettes et  $D_t$  les investissements et les dépenses d'exploitation,  $i$  étant le taux d'actualisation et  $r$  la durée de vie du projet.

En plus de l'inconvénient du choix du taux d'actualisation cette formulation n'est satisfaisante que s'il n'y a pas de contraintes de capitaux dans l'économie.

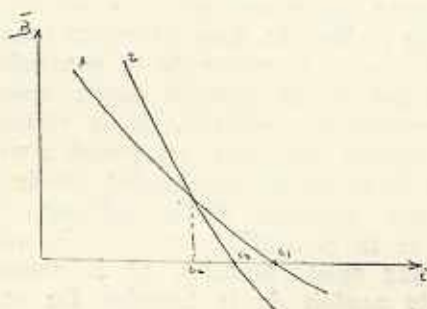
### 1.3. Le taux de rentabilité interne (TRI)

Le TRI est le taux pour lequel le bénéfice actualisé du projet est nul. Pour le calculer on effectue l'actualisation avec plusieurs taux jusqu'à trouver celui pour lequel la différence entre les avantages et les coûts s'annule. La formule du TRI est donc la suivante :

$$\sum_0^r \frac{R_t - D_t}{(1 + i)^t} = 0$$

L'utilisation de ce critère est valable quand le problème est de faire ou de refuser le projet. Dans ces conditions le projet sera accepté si le TRI est supérieur au taux d'actualisation. Par contre ce critère ne peut être utilisé valablement pour la comparaison entre projets.

En effet, soit deux projets dont les courbes de variation du bénéfice actualisé en fonction du taux d'actualisation sont représentés ci-dessous :



Le projet (1) est le plus attractif selon le critère du taux de rentabilité interne car  $i_1 > i_2$ . Par contre le projet 2 est le plus attractif selon le critère du bénéfice actualisé quand le taux d'actualisation est inférieur à  $i_0$ .

Un deuxième inconvénient du TRI est que pour des projets de longue durée de vie, la rentabilité est pratiquement limitée du fait même de sa formulation mathématique. Un produit brut de valeur 100 dans 30 ans n'a aujourd'hui qu'une valeur de 1,5 pour un taux d'actualisation de 15%. Les projets s'étendant sur une période de 30 ans ne peuvent donc guère présenter une rentabilité supérieure à 16 — 17% même dans les conditions les plus favorables.

De même pour un projet de durée de vie 50 ans, la rentabilité ne dépassera guère 10% car à ce taux une production de 100, l'année a une valeur actuelle de 0,85 seulement.

## 2. L'EVALUATION DES EFFETS INDIRECTS INDUITS PAR LA METHODE DE L'ANALYSE IN PUT - OUT PUT

La réalisation et le fonctionnement d'un projet entraînent un ensemble de perturbations qui se propagent dans l'économie dans laquelle ce projet vient s'insérer. Un projet d'irrigation produit des effets directs et des effets indirects. Ces derniers se décomposent en effets externes (dont il ne sera pas question ici) et en effets induits, soit en amont de l'agriculture, (par ce que l'accroissement de production agricole exigera un accroissement de l'activité des fournisseurs de l'agriculture), soit en aval de l'agriculture (parce que l'accroissement de production agricole impliquera un accroissement d'activité des industries qui traitent les produits agricoles) soit, en fin, sous forme de distribution de revenus.

La méthode consiste en l'étude détaillée d'un tableau in put — out put qui décrit les transactions entre les différentes branches d'une économie. En colonne, on trouve pour chaque branche les achats de la branche dans les autres branches. La différence entre la valeur de la production finale et celle des achats dans les autres branches, ou consommation intermédiaire, est la valeur ajoutée de la branche. En ligne, on trouve pour chaque branche la valeur de son produit qu'elle a vendu aux autres branches. Et la différence entre la valeur de la production totale et la valeur des ventes aux autres branches est la consommation finale du produit de la branche. De ce tableau

on peut donc tirer aisément la matrice des coefficients techniques unitaires, qui donne pour chaque unité de biens ou services considérés (out put), les consommations intermédiaires (in put) de biens ou services nécessaires. L'inversion du complément à 1 de cette matrice des coefficients techniques donne les productions par branche nécessaires à la mise à disposition dans l'économie d'une unité supplémentaire de chaque produit.

Aussi l'analyse est conduite de manière à rendre compte au mieux des caractéristiques structurelles de l'économie d'un pays. Ceci est beaucoup moins simple à réaliser dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés. Dans les premiers en effet, l'élaboration d'une bonne comptabilité économique pose de nombreux problèmes car l'information économique de base est plus ou moins bonne: la production agricole d'autoconsommation est plus ou moins bien connue; la production agricole commerciale à l'intérieur du pays échappe en partie à un système de change reposant sur un système de prix bien défini; il est encore difficile d'évaluer les influences des branches entre elles...

Néanmoins pour l'étude d'un projet particulier dans un pays déterminé, il n'est pas indispensable de disposer de l'ensemble des données présentées dans ces tableaux d'input out put détaillés. Il suffit d'avoir une bonne connaissance des principales branches qui vont être impliquées par le projet.

## 3. L'EVALUATION DES PROJETS PAR LA METHODE COÛTS-BENEFICE DU POINT DE VUE DE LA COLLECTIVITE NATIONALE

(Social cost benefit analysis)

L'analyse économique s'est toujours préoccupée de l'importance quantitative des avantages économiques nets découlant des projets. Or, il s'avère que la maximisation du bénéfice net global n'est pas toujours un critère de choix convenable et suffisant et qu'il devient alors, dans nombre de pays, de plus en plus nécessaire de tenir compte d'un certain nombre d'objectifs nationaux lors de la sélection des projets. C'est précisément pour faciliter la prise de décision à cet égard qui a été élaborée depuis ces dernières années et plus particulièrement par les grandes organisations internationales, l'analyse coûts-bénéfices du point de vue de la collectivité nationale.

Cette méthode permet en effet d'introduire dans les critères de décision des objectifs tels

que l'amélioration de la redistribution des revenus, la création de nouveaux emplois, l'équilibre de la balance des paiements et d'autres objectifs non moins importants...

L'analyse coût-bénéfice du point de vue de la collectivité nationale requiert au premier stade que l'on calcule, en termes des différents objectifs de la planification nationale et en unités appropriées, les bénéfices et les coûts sociaux globaux. Ceux-ci sont ensuite ajustés à leur coûts d'opportunité sociale qui peuvent différer des prix du marché. Et comme les bénéfices et les coûts en termes des différents objectifs fixés ne s'excluent pas entre eux, il faut pouvoir les additionner en une seule mesure des bénéfices nets. A cet effet, il faut affecter à chaque objectif des coefficients nationaux qui reflètent le poids relatif qui est attaché à chacun d'entre eux.

Les données nécessaires à l'évaluation d'un projet selon la méthode coûts-bénéfices du point de vue de la collectivité nationale sont beaucoup plus nombreuses et détaillées que celles nécessaires pour l'évaluation économique conventionnelle ou financière qui demeure en tout état de cause indispensable. Aussi bien les coûts que les bénéfices doivent être différenciés selon leurs contributions aux différents objectifs fixés, et selon les ajustements nécessaires à apporter aux prix du marché pour calculer les coûts d'opportunité. Une analyse détaillée doit être effectuée pour évaluer année par année : les flux monétaires en monnaie nationale et en devises ; le travail réparti en main d'œuvre qualifiée et non qualifiée ; les coûts de construction, d'exploitation du réseau, les coûts d'exploitation pour les agriculteurs, les fournitures, les bénéfices, les transferts de liquidité tels qu'indemnisation, redevances d'irrigation etc...

De nombreux paramètres et coefficients doivent être définis et calculés au niveau national par l'autorité responsable de la planification et mis à la disposition de ceux qui sont chargés de l'évaluation d'un projet spécifique. Parmi ces coefficients on peut citer : la prime aux devises, la prime négative ou positive de la main d'œuvre non qualifiée ou spécialisée ; le taux de profit marginal de l'investissement, le coût d'opportunité de l'investissement, le taux d'actualisation etc...

L'analyse coût-bénéfices du point de vue de la collectivité nationale suppose donc que les objectifs, leur pondération et les coefficients nationaux ont été sérieusement évalués.

L'application de cette méthode est récente. Il semble néanmoins établi qu'elle peut plus souvent rendre acceptable des projets jugés économiquement marginaux que faire éliminer des pro-

jets aboutissant à une croissance qui crée des distorsions par rapport aux objectifs nationaux.

#### 4. Conclusion :

Parmi les actions de développement rural, les projets d'irrigation se caractérisent entre autres, par l'importance des investissements mis en jeu, et visent essentiellement le bien être national pris dans le sens le plus large du terme. Ceci pose alors des problèmes spécifiques de leur évaluation. Il est apparu, en particulier, que si les programmes d'irrigation conduisaient à des accroissements de production, parfois spectaculaires, leur rentabilité économique n'était pas toujours assurée. Il a donc été jugé nécessaire d'améliorer les techniques d'évaluation économique des projets.

Actuellement, la théorie de l'évaluation économique des projets est celle du passage de la micro à la macro économie. C'est le problème de la prise en compte des objectifs généraux du développement à travers des décisions à caractère ponctuel concernant un projet particulier dans une région particulière. En effet l'optique actuelle est à la formulation aussi précise que possible d'objectifs nationaux globaux de développement économique et social. Ces objectifs peuvent être atteints par différents moyens, parmi lesquels sont choisis les plus efficaces ; ces moyens sont articulés dans un programme intégré. La sélection des projets ou des variantes possibles par les méthodes de l'évaluation n'intervient plus que dans ce cadre non plus à priori en fonction du seul critère isolé de rentabilité. D'ailleurs à Athènes, l'accord était général sur la nécessité de ne pas limiter les appréciations du projet à la seule analyse financière car quelque soit le critère synthétique retenu, il apparaît raisonnablement qu'il ne peut rendre compte fidèlement de l'ensemble des objectifs et contraintes d'une économie.

Bien que cela ne soit pas apparu clairement lors des discussions qui ont eu lieu au sujet de la question 33, le débat concernant une typologie des méthodes d'évaluation économique des projets se situe en fait à l'heure actuelle au niveau de l'approche du problème soit par les prix (méthodes des prix de référence) soit par les agents (méthode des effets). Ces deux approches sont en fait, équivalentes à l'optimum. En effet dans la mesure où l'on peut exprimer le problème sous la forme d'un programme linéaire (où la fonction objectif est une expression formalisée des objectifs que poursuit un pays) et le résoudre :

— La solution par les prix (programme dual) consiste à rechercher un système de prix se rap-

## ANNEXE I

### QUESTION 33 :

*Evaluation économique des projets d'irrigation études générales et études des cas.*

Constitution du Panel.

- *Président* : M. W.R. RAMGELEY
- *Rapporteur général* : G. MANUELLAN
- *Secrétaire* : M. V.G. KARAVIAS
- *Membres* : Dr. A.K. BISWAS, Mr. C.J. Mc. ANDREWS, MM. TAN SRI J.G. DANIEL, R.L.P. HARRIS, B.G. SHTEPA.

## ANNEXE 2

Question posée par M. LAHLOU Othmane, Secrétaire Général de l'ANAFID au rapporteur général de la :

QUESTION 33 : *Evaluation économique des projets d'irrigation.*

*Etudes générales et études des cas sur les effets économiques et sur l'environnement.*

L'expérience nous a montré à ce jour que dans de nombreux cas, des projets, en particulier des projets de développement ayant comme base l'irrigation d'un ou de plusieurs secteurs représentant des superficies importantes pouvant aller de 20 000 à 100 000 ha, sont très importants pour le développement et la transformation d'une région, voir d'un pays. Les effets primaires et secondaires de la mise en œuvre de ces projets sont très importants et contribuent à un réel développement social et économique de la région ou du pays intéressé par ce ou ces projets. Leur rentabilité n'est donc plus à prouver.

Cependant, au fil des années, nous constatons que l'application des critères d'analyse des organismes de financement (internationaux ou régionaux) et malgré une certaine prise en compte d'un certain nombre de paramètres inhabituels (partie du coût d'un ou de plusieurs éléments du projet affectés à la collectivité nationale, donc déduits des coûts du projet, effets induits du projet ou effets secondaires du projet, à savoir industrialisation à l'amont et à l'aval, utilisation de la main-d'œuvre, certains effets sociaux...), l'évaluation du projet et de sa rentabilité (taux de rentabilité interne) devant justifier le financement aboutit à des résultats non satisfaisants, voir même négatifs.

Ceci proviendrait de 2 faits :

- a) Les valeurs des paramètres données aux

prochant des prix duaux (il s'agit en quelque sorte du prix de rareté des différents facteurs de production). Il convient de noter à ce propos que dans les économies « sous développées » le système des prix observés présente des distorsions et qu'il risque de s'écarter des coûts et des avantages réels d'un bien ou d'un service produit ou consommé. Aussi pour procéder à l'analyse économique certains méthodes attribuent aux biens et aux services produits des prix plus proches des coûts et des avantages réels que les prix du marché, d'où la notion de « prix de référence » ou « prix comptables ».

— La solution par le primal (méthode des effets) implique la démarche suivante :

- analyser en détail le projet
- analyser en détail l'économie du pays
- insérer le projet dans l'économie, par le rapprochement des deux analyses (économie avec projet)
- étudier la solution alternative (économie sans projet)
- déterminer, par la comparaison des deux solutions, les effets du projet sur l'économie
- mettre au point une procédure ou un critère de choix des projets par la comparaison des coûts et avantages.

Les pays en voie de développement ont vu croître de façon notable l'importance et le nombre des projets de développement financés par une aide extérieure ce qui a conduit les organismes de financement, particulièrement ces dernières années à développer les études et réflexions relatives aux méthodes d'évaluation des projets pour la « collectivité » du pays bénéficiaire. Force est de constater que les méthodes préconisées par certaines organisations internationales et les applications qui en sont proposées peuvent paraître fort contestables ; parce qu'elles ne sont pas et ne peuvent être articulées sur les données concrètes de ces économies et sur les objectifs qui leur sont assignés par les responsables politiques. C'est en quelque sorte le sens de la question posée par le délégué Marocain M. Othmane Lah'ou au rapporteur général de la question 33 que nous publions en annexe.

Enfin nous ne manquerons pas de soulever un problème important qui est celui de l'intégration des perspectives socio-économiques et de la technique de l'ingénieur dans la conception des projets car si les ingénieurs continuent de concevoir leurs projets selon des principes socialement inappropriés, les calculs d'évaluation aussi sophistiqués soient-ils risquent d'intervenir trop tard.

différents effets secondaires retenus ne représentent pas réellement l'importance de ces effets ; ces valeurs ne traduisent pas en chiffres l'importance réelle de ces effets ;

b) Bien que certains effets secondaires sont reconnus par les financiers comme réels et objectifs, ils ne sont pas traduits en chiffres et ne sont pas finalement retenus dans le calcul financier et même économique. Je peux citer quelques exemples :

— développement des échanges commerciaux internes à la région aboutissant à une création d'emplois et à une évaluation monétaire importante ;

— transformation régionale par le relèvement du niveau de vie de la population paysanne (habitat et urbanisation, équipements sociaux débouchant sur l'amélioration de l'état de santé de la population, de l'instruction, etc...) ;

— industrie induite à l'amont pour la fabrication du matériel et matériaux d'équipement, donc création des biens d'équipement et créations d'emplois ;

— industries de transformation à l'aval ;

— utilisation de l'électricité pour la population rurale et les petites industries locales à partir du réseau mis en place pour les besoins du projet. Il en est de même pour l'eau d'irrigation utilisée à d'autres fins sociales que l'irrigation elle-même (sans avoir besoin de suréquiper vu le très faible pourcentage utilisé).

Je ne veux plus parler du problème de l'évaluation des projets du point de vue de la collectivité nationale (problème bien analysé par M. Daniel qui a précisé que la satisfaction des besoins alimentaires nationaux constituait un critère de jugement des projets important pour les gouvernements des pays en voie de développement). Je signale que c'est le cas au Maroc, notamment en ce qui concerne le sucre.

Il est à noter, par ailleurs, que les bons projets à taux de rentabilité interne élevé, selon les critères financiers pris en compte jusqu'à présent, se font de plus en plus rares. Bien évidemment les bons projets ont été les premiers à être réalisés. Cela veut-il dire que les projets qui restent sont mauvais et non rentables ? Sincèrement, je ne le pense pas, car le développement d'un pays n'a pas de prix surtout si l'on prend en compte les besoins croissants de la population.

Que pense le rapporteur de ce problème ?

N'est-il pas possible de pousser l'analyse jusqu'à la fixation de certains éléments d'évaluation de projets de développement économique ou du moins d'irrigation pouvant aboutir à des recommandations de notre présent congrès ?

## BIBLIOGRAPHIE

- Dixième Congrès des Irrigations et du Drainage - Athènes 1978.
  - Rapport général Question 33 M.G. Manuellan
  - Rapports (52) Question 33.
- Premier cours sur l'analyse des projets agricoles - Volume 2 (CNEA) Tunis 26 Avril 15 Mai 1976
- M. CHERVEL et M. LE GALL — Manuel d'évaluation économique des projets — La méthode des effets-Ministère de la Coopération / SEDES PARIS 1975.
- M. CHERVEL - L'évaluation des projets de production en économie sous-développée - Essai de typologie des méthodes, Revue Tiers-Monde n° 59/60 Juillet/Décembre 1974.
- « Guide de l'évaluation économique des projets d'irrigation » OCDE - 1976.

# TECHNIQUES LES PLUS MODERNES DE DRAINAGE SOUTERRAIN ET METHODES DE CONSTRUCTION DE DRAINAGE

## (Question 34)

DAOUDI Mohamed

*Ingénieur G.R. chef de service de l'équipement  
à l'ORMVA d'Ouarzazate*

Des progrès rapides sont faits à l'échelle mondiale dans les techniques du drainage en faisant intervenir de nouveaux matériaux et de nouvelles machines. Les rapports présentés dans le cadre de la question 34 offrent une synthèse utile de ces différents aspects.

Le contenu du sujet exclut l'aspect de l'étude agro-hydrologique du drainage souterrain (détermination de la perméabilité du sol, détermination des profondeurs et espacements des drains, effet d'infiltration et profil du sol, etc...) et exclut le drainage vertical (puits tubulaires).

Le nombre de communications présentées dans le cadre de la question 34 s'élève à 48 ; Elles ont été classées en deux sous-sujets :

34-1- : Techniques et méthodes de drainage (35 communications)

34-2- : Techniques d'installation à grande vitesse de drains dans l'agriculture (13 communications).

Cette note n'a pour ambition ni une introduction ni une synthèse des différentes communications.

Ce travail a été réalisé par le rapporteur général de la question 34 (G.R. HOFFMAN (1), ) le rapporteur de la sous-question 34-1- (S. WATANABE (2)) et le rapporteur de la sous-question 34-2 (H.J. Collins (3)).

Cette note se limite à souligner l'influence du développement technologique récent (méthodes de drainage, matériaux pour canalisations, techniques d'installation à grande vitesse de drains) sur la qualité et la conception des projets enterrés. Le

drainage en zones humides sera distingué du drainage en zone aride.

### I. EVOLUTION DES MATERIAUX POUR CANALISATIONS ET FILTRES :

Le drainage des terres agricoles, par tuyaux enterrés s'est considérablement développé à partir du milieu du 19<sup>e</sup> siècle. C'est l'apparition du drain cylindrique en terre cuite qui provoque cette explosion du drainage en raison de sa facilité de mise en œuvre. Depuis quelques années le drainage agricole connaît une nouvelle explosion due cette fois-ci à l'apparition du drain en P.V.C. annelé souple perforé qui présente encore de plus grandes facilités de mise en œuvre.

Quand on analyse le coût du drainage, on s'aperçoit dans la plupart des pays que les matériaux utilisés occupent une place importante. Les améliorations de la mécanisation dans la construction ont atteint un degré de perfectionnement tel que les futurs progrès n'entraîneraient qu'une faible économie (amélioration de la pose à des hautes vitesses...). On peut donc conclure que le domaine le plus prometteur, pour économiser d'avantage à l'avenir, réside dans la réduction des quantités de matériaux utilisés ou bien dans la recherche de matériaux de substitution moins chers que les tuyaux et les filtres.

#### 1) 1. Tuyaux en chlorure de polyvinyle (PVC), caractéristiques et qualités exigées.

Les tuyaux en plastiques ne représentent encore que 20% des travaux de drainage au Royaume Uni, principalement en raison du fait qu'il est plus facile d'obtenir des tuyaux en terre cuite à des prix relativement plus avantageux. Quinze ans après son apparition sur le marché, le tube de drainage en chlorure de polyvinyle annelé représente 99% des drains posés en France dans

(1) Royaume-Uni.  
(2) Japon.  
(3) R.F.A.

une année. Les tuyaux en nervure en PVC sont généralisés en Allemagne Fédérale. Dans ce pays les tuyaux en PVC sont fabriqués à la dimension de 40 à 200 mm. La superficie totale des trous d'entrée est au moins de 6 cm<sup>2</sup> par mètre linéaire et souvent dépasse 10 cm<sup>2</sup>. Les largeurs de fente des tuyaux PVC devraient être choisies selon le type des sols et les filtres de drainage.

Le recul suffisant pour tirer les premières conclusions et l'évolution actuelle des cadences de pose font exiger du tube en chlorure de polyvinyle annelé des caractéristiques particulières liées au stockage et à la livraison pour chantier, liées à la pose proprement dite et enfin aux conditions dans lesquelles celle-ci a lieu.

Entre le moment où il sort de l'extruseuse et le moment où il est chargé sur le dévidoir de la machine, le tuyau de drainage subit un certain nombre de manipulations et de séjours sur des aires de stockage. Celles-ci sont généralement situées en plein-air et par suite le tube subit des irradiations solaires et des efforts mécaniques plus ou moins violents. A basse température (au-dessous de 5° c), le PVC devient fragile et la casse ralentit le rythme de pose. Cependant il semble bien que le phénomène le plus important soit l'irradiation par les ultra-violet. Elle est la plus intense en été, or c'est précisément avant l'été qu'un stock est produit pour diverses raisons liées à la production d'une part, à la demande d'autre part. Les qualités exigées du tuyau de drainage, lorsqu'il est déroulé et posé par la machine, sont sa résistance intrinsèque, sa flexibilité, sa souplesse et sa résistance au choc axial et à l'écrasement.

## 1.2. Filtres de drainage et filtres de tranchées.

Il faut en principe distinguer les filtres de drainage (les filtres de tuyau) des filtres de tranchées ; le filtre de drainage est un filtre qui enrobe partiellement ou complètement un tuyau enterré. Il est mis en place après ou en même temps que les drains sont installés. Ce filtre protégera le fond du tuyau. Le filtre de tranchée est mis dans les tranchées à une certaine profondeur. On l'utilise lors de l'emploi du drainage d'intervention ou du drainage combiné de tuyaux pour le drainage des sols (drainage à charrue-taupe). Les matériaux des filtres sont composés de matières organiques (gravier, tourbe, paille, brindilles, sciure de bois, fibres de coco) ou de matières synthétiques (fibres, plastiques écumeux, par exemple polyuréthane, toison, feutre, scories).

• *En U.R.S.S.*, pour protéger les drains contre l'envasement et augmenter leur capacité de prise

en eau, on utilise les toiles en fibre de verre et de basalte. La mousse et les miettes de tourbe sont rarement employées.

• *Au ROYAUME-UNI*, par contre, l'emploi des filtres n'est pas considérable, car les sols fins sableux et alluviaux ne sont pas répandus. Les gravillons ou les gros agrégats sont utilisés comme comblement au-dessus des drains dans près de 60 pour cent de tous les travaux. L'objet principal du remblayage est d'assurer le raccordement des drains en coulée de taupe sur les drains permanents.

• *Au JAPON*, pour empêcher l'entrée des boues dans les tuyaux on se sert des fibres grossières tels que les pailles de riz ou les aiguilles vertes de pin. On utilise aussi les tuyaux enveloppés directement de nattes en fibre de plastique.

## II. TECHNIQUES D'INSTALLATION A GRANDE VITESSE DES DRAINS DANS L'AGRICULTURE

Lorsqu'on parle de techniques à grande vitesse, il faut tout d'abord se mettre d'accord sur ce qu'il faut entendre par là. Le rythme de pose dépend pour une large part des conditions pédologiques et météorologiques, et non seulement de l'équipement. Il n'existe pas de véritable définition des méthodes à grande vitesse, surtout pas de définition en km/h ou mile/heure.

C'est pourquoi il faut considérer comme méthode à grande vitesse les procédés d'installation de drains à l'aide d'un équipement fortement mécanisé appliqués par des entrepreneurs ou des sociétés commerciales. Ces méthodes permettent d'atteindre un rythme de travail beaucoup plus rapide que celui que l'on peut réaliser avec n'importe quelle méthode manuelle.

Des idées nouvelles ont été appliquées et de nouveaux matériaux se sont répandus. Le développement et la production de tuyaux ondulés en matière plastique ont réduit les problèmes de transport et de l'organisation à pied d'œuvre et permettent désormais de faire transporter plusieurs centaines de mètres de tuyaux par la machine même, ce qui simplifie le problème de la manutention et nécessite moins de travail. De même, le développement de filtres préfabriqués enrobant les tuyaux a permis d'accroître la capacité de pose.

Compte tenu de l'augmentation des rémunérations et salaires, il faut restreindre la main-d'œuvre employée afin de maintenir les coûts des investissements de drainage à un niveau peu élevé, les coûts d'investissement par mètre de drain installé ont pu être maintenus à un niveau constant dans les 20 dernières années bien que les

salaires aient augmenté de 700 pour cent en moyenne (exemple Français).

Ensuite, un rendement élevé est nécessaire puisque la période d'activité des machines est limitée à cause des cultures ou lorsque le sol est mouillé ou gelé. La saison propre à l'installation de drains a toujours été limitée mais le faible degré de mécanisation c'est-à-dire les coûts peu élevés en capitaux — rendait moins urgent un rendement élevé, d'autant que les machines et véhicules utilisés pour les travaux de drainage servaient en même temps aux travaux agricoles.

### 11.1. Systèmes de guidage de la pose des drains - Différents paramètres influençant la pose des drains.

La pose des drains demande une pente exacte et une profondeur précise. En particulier, la pose à une grande vitesse par machines se fait par plusieurs méthodes de guidage :

- (a) méthode de radio-guidage. Un théodolite est installé à l'aval de la file de drains et une mire est placée à l'arrière de la machine à poseuse.
- (b) méthode par laser d'alignement. Elle expose les particularités des emplois d'un émetteur laser et d'une plaque réfléchissante fixée sur la machine à poseuse.
- (c) méthode par laser rotatif. Le laser rotatif présente la particularité de définir un plan de référence au lieu d'une simple trajectoire. Un récepteur est installé sur la machine à poseuse, ayant pour but de capter le faisceau émis de l'émetteur laser.

La troisième méthode montrera une évolution rapide en faveur des systèmes automatiques de guidage, bien qu'elle ait des inconvénients représentés par son poids, son encombrement, son utilisation complexe, etc...

Par ailleurs, une étude statistique sur la relation des divers paramètres influençant la pose aboutit aux conclusions suivantes :

- (a) les méthodes de guidage de la nivelette manuelle et de laser rotatif conduisent à une qualité de pose comparable et supérieure à celle fournie par les autres modes de guidage.
- (b) pour les machines à poseuse, l'augmentation de la vitesse provoque une chute de la qualité de pose du drain.

- (c) l'humidité, la texture de sol, la porosité, et la disposition des terrains, c'est-à-dire les conditions relatives aux sois et l'attention du conducteur de la machine exercent la plus grande influence sur la qualité d'installation des drains.

### 11-2- Interactions sol-machines.

L'apparition essentiellement pour des raisons économiques, de machines de plus en plus puissantes sur les chantiers a permis de travailler dans des sols difficiles.

- sols argileux très secs,
- sols comportant un niveau d'aliôs,
- sols avec des blocs rocheux épars, etc...

La force à la dent de l'outil, de l'ordre de 20 tonnes avec les machines les plus récentes peut encore être accrue avec des engins munis d'un treuil et se tirant éventuellement par un mouflage sur un point d'ancrage. Des efforts de 30 à 40 tonnes peuvent ainsi être atteints. Il est évident qu'aux profondeurs courantes en pays européens la limite imposée par le sol à la bêche de l'ouvrier draineur a été considérablement repoussée.

Dans l'autre sens par l'allongement des trains de chenilles par l'accroissement de leur largeur et le cas échéant par l'utilisation de patins spéciaux, la charge au sol est devenue inférieure à celle d'un homme debout. Il est donc devenu possible, avec les engins adéquats, de travailler en sol peu porteur par excès d'humidité.

La substitution de l'énergie mécanique à l'énergie musculaire permet d'atteindre rapidement et sans augmentation prohibitive du coût des terrassements, de grandes profondeurs, tant pour les émissaires que les collecteurs (0,90 à 2 mètres) ou les drains (0,70 m à 1,40 m).

En Espagne, le drainage en terre est fait au moyen de la trancheuse « trenching machine » aussi bien qu'au moyen de la machine « trenchless » qui permet d'installer directement les drains sans creuser les tranchées.

Parmi les interactions sol-machines il conviendrait d'établir dans quelle mesure les travaux peuvent se poursuivre durant la période de végétation, sur des terrains différents et des cultures différentes, avec chacun des deux types de machines (draineuse, trancheuse). Ainsi, la période de travail annuel pourrait être accrue, ce qui ferait diminuer des coûts et améliorerait les conditions de mise au travail d'un personnel hautement qualifié.

### III. METHODES DE DRAINAGE EN ZONES HUMIDES

Dans les terres qui souffrent d'un excès d'eau pendant certaines périodes de l'année le drainage permet un abaissement du plan d'eau mais ceci ne doit pas être considéré comme une fin en soi. En effet il est nécessaire de ne pas dissocier les problèmes culturaux de ceux du drainage et de ceux de l'hydraulique régionale.

Dans le cas des sols très argileux, on observera par exemple, que l'abaissement de la nappe peut être effectif grâce au drainage mais qu'une imperméabilisation de surface résultant du travail du sol ou du piétinement des animaux le rendra inefficace.

D'autre part, le drainage implique un aménagement du réseau hydraulique régional qui dépend de la cadence des extensions du drainage et de la technique de drainage retenue car il n'est pas toujours évident, malgré l'opinion assez courante actuellement, que seule doit être prescrite la technique de drainage par tuyaux enterrés (drainage par ados ou par rigoles dans certains cas).

#### III-1- Interactions du travail du sol et du drainage.

L'un des rôles essentiels du travail mécanique est d'aider au bon fonctionnement du drainage en favorisant le passage des eaux excédentaires depuis la surface jusqu'au niveau des drains. Dans cette optique les meilleures façons culturales sont celles qui aboutissent à la création de voies de passage pour l'eau, les plus nombreuses, les plus profondes et les plus durables.

Par gonflement, les argiles limitent les possibilités de passage de l'eau. Il faut veiller à ne pas refermer les passages préférentiels qui se sont formés au cours de l'été par les fissurations dues au retrait des argiles. Lors des façons culturales, le moindre lissage, compactage ou malaxage, représente un véritable obstacle à l'écoulement des eaux excédentaires. Or, ces accidents sont difficilement évitables si l'on travaille en sol humide. Il ne faut donc travailler le sol que lorsqu'il est sec ou suffisamment ressuyé.

Par ailleurs, il convient d'améliorer la perméabilité et la structure du sol. Cette amélioration en profondeur est obtenue par le sous-solage. La profondeur utile, et donc l'efficacité de cette intervention, sont liées à l'humidité du sous sol. Plus le sous-sol est sec, plus l'effet est marqué. Le sous solage ne peut donc se concevoir que pendant l'été.

Après une céréale ou d'autres cultures récoltées en été, le bouleversement par la charrue ou

le chisel des gros « pavés » formés par le retrait de l'argile devra intervenir, dès que possible.

En tous les cas il faut éviter les interventions profondes en sol humide.

#### III-2- Exemples de méthodes récentes de drainage :

• En HONGRIE, afin de résoudre les problèmes liés à l'assainissement des sols forestiers au pseudogley on a développé un nouveau système de drainage nommé drainage combiné.

Ce système consiste à combiner les drains en terre cuite ou en PVC avec des travaux du sol aboutissant à un ameublissement profond de ce sol. Pour économiser les frais de construction on a renoncé au drainage classique dont l'écartement des drains était de 6 à 15 m. Pour favoriser l'évacuation de l'eau, la terre renversée est mélangée avec les matières calcaires; les tranchées sont éventuellement empilées avec des filtres de cailloux sableux ou des filtres en perlite. Une superficie de 15.000 ha a été améliorée en dix ans au moyen de cette méthode.

• En U.R.S.S., pour augmenter l'efficacité du drainage sur les sols lourds, on pratique le nivellement de surface, les puits-absorbants, la charrue-taupe et un ameublissement profond — 60 à 80 cm — des sols dans les régions influencées par les pluies de moussons — les crêtes et les plates-bandes. Le comblement des tranchées de drainage par le sable et le gravier est limité. L'amélioration de la perméabilité du comblement de drainage à l'aide des matériaux formant une structure (silicate de sodium, etc.) est exécutée seulement sur les systèmes expérimentaux. L'expérience montre que le drainage à vacuum est efficace sur les terrains irrigués.

L'objet de cette méthode est d'intensifier et favoriser le drainage en sols lourds.

Il y a deux types de drainage à vacuum. L'un est le système horizontal; l'autre le système vertical. Le premier est composé de drains classiques raccordés sur le collecteur. Ce qui est différent du système classique, c'est que le réseau du nouveau système de drainage n'a pas de puits d'observation. Mais, un puits à vacuum hermétiquement scellé est installé à la bouche des drains. Une pompe à vide est mise en place dans le puits à vacuum pour désaérer les tuyaux enterrés.

Le dernier, c'est-à-dire le système vertical est composé d'une série de puits qui se raccordent par un collecteur, à travers lequel l'eau et l'air sont évacués au dehors.

Les résultats des expériences faites sur les terrains de l'oasis Chardzhou située dans Turkmén SSR ont montré que le coefficient de drainage avait augmenté de façon considérable et que la salinité de l'eau évacuée avait aussi monté.

Une désaération correspondant à une colonne d'eau de 1 à 2 mètres a redoublé le coefficient de rétention. Par conséquent, le niveau d'eau de la nappe phréatique s'est abaissé jusqu'au-dessous du niveau des drains. L'emploi du drainage à vacuum permet d'accélérer la mise en valeur des terrains saumâtres.

#### IV. METHODES DE DRAINAGE DANS LES ZONES ARIDES :

Il est nécessaire de bien garder dans l'esprit les différences essentielles entre le drainage dans les zones humides et celui des zones arides. Dans les zones humides, le drainage vise à une vidange rapide des eaux de la zone radriculaire pour permettre la pénétration d'air et un accès précoce des machines agricoles. Dans les zones arides le but fondamental est de maintenir une faible nappe phréatique afin d'empêcher la salinisation des sols.

Il est très important d'introduire le drainage après l'irrigation des zones arides et semi-arides du monde. La grave pénurie de personnel qualifié ne permet pas l'installation, l'exploitation et l'entretien des projets nécessaires à un drainage extensif. Il est décevant de noter que les rapports présentés ne contiennent que très peu d'études de cas relatives au drainage de la zone aride.

a) *Profondeurs des drains et écartement des tuyaux enterrés.*

En pratique la profondeur des drains en zones arides est généralement le double de ceux des zones humides. Cependant les variations sont grandes d'une région à l'autre comme en témoignent les expériences. Egyptiennes, Américaines, Espagnoles et Marocaines suivantes :

#### EXPERIENCES EGYPTIENNES :

(Analyse économique basée sur l'analyse du coût-bénéfice et du rapport bénéfice-plus-valeur). Dans cette expérience, l'orge, le maïs et le coton ont été plantés à des intervalles de rotation de deux ans sous l'influence de différents écartements de pose des drains. L'emploi des drains en tuyau dont l'écartement de pose était de 10 mètres a permis d'obtenir les meilleurs résultats au point de vue économique, étant accompagné de l'application du gypse.

#### EXPERIENCES AMERICAINES :

Dans les terrains irrigués situés à l'ouest des Etats-Unis, l'objet principal du drainage est de protéger la zone de racines et la couche arable de la salinisation à cause du tarissement de la nappe phréatique plus profonde que 1,2 m à partir de la surface de la terre.

On a comparé les machines à trancheuse avec celles à charrue, en tenant compte des données de l'énergie d'excavation, et puis examiné la profondeur de pose des drains, au point de vue du contrôle agronomique de la salinité. Les analyses ont indiqué que la profondeur de 1,8 mètres qui est normalement spécifiée comme profondeur minimum afin de poser les drains dans les régions arides, est approximativement la profondeur optimale, c'est-à-dire la profondeur la plus économique. Un rendement maximum soit sur l'énergie, soit sur les matériaux a été obtenu lors de l'installation des drains à une profondeur de 2,1 mètres environ, si les propriétés des sols et les autres conditions physiques ne font pas obstacle.

#### EXPERIENCES ESPAGNOLES :

Techniques actuelles de drainage qui sont employées dans le Haut-Aragon situé au nord-ouest de la péninsule ibérique en Espagne. La région à étudier avec une superficie de 200.000 ha a été transformée en terrains irrigables au moyen des travaux de terrasses. Le climat est sec. La perméabilité des sols est faible. Il n'y a pas de système de drainage efficace dont la mise en place doit suivre l'installation du système d'irrigation. De telles conditions défavorables ont provoqué une montée de la nappe phréatique et de la salinité du sous-sol, ce qui porte atteinte à la structure des sols dans quelques régions. Une étude a été préparée pour éviter le relèvement de la salinité. Elle a pour but proprement dit d'améliorer le réseau du drainage en terrasse et d'évacuer de l'eau excédentaire. A cet effet, on a adopté le drainage enterré. L'écartement de pose des drains est de 4 à 12 mètres et les tuyaux sont installés à la profondeur de 1,0 à 1,4 mètre parallèlement aux thalwegs des terrasses.

#### EXPERIENCES MAROCAINES :

Le drainage des sols lourds a été considéré jusqu'à ces dernières années comme impossible ou plus exactement non rentable économiquement.

Parmi ces terres figurent les zones basses, hydromorphes, souvent marécageuses. Dans ces sols, la formation de la nappe est facilitée par la très faible perméabilité des couches inférieures. Le

rabattement de cette nappe à un niveau non nuisible aux cultures nécessite une mise en place de drains enterrés. Or, compte tenu de la faible perméabilité de ces sols, le calcul de l'écartement des drains donne des valeurs très faibles (5 à 10 m). Un réseau de drains aussi dense coûterait tellement cher qu'il ne serait pas rentable au prix actuels.

Le mode de calcul de l'écartement des drains dans ces types de sols basé sur les théories classiques peut ne pas convenir. A ce propos une expérimentation a été entreprise sur les sols de la plaine du Gharb dans le MAROC ATLANTIQUE où on a recensé près de 100.000 ha des sols difficilement drainables. Cette expérimentation devait déboucher sur les modalités de drainage de ces sols. Dans cette expérience 3 écartements des drains de 20 m, 40 m et 60 m sont testés pour rechercher l'écartement optimal des drains.

#### b) Méthodes de drainage en zones arides :

##### • *Technique de drainage à double niveau.*

Le drainage à double niveau consiste en l'installation de deux réseaux parallèles de drainage disposés dans le sol à deux profondeurs différentes et d'une façon alternée. Le cas du drainage des terres irriguées dont la salinité du sol doit être contrôlée représente un des domaines où les systèmes de drainage à double niveau peuvent être appliqués. L'évolution de l'industrie du tube de drainage en plastique a rendu pratique l'installation d'un réseau de drainage avec un matériel nécessitant le creusement de sillons (plow-in) au lieu de tranchées profondes. Il est possible avec ce matériel (plow-in) d'installer un système de drainage à tubes flexibles au tiers ou à la moitié du coût du matériel de tranchées, sans compter le coût des matériaux. Ainsi, une solution envisageable pour un système de drainage est l'installation dans une tranchée ouverte de drains profonds qui abaisseront le niveau de la nappe pendant la partie de l'année où l'on n'irrigue pas et de drains « plowed-in » en faible profondeur qui permettront le contrôle du niveau de la nappe pendant la période où elle est à son niveau maximum. L'utilisation de drains peu profonds « plowed-in » en combinaison avec des drains profonds installés dans des tranchées, a le potentiel de réduire les coûts des systèmes de drainage enterrés pour l'agriculture d'irrigation.

Une deuxième application potentielle du concept de drainage à double niveau concerne le cas où l'on rencontre des problèmes de niveau de la nappe avec les systèmes de drainage existants. Si ces problèmes de niveau de la nappe

sont tels qu'ils ne peuvent être résolus que très difficilement avec des drains placés dans des tranchées ouvertes, l'utilisation du matériel « plow-in » peut représenter une solution valable à ce problème.

##### • *Drainage par pompage :*

Le développement des irrigations dû à la mise en valeur agricole des plaines du Maroc du Nord-Est a pour conséquence une forte remontée du niveau des aquifères.

Le réseau de drainage superficiel dans la plaine des Triffa s'est révélé peu efficace. Une solution a été proposée qui consiste en drainage par pompage avec possibilité de réutilisation de l'eau pompée.

Dans la plaine du Garet, le drainage par pompage apporte aussi une solution au problème posé par la forte remontée du niveau piézométrique après la mise en eau du périmètre irrigué.

Pour analyser ces phénomènes une étude par simulation mathématique a été réalisée. Elle a permis d'évaluer le bilan de la nappe avant et après l'irrigation des plaines et de simuler l'effet du drainage par pompage.

La nappe de la plaine du Garet réagit fortement à l'apport d'eau supplémentaire due aux irrigations ; des pompes au débit unitaire de 15 à 40 l/s par forages de 50 à 80 mètres de profondeur situés dans la partie amont de la nappe permettront un drainage efficace de la plaine.

##### • *Déminéralisation des eaux d'un fleuve à usage agricole :*

L'agriculture mexicaine qui est exploitée en aval du fleuve Colorado a été endommagée à cause de l'augmentation de la salinité. C'est le projet de Wellton-Mohawk qui est chargé d'améliorer la qualité de l'eau du fleuve Colorado pour que le Mexique puisse l'utiliser. L'essentiel de projet est la déminéralisation qui sera réalisée par un équipement de dessalement à membrane. Il est maintenant en construction à Yuma, Arizona, ayant une capacité de déminéralisation de 4,6 m<sup>3</sup>/s de l'eau salée.

Cet équipement commencera à fonctionner en 1981. Parmi les équipements de dessalage qui sont en fonctionnement, ou qui entreront en fonctionnement d'ores et déjà, il devrait être le plus grand et le plus puissant. Le projet de Wellton-Mahawh s'appuie aussi sur de diverses techniques ordinaires dans le but de faire diminuer de l'eau évacuée et augmenter le rendement d'utilisation de l'eau.

La particularité de ce projet est que l'équipement de dessalage en construction à Yuma est exclusivement destiné à l'utilisation agricole alors que les autres équipements similaires seraient destinés à dessaler l'eau à usage domestique ou industriel.

## V) INFLUENCE DU DEVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE RECENT SUR LA CONCEPTION DES PROJETS DE DRAINAGE ENTERRE :

*Avant projet :* La télédétection par satellite est une méthode indirecte récente qui peut être utilisée soit comme un instrument de contrôle du niveau d'eau de la nappe aquifère sur de très grandes superficies soit comme une méthode facilitant la délimitation des zones à drainer. L'estimation de la nappe aquifère dans une grande étendue a été réalisée par satellite LANDSAT (un satellite artificiel américain) et par la reconnaissance aérienne. Des corrélations significatives ont été obtenues entre les niveaux d'eau de la nappe aquifère et les données enregistrées par LANDSAT et par la reconnaissance aérienne pour l'ensemble des régions à étudier.

*Tracé :* En raison de l'accroissement des vitesses de pose des machines à drainer modernes (4.000 à 5.000 mètres de drains par jour à des profondeurs pouvant atteindre 1,80 mètres) et en raison de l'économie qu'entraîne la réalisation de longues files de drains, il ne faudrait dorénavant plus se lier uniquement aux contraintes hydrodynamiques (pentes en particulier). Il appartient au concepteur de choisir pour chaque cas la juste mesure.

D'autre part les raccords modernes permettent de s'affranchir totalement de la vieille règle de l'angle d'incidence drain Collecteur recommandé voisin de 60°. Des raccords préfabriqués, qui sont des « coudes au quart » permettent un branchement « génératrice inférieure du drain « génératrice supérieure du collecteur ». Ils assurent ainsi indépendamment de la direction du drain par rapport au collecteur, le ressuyage total du drain. Il n'y a pas d'inconvénients à brancher des drains apparemment à contre courant du collecteur.

Il faut souligner que la longueur des machines à drainer est aujourd'hui telle qu'une distance de 10 mètres environ sépare l'extrémité avant de l'engin du caisson poseur et que, de ce fait, une bande 10 m de large, parallèle à la limite de la parcelle, ne peut être drainée autrement que parallèlement à celle-ci. Il apparaît donc nécessaire de tracer des drains de « ceinture », pratiquement systématiquement.

Cette disposition entraîne un léger accroissement du linéaire d'ensemble mais, par ailleurs, assure une surdensité de drainage de la périphérie de la parcelle souhaitable, puisqu'il s'agit d'une zone particulièrement déstructurée par le passage répété des roues des engins de cultures.

Dans le cas où la limite de la parcelle à drainer est un haie vive ou un bois, le drain de ceinture est alors obligatoire. Ce drain joue un rôle protecteur pour l'ensemble du réseau vis-à-vis du colmatage par les chevelus racinaires toujours à craindre dans ces cas particuliers.

### *Pentes :*

Les procédés actuels de mise en œuvre des canalisations souterraines de drainage permettent actuellement d'obtenir une très grande précision de pose, dans la mesure où le système de guidage du réglage de profondeur est parfaitement fiable. Le guidage par rayon laser, le plus employé actuellement, garantit la précision de pose par la continuité, la précision et la fiabilité de son information.

Cette garantie du respect au centimètre près de cotes théoriques des profils en long des canalisations autorise le concepteur à projeter si nécessaire, des pentes pour les collecteurs principaux pouvant descendre jusqu'à 0,5 pour cent. Cette possibilité offerte par la technologie moderne est particulièrement appréciable en terrain plat car elle permet de conserver au maximum le précieux capital que constitue la dénivelée entre le fil d'eau de l'émissaire et le niveau du sol à drainer sans multiplier les bouches de décharges.

Le fait de savoir que des canalisations peuvent être posées à de très faibles pentes sans risque de plat ou contre pente, offre de nouvelles possibilités pour résoudre les cas toujours difficiles de cuvettes éloignées de l'émissaire, à condition toutefois de pouvoir terrasser en surprofondeur.

### *Profondeur :*

A titre d'exemple, les limites altimétriques imposées au projeteur, qui étaient autrefois de 0,70 à 0,90 m pour les drains et de 0,90 à 1,50 m pour les collecteurs, sont devenues, en raison de l'évolution des matériels 0,70 m à 1,40 m pour les drains et 0,90 à 2 m et même un peu plus pour les collecteurs. Il est évident que dans ces conditions, le concepteur dispose d'une plus grande liberté pour concevoir un meilleur projet tant du point de vue de l'efficacité que du coût d'investissement et d'entretien.

En effet, pouvoir augmenter pratiquement à volonté les profondeurs de pose autorise le projeteur à prévoir des réseaux à écartements plus grands pour une efficacité identique.

Par ailleurs, le concepteur peut prendre quelques libertés avec la topographie naturelle. Toutefois ces libertés ne seront prises qu'en connaissance de cause, car on ne doit pas oublier que les risques de terrassements difficiles, donc les coûts, s'accroissent en général avec la profondeur.

Par ailleurs en raison de l'amélioration des conditions de terrassements et de transport des matériaux, on recommandera d'accroître les dimensions des regards de visite, permettant ainsi une meilleure décantation des particules solides entraînées et facilitant ainsi le curage de ces ouvrages. En effet la diminution de la vitesse de l'eau dans le regard est en rapport direct avec l'accroissement du diamètre et atteint plus facilement la limite de sédimentation. En outre, les raccordements des collecteurs sont plus aisés à

effectuer sur des regards de plus grande dimension et, finalement leur coût en est moindre.

En conclusion, on peut affirmer que l'accroissement des performances des machines à drainer en ce qui concerne la profondeur et la régularité de pose des drains, tout en préservant la structure des sols, élargit le champ des solutions pratiques à la disposition du concepteur.

Il en résulte une réelle optimisation des projets et une plus grande longévité des réseaux construits.

Cependant, le concepteur ne peut tirer parti de l'évolution des matériaux et des techniques de mise en œuvre que s'il en a une parfaite connaissance pratique. Il est donc essentiel qu'il exerce concurremment la maîtrise d'œuvre des travaux qu'il a conçus.

L'Ingénieur draineur doit pouvoir assumer l'entière responsabilité de son oeuvre.

LISEZ



# OMMES, TERRE ET EAUX

*Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*

BULLETIN D'ADHESION  
ET D'ABONNEMENT

en dernière page à découper et à nous retourner



## EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE

(Question 35)

LAHLOU Othmane

*Ingénieur du Génie Rural.*

*Directeur de l'ORMVA du Loukkos*

La nécessité d'accroître les productions agricoles en vue de couvrir des besoins alimentaires croissants a amené le développement de l'irrigation de par le monde. La multiplication des projets d'irrigation, la mise en service d'ouvrages réalisés à grands frais ainsi que la rentabilisation des investissements consentis pour l'aménagement des périmètres d'irrigation posent de sérieux problèmes aux responsables chargés de la réalisation et de l'exploitation de ces projets. En effet, le décalage existant entre les superficies équipées et dominées par les ouvrages d'irrigation et celles réellement irriguées est, très souvent, important. Parmi les raisons créant ce décalage, nous pouvons retenir celles relatives à la mauvaise utilisation des aménagements réalisés et à la détérioration progressive de certains équipements rendant l'irrigation de certaines superficies dominées très difficile, voir impossible.

Ces difficultés sont à l'origine de l'intérêt grandissant que portent les spécialistes de l'irrigation et du drainage aux problèmes de la gestion, de l'exploitation et de la maintenance des réseaux d'irrigation et de drainage.

Neuf congrès de la Commission Internationale des Irrigations et du Drainage ont été tenus sans que ces problèmes aient été abordés. Le 10<sup>ème</sup> congrès tenu à Athènes (Grèce) a consacré la question 35, une des trois questions traitées pendant ce congrès, aux problèmes de l'exploitation et de l'entretien des réseaux d'irrigation et de drainage.

Bien que l'on ait enregistré un grand nombre de communications et de multiples interven-

tions des spécialistes de ces questions de diverses régions du monde, le sujet n'a pas été épuisé. Bien des aspects ont été timidement traités; d'autres n'ont pas été abordés. Cependant, nous avons enregistré le grand intérêt manifesté par un grand nombre de délégations et, plus particulièrement, de celles provenant de pays où l'expérience acquise dans les domaines de l'irrigation et du drainage ne leur a pas encore permis de mettre en place les structures adéquates pour une exploitation rationnelle et un entretien efficace au coût minimum.

D'autres congrès régionaux ou internationaux auront, dans l'avenir, à traiter des différents aspects de cette question car, la nécessité d'étudier de manière plus approfondie les problèmes relatifs à l'exploitation et à l'entretien des réseaux est ressentie de jour en jour avec le développement de l'irrigation dans toutes les régions du globe.

### I. DEFINITIONS ET CRITERES DE BASE

En retenant comme question de congrès le problème de l'exploitation et de l'entretien des réseaux d'irrigation et de drainage, la Commission Internationale des Irrigations et du Drainage (C.I.I.D.) avait recommandé aux auteurs de se limiter au contenu suivant :

« L'exploitation et l'entretien des systèmes d'irrigation ou de drainage commencent le jour où le réseau est achevé (en partie ou totalement). La réussite d'un système d'irrigation ou de drainage dépend de l'efficacité de l'entretien et de l'exploitation. Construire de bons systèmes et en-

suite ne pas les entretenir selon les normes voulues pour atteindre leurs objectifs constitue une fausse économie. L'exploitation et l'entretien comprenant la modernisation sont des nécessités essentielles et permanentes durant la vie du projet afin d'assurer une agriculture irriguée permanente.

Les exigences essentielles pour une exploitation et un entretien efficaces sont :

1. une organisation convenable pour l'exploitation et l'entretien;
2. des procédures de fonctionnement efficaces et des règlements comprenant les communications ;
3. la mise en application de techniques d'entretien adéquates, la présence d'un équipement suffisant ainsi que d'une équipe avec ses responsabilités bien définies ;
4. la réparation et la modernisation intervenant à temps voulu ;
5. la collecte des données concernant l'exploitation et l'entretien du projet en vue :
  - d'une réalisation correcte de celui-ci,
  - de la conception de nouveaux projets et
  - de l'entretien des anciens ;
6. la collecte des données sur l'efficacité du projet et sur de futures recherches ».

Pour sa part, Monsieur E. Zacharopoulos, rapporteur général de la question 35, a, dans son introduction, insisté sur l'importance que représentait l'efficacité de l'exploitation et de l'entretien des réseaux pour le bon développement d'un projet d'irrigation ou de drainage et assurer les conditions optimales pour le développement d'une agriculture irriguée conformément aux objectifs fixés.

Il a rappelé l'attention restreinte accordée jusqu'ici par les services gouvernementaux aux problèmes de l'exploitation et de l'entretien en comparaison avec l'intérêt réservé aux problèmes se rapportant aux études et à la réalisation des travaux.

Monsieur Zacharopoulos a retenu les critères de base assurant l'efficacité de l'exploitation et de l'entretien d'un réseau comme suit :

- la considération du problème de l'exploitation et de l'entretien des réseaux en tenant compte de son intégration dans l'administration du projet entier ;
- une organisation adéquate pour effectuer l'exploitation et l'entretien des réseaux ;

- des procédés et mesures efficaces d'exploitation comprenant aussi les systèmes de communication ;

- des mesures et techniques pour assurer l'efficacité de l'entretien (y compris le personnel) et de l'équipement ;

- des méthodes adéquates pour assurer les réparations ou la modernisation des réseaux ;

- la compilation des données relatives à l'exploitation et l'entretien des réseaux en vue d'assurer une administration financière solide et de projeter efficacement soit de nouveaux projets, soit la réparation ou la modernisation des anciens ;

- la compilation d'informations relatives au rendement du projet et pour des recherches et investigations subséquentes.

Cinquante deux (52) communications ont été présentées au congrès se rapportant à la question 35. Seules sept d'entre elles étaient rédigées en français, le reste, soit quarante cinq (45), en anglais.

Le rapporteur général, après analyse des rapports, les a classés d'une part en deux catégories (analytique et descriptive) et d'autre part, suivant les quatre groupes majeurs ci-après :

a) rapports concernant l'organisation pour l'exploitation et l'entretien (22 rapports) ;

b) rapports concernant des problèmes spécifiques relatifs à l'exploitation, l'entretien et les techniques de réparation et de modernisation des réseaux (26 rapports) ;

c) rapports donnant des informations sur des projets en opérations concernant leur exploitation, entretien et rendement (11 rapports) ;

d) sujets divers à la limite de la question 35 concernant des aspects plutôt relatifs à la phase de l'étude du projet (10 rapports).

Nous noterons, tout d'abord, qu'un grand nombre de communications ne se rapportaient nullement à la question 35, d'autres abordaient à peine les problèmes intéressant l'exploitation et l'entretien des réseaux d'irrigation et de drainage. Elles se résumaient en de simples descriptions statiques de projets réalisés ou en cours de réalisation.

Par ailleurs, comme l'a précisé un orateur (M. G. Papadopoulos de la Grèce), nous pouvons relever que les rapports présentés et les interventions des participants se classent en deux catégories principales : la première à trait aux ouvrages et au régime hydrique (questions internes du

projet ou questions techniques) et la seconde se rapporte au projet global (périmètre du projet), aux orientations et aux structures de l'aménagement (questions externes du projet ou questions d'ordre général).

En fait, les questions d'ordre général ont été très sous estimées par les auteurs et les orateurs, alors que les questions techniques et de détail ont été, souvent, traitées. Nous ne pouvons que regretter que les problèmes d'organisation et d'administration des projets aient été si peu discutés.

Nous adopterons, dans ce qui suit, ce découpage entre questions techniques et questions générales.

#### A) Questions Techniques :

Les auteurs nous ont rapporté leurs expériences vécues dans la direction des projets d'irrigation et de drainage. Il s'agit, très souvent, de l'évolution des techniques adoptées à l'occasion de la reprise d'un réseau et de l'évolution du projet lui-même, suite aux différentes interventions dont il est l'objet.

##### 1. MODERNISATION DES RESEAUX :

La modernisation d'un projet s'avère nécessaire chaque fois que l'état de vétusté de l'équipement exploité l'exige, ou chaque fois qu'une des caractéristiques principales du projet est modifiée (mode d'irrigation, besoins en eau en rapport avec l'assolement pratiqué, extension de la superficie irriguée, remontée de la nappe phréatique...). Cette modernisation est, dans tous les cas, mise à profit pour la reprise partielle ou totale de l'étude du projet et de la redéfinition des paramètres essentiels d'irrigation :

a) réévaluation de l'hydrologie, remodelage des ouvrages hydrauliques, contrôle plus efficace de l'application d'eau aux parcelles, mesures efficaces du contrôle d'infiltration, adjonction d'un réseau de drainage, utilisation d'eau souterraine ou d'eau d'écoulement restituée, jusque là négligées (rapport n° 21) ;

b) adjonctions d'ouvrages principaux, protection contre les crues des rivières, voir contre les inondations et, minimisation des pertes d'eaux dues aux crues (rapport n° 22) ;

c) inventaire des irrigations pratiquées à partir des ouvrages en service pris séparément ou groupés, évaluation du fonctionnement des ouvrages en vue de l'orientation des programmes d'ensemble de modernisation, collecte des don-

nées relatives à l'exploitation du projet et aux entretiens effectués : inventaire et description des irrigations, étude de la distribution des eaux (transferts et répartition de l'eau), étude préliminaire des principes de modernisation, études ultérieures (rapport n° 27) ;

d) reprise d'un réseau avec étude économique comparée entre deux possibilités : reprise du revêtement des canaux existants ou remplacement par tuyaux (rapport n° 32). Notons que dans le cas qui nous est décrit, le choix s'est porté sur le remplacement du réseau existant par des tuyaux, solution plus économique.

e) amélioration de l'efficacité du réseau existant ainsi que du mode d'utilisation de l'eau d'irrigation pour étendre la superficie irriguée (rapport n° 44) ;

f) amélioration d'un réseau de conduites enterrées fissurées longitudinalement et transversalement, d'une longueur de 18 km, par une canalisation de revêtement en mortier plastique armée placée à l'intérieur des canalisations existantes sans arrêt de l'irrigation et sans diminution du débit transporté malgré la réduction du diamètre de la conduite par adjonction d'un revêtement intérieur (caractéristiques d'écoulement améliorées) (rapport n° 6).

Nous noterons que la plupart du temps, la modernisation d'un réseau amène les responsables d'un projet à adopter d'une part le mode de transport et de distribution de l'eau en conduites enterrées et l'abandon des canaux à ciel ouvert, et, d'autre part, le mode d'irrigation par aspersion et l'abandon du gravitaire. Nous retrouvons ces deux tendances chez la majorité des auteurs et des orateurs.

##### 2. AUTOMATISME :

La tendance actuelle, dans toutes les régions du monde, va à l'automatisme. Celui-ci n'atteint pas les mêmes niveaux dans les pays en développement où la main d'œuvre agricole existe encore. L'automatisme est beaucoup plus développé dans les pays riches ; il est, cependant, introduit dans les autres pays et son champ d'application s'agrandit peu à peu.

Cet automatisme permet :

a) l'amélioration du fonctionnement des ouvrages d'irrigation par un meilleur contrôle des quantités d'eau lâchées et par une minimisation des quantités d'eau perdues dans les réseaux de transport, dans les ouvrages de répartition et de distribution : automatisme des prises d'eau (durée et débit avec régularisation par minuteur) mise en

service d'un système de distribution latérale (tuyaux enterrés comportant des prises donnant directement sur des canaux en béton équivalents aux canaux quaternaires d'irrigation adoptés dans le système gravitaire au Maroc) (rapport n° 5);

b) l'irrigation de terrains à fortes pentes par le moyen de soupapes d'admission construites pour la conduite de l'irrigation goutte à goutte et avec l'aide d'une programmation spécialement mise au point (rapport n° 16);

c) la conduite d'une irrigation à la raie par conduites enterrées, où l'eau est distribuée par des tuyaux mobiles, l'alimentation des raies et l'arrêt de l'eau se faisant par vannes automatiques actionnées par voie électrique ou hydraulique. Ce système de distribution est adopté aux Etats Unis depuis le début du siècle sur les vignobles et les vergers. Sa généralisation aux cultures annuelles est entamée (rapport n° 19);

d) le contrôle et la transmission des informations relatives au fonctionnement d'un système d'irrigation classique (rapport n° 25);

e) le changement et l'algorithme de la gestion du système d'irrigation (rapport n° 47);

f) la mise en application d'un système d'irrigation souterraine (système automatique de drainage) (rapport n° 35).

### 3. MODELES MATHEMATIQUES ET INFORMATIQUE :

Les modèles mathématiques et même les ordinateurs sont de plus en plus utilisés pour la résolution de problèmes se rapportant à l'exploitation des réseaux d'irrigation et de drainage. Cette utilisation reste, cependant, encore limitée mais ne manquera pas de connaître une nette évolution dans un proche avenir. Les cas cités par les auteurs peuvent se résumer comme suit :

a) simulation de la distribution par modèle mathématique ; l'objectif est d'assurer d'une part, la fourniture de l'eau à tous les réclameurs légitimes, et d'autre part, l'utilisation de la totalité de l'eau disponible (rapport n° 4);

b) analyse de l'écoulement intermittent dans un canal ouvert (rapport n° 13);

c) simulation de l'évolution possible de l'humidité du sol, répartition de l'eau et évaluation à grande échelle des besoins en eau (rapport n° 14);

d) simulation de l'utilisation de l'eau avec prise en considération de l'accroissement considérable

de la demande d'eau industrielle et ce, dans le but d'arriver à une utilisation efficace de l'eau disponible (rapport n° 40).

### 4. RESERVOIRS DE REGULATION :

La recherche de la régulation de l'irrigation à la parcelle (volume lâché, débit et durée d'irrigation) a amené les responsables des projets d'irrigation, parfois les irrigants eux-mêmes, à adopter le système des réservoirs de régulation au niveau de la ferme. Le volume d'eau stocké dans le réservoir ainsi construit permet au fermier d'assurer la régulation de son irrigation et de pallier aux pertes du réseau (transport de l'eau jusqu'à la prise du fermier) et même à certaines autres déficiences de ce même réseau (baisse de la pression par suite de nombreuses fuites amenant une baisse du débit etc...). Un certain nombre d'auteurs et d'orateurs ont exposé les avantages d'un tel système qui reste, cependant, seulement applicable dans certains cas de figures, par exemple dans les grandes exploitations. Nous citons, en particulier, le rapport n° 38 où l'auteur nous décrit une méthode analytique et graphique pour l'évaluation du volume optimum des réservoirs régularisant les débits délivrés aux irrigants et les adaptant ainsi aux fluctuations de la demande. L'ordinateur est utilisé dans ce cas précis pour assurer la collecte des informations relatives au transport de l'eau.

### 5. QUESTIONS SPECIFIQUES :

#### a) Maintenance des réseaux de drainage

Il a été remarqué ces dernières années que les réseaux de drainage profond en France subissaient un certain colmatage racinaire dû à une accumulation de racines à l'intérieur des tuyaux aspirateurs et collecteurs. Ce phénomène est rencontré surtout dans les systèmes comportant les tuyaux en PVC annelé. Il est rencontré avec toutes les cultures et même dans des tuyaux posés depuis quelques mois à peine sur des terrains comportant une forte proportion de limon. Des essais sont en cours pour la mise au point d'un filtre préfabriqué et d'une pompe à vide.

#### b) Procédés et mesures

La communication n° 2 nous donne un aperçu sur de nouveaux procédés d'observation et de mesures adoptés dernièrement en Hongrie et dont la réglementation au niveau international est assez avancée. Tous les éléments dont l'observation continue est nécessaire pour l'exploitation des systèmes d'irrigation sont concernés par ces méthodes.

### c) Questions diverses

Signalons certaines études menées dans divers pays et rapportées par les auteurs ou les orateurs.

\* Les méthodes de mesure des efficiences du réseau, à la parcelle et de la station de pompage sont exposées dans la communication n° 15.

\* Le problème de l'optimisation de l'emploi du personnel disponible en fonction de l'ampleur du projet d'irrigation est traité dans la communication n° 24 où sont rappelées quelques conclusions tirées à partir d'une enquête à diffusion mondiale.

\* Les solutions apportées aux problèmes de salinisation pouvant se manifester sous deux formes (existence du sel à la surface du sol ou sel localisé dans le sous sol et résultant d'une irrigation excessive) nous sont décrites dans le rapport n° 31.

\* Les calculs numériques de l'écoulement souterrain pendant l'irrigation et la détermination des caractéristiques stochastiques de la fonction drainage nous sont respectivement décrits dans les rapports n° 12 et 17. Quant aux normes relatives à l'entretien des installations de drainage et aux moyens d'entretien mécanique de ces installations, ils nous sont décrits dans la communication n° 8. Pour sa part, le rapport n° 26 nous fournit une description des procédures particulières d'entretien des canaux en terre, matériel utilisé, organisation de l'exploitation et de l'entretien, personnel employé).

Il nous reste à souligner l'intervention du représentant de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) qui a tenu à rappeler les rapports étroits existants entre l'irrigation et le drainage d'une part, et la santé de l'homme d'autre part. Les principales recommandations devant être prises en compte peuvent se résumer comme suit :

— les effets du drainage sont très importants pour la santé de l'homme car il évite la stagnation de l'eau qui peut entraîner un certain nombre de maladies à l'homme ;

— le revêtement des canaux de transport doit nécessairement être appliqué avec un bon matériau pour éviter que ces canaux ne servent à transporter des vecteurs de maladies ;

— l'eau souterraine doit être de plus en plus utilisée pour permettre un maximum de circulation d'eau ;

— les conduites doivent être utilisées de préférence aux canaux à ciel ouvert pour le transport de l'eau et ce afin d'éviter le transport de vecteurs de maladies, certains vecteurs ne pouvant vivre qu'à l'air libre.

### B. QUESTIONS GENERALES :

Comme nous l'avons signalé précédemment, les questions d'ordre général traitant des problèmes d'organisation des utilisateurs (irrigants en particulier) et des administrations des projets d'irrigation et de drainage, de crédits réservés à l'entretien et à la maintenance des réseaux, de la conception de ces réseaux en fonction des conditions et contraintes spécifiques de chaque projet, enfin de la formation des cadres devant assurer l'exploitation et la maintenance des équipements réalisés, n'ont pas été souvent discutées par les auteurs et les orateurs. Plus même, il nous a semblé que l'importance qu'elles méritent qu'on leur accorde a été très sous estimée par rapport à l'intérêt attribué aux questions techniques particulières. Sur une quarantaine d'orateurs qui se sont succédés à la tribune, sept seulement ont soulevé ces questions d'ordre général et sur les cinquante deux rapports présentés au congrès, nous avons retenu, plus particulièrement, six qui abordaient ce type de questions. Il s'agit des rapports 1 — 3 — 23 — 36 — 42 et 46.

Des différentes communications et interventions, il se dégage un sentiment de sensibilisation générale chez les techniciens sur les problèmes d'exploitation et d'entretien, des réseaux. Malheureusement, le politique et le planificateur ne semblent pas encore avoir été assez sensibilisés pour permettre la redéfinition des priorités et la réorientation des objectifs à laquelle conduira cette nouvelle définition. Ce travail de sensibilisation des responsables politiques et des planificateurs devra être une des principales préoccupations des spécialistes de la question les années à venir. Des conférences et séminaires nationaux, régionaux, voir internationaux traitant spécialement de ces problèmes devraient faciliter la tâche aux techniciens et spécialistes et leur permettre de faire accorder aux fonctions exploitations et maintenance des réseaux ainsi qu'aux moyens que celles-ci nécessitent l'importance voulue.

Nous essayerons de rappeler dans ce qui suit les points qu'il nous a semblé avoir retenu le plus l'attention des congressistes.

## 1. PRINCIPES

Monsieur G. Papadopoulos de la Grèce, dans sa communication (N° 1) a retracé les principes généraux se rapportant au domaine de la gestion des projets de mise en valeur agricole. Il a dégagé, ainsi, quatre principes de base :

— égale importance à accorder au secteur exploitation d'une part et aux secteurs étude et réalisation du ou des projet (s) d'autre part ;

— l'exploitation d'un aménagement doit être prise dans sa forme complexe et ne doit pas se limiter au fonctionnement et à la maintenance des ouvrages ; elle doit nécessairement s'étendre au domaine de la mise en valeur, ce qui revient à dire que le fonctionnement des ouvrages techniques doit être considéré en étroite liaison avec le rendement et la vitalité du projet ;

— nécessité de traiter le projet de façon unifiée : les différents secteurs d'un projet (étude, construction, exploitation) doivent obligatoirement être gérés dans leur ensemble en tant qu'éléments inséparables d'un objectif unifié et non traités isolément, chaque secteur de son côté ;

— l'efficacité d'un projet doit être prise de façon globale, exploitation comprise.

La bonne conduite de la fonction exploitation découle de la définition de ses composantes. Celles-ci ont été décomposées comme suit par Monsieur A.H. Chakib d'Iran (rapport n° 20) :

- objectifs à réaliser ;
- organisation nécessaire pour atteindre ces objectifs ;
- animation des activités dans le cadre de cette organisation ;
- le contrôle des résultats obtenus et leur sanction (dans le sens général du terme).

Enfin, il est important de définir avec exactitude les fonctions exploitation et maintenance et d'arrêter les activités qui en découlent, activités que nous pouvons classer en quatre types (Messieurs Ch. Puyo et Z. M. Allard de la France, rapport n° 23) :

— entretien et surveillance des installations : vérification du bon état de fonctionnement des ouvrages, assurer le fonctionnement des installations et les surveiller pendant leur fonctionnement, assurer les réparations courantes en cas de défektivité ;

— gestion administrative et financière : relever les communications de chaque utilisateur, établir le relevé des quittances dues par chaque utilisateur, régler les dépens d'entretien, de répa-

ration et d'énergie, établir le compte d'exploitation pour la direction du projet ;

— conseils à apporter à la direction du projet en matière d'extension et d'amélioration nécessaires : conseils pour orienter les investissements complémentaires et les extensions du réseau, conseils pour améliorer le fonctionnement général du réseau en fonction des anomalies, conseils pour réaliser les équipements en vue d'améliorer l'automatisme des appareillages, conseils pour la mise en place d'appareils enregistreurs non prévus initialement, suggestions pour limiter ou supprimer les pertes d'eau et améliorer les rendements des groupes de pompage ;

— éventuellement, vulgarisation à assurer auprès des utilisateurs : mode d'utilisation du matériel mis à la disposition des irrigants, conduite rationnelle de l'irrigation, techniques culturales adaptées au mode d'irrigation employé etc...

## 2. UNICITE DE L'ADMINISTRATION DU PROJET :

La direction d'un périmètre d'irrigation comporte plusieurs tâches : études du projet, construction des ouvrages et réseaux, exploitation, gestion, maintenance de ces aménagements.

De l'analyse des différents cas rapportés par les auteurs et des diverses expériences vécues dans un grand nombre de pays, il ressort clairement que les différentes tâches découlant de la mise en service et du bon fonctionnement d'un système d'irrigation doivent nécessairement être confiées à un même organisme et ce depuis les études du projet jusqu'à la gestion, maintenance et modernisation des différents ouvrages composants le système. C'est une condition de réussite d'un projet dans son ensemble.

Du point de vue fonctionnement des ouvrages que comporte un système d'irrigation (ou de drainage), tous les intervenants (auteurs et orateurs) ont insisté sur la nécessité et l'obligation de voir attribuer à un seul et même service, pour un projet donné, les 3 fonctions gestion, exploitation et maintenance.\*

De plus, ce service doit nécessairement être constitué pendant l'aménagement du périmètre d'irrigation et ce dans le but d'assurer la formation des cadres (de maîtrise et d'encadrement) avant la mise en service du réseau d'une part et de

(\*) La fonction maintenance est dénommée par certains auteurs : entretien. Nous préférons, quant à nous, utiliser le terme maintenance dont le sens est plus général, alors que le terme entretien risque d'être pris dans un sens restrictif.

permettre aux équipes d'exploitation, de gestion et d'entretien de se constituer en fonction des données et contraintes du projet ainsi que des besoins qui en découlent.

Ces deux éléments sont essentiels (1 service remplissant les 3 fonctions et mise en place du service bien avant la mise en exploitation des réseaux) pour la bonne conduite des irrigations et la réussite de la mise en valeur recherchée et du projet dans son ensemble.

Monsieur Puyo et Allard dans leur communication (n° 23) décrivent l'importance de l'utilisation d'un service d'entretien et de gestion des installations comme un des gages de la réussite d'une opération de développement des irrigations et comme un des moyens les plus efficaces pour parvenir rapidement à une utilisation rationnelle et économique de l'eau.

Pour sa part, Monsieur Papadopoulos (rapport n° 1) a étudié deux systèmes de gestion : administration unifiée et administration multiple. Après analyse de tous les éléments dont les conditions de structure politique, économique et sociale de l'environnement du projet, il aboutit au choix du système d'administration unifiée comme système le mieux indiqué.

Tous les auteurs et orateurs ayant abordé cette question ont insisté sur la nécessité de l'adoption de ce système d'administration unifiée. Ce système a été retenu, dans de très nombreux cas, après diverses expériences et différentes évolutions opérées par étapes.

### 3. ASSOCIATIONS DE BENEFICIAIRES ET LEUR PARTICIPATION :

Dans de nombreux projets, l'administration du projet avait tendance, auparavant, à assurer directement la gestion, l'exploitation et la maintenance des réseaux au profit des bénéficiaires pris isolément. Ces 3 fonctions étaient assurées par l'administration du projet sur la totalité des ouvrages réalisés (ouvrages principaux, réseaux de transport et de distribution) et sans aucune participation des irrigants. Devant l'importance croissante des actions à entreprendre pour assurer le bon fonctionnement des installations et devant le désintérêt croissant des bénéficiaires, ce qui entraînait des dégradations de plus en plus fréquentes et coûteuses, la direction du projet était petit à petit dépassée.

La prise de conscience des bénéficiaires ne pouvait être obtenue que par leur organisation d'une part et par leur participation d'autre part, la constitution d'association d'irrigants ou la par-

ticipation de celles-ci aux côtés de l'administration du projet aux fonctions de gestion, exploitation et entretien des équipements, ne doit pas être compris comme un allègement des charges physiques et financières de l'administration, mais bien comme une promotion des bénéficiaires qui doivent exploiter et maintenir en bon état de fonctionnement un facteur primordial de production, à savoir, le réseau d'irrigation et le réseau de drainage. Le rôle et la contribution de ces bénéficiaires devra coller aux conditions particulières et contraintes spéciales du projet cadre légal, social, économique et culturel, paramètres techniques.

Dans leur rapport (n° 3) Messieurs Vlachos, Radojevich et Stogerbock des Etats-Unis ont précisé que la création d'associations d'utilisateurs devait être prise comme une alternative aux autres solutions purement techniques. Cette association est définie comme toute forme de relations entre les irrigants eux mêmes d'un côté et entre eux et l'organisme chargé de l'administration de projet de l'autre.

Il est bien évident que ces associations ne peuvent assurer la gestion, l'exploitation et la maintenance de l'ensemble des installations et ne peuvent, en aucun cas, se substituer à l'organisme dirigeant le projet. L'administration gardera ses fonctions et les associations auront les leurs. Nous pouvons rappeler les suggestions faites dans la communication marocaine (n° 46) ; l'organisme assurant l'administration du projet reste chargé de la gestion, exploitation et maintenance des ouvrages principaux et du réseau de transport alors que les associations d'utilisateurs seront chargées d'assurer ces mêmes fonctions au niveau des ouvrages et des réseaux de distribution, la coordination entre les deux intervenants restant une condition nécessaire de réussite.

### 4. LIAISON CONCEPTION. EXPLOITATION ET MAINTENANCE DU RESEAU :

Une bonne évaluation d'un projet doit tenir compte des coûts d'investissement d'une part, des coûts d'exploitations actualisés et des coûts d'entretien actualisés d'autre part. En effet, le coût d'investissement ne suffit plus pour déterminer la rentabilité d'un projet (le coût d'entretien actualisé se situe entre 70% à 100% du coût d'investissement pour les canaux). Monsieur P. Gilles de la République Fédérale d'Allemagne (rapport n° 36) a classé les facteurs influençant le coût final de l'entretien des canaux en deux catégories : facteurs invariables et facteurs variables, ces derniers pouvant changer après la construction de ces ca-

« nobles » et moins « enrichissant » que les études ou la surveillance des travaux. Il s'agit, donc de « décomplexer » les cadres d'une part, et de « rehausser » le métier d'exploitant d'une autre. La mobilité entre gestion — exploitation — maintenance d'un côté et étude de l'autre est nécessaire. Pour ce, il sera procédé au transfert des cadres ayant assuré les études vers l'exploitation.

### 7. PROBLEMES BUDGETAIRES

L'expérience vécue dans de nombreux pays a permis de constater le peu d'intérêt accordé jusqu'à ce jour par les gouvernements aux problèmes de gestion, d'exploitation et de maintenance des réseaux. En effet, la réalisation d'un nouveau projet est toujours plus alléchante que le maintien en bon état de marche d'autres installations déjà réalisées. On peut affirmer que, dans la majorité des cas où il a été nécessaire d'opérer un choix budgétaire entre la construction d'un nouveau projet et l'entretien d'autres projets en exploitation, les crédits ont été attribués à la réalisation du nouveau projet. Ceci est dû au fait que la mise en place d'un nouveau projet représente toujours un certain prestige ; le regard, ainsi, apporté à la maintenance d'installations en fonctionnement, ne représente pas, en fait, une économie mais, plutôt des dépenses en plus, dépenses qui pouvaient être minimisées. En effet, les dégradations qui suivront cette « non maintenance » représenteront, très souvent, des coûts plus élevés que les coûts entraînés par l'inflation due à un report d'échéancier d'un aménagement nouveau.

Les représentants de la BIRD se sont joints aux autres spécialistes de la question pour insister sur le fait que la priorité doit nécessairement être accordée à la maintenance des réseaux, en rappelant que le problème était surtout budgétaire mais non un problème technique. Il faut souligner, par ailleurs, que le peu d'importance accordée aux problèmes d'exploitation, d'entretien et de maintenance (cette faible importance découle des faibles crédits attribués à ces opérations) entraîne des effets cumulatifs désastreux. Citons, parmi ces effets, le mauvais attrait des ingénieurs et autres techniciens de haut niveau qui préfèrent se consacrer aux études et à la réalisation des travaux, fonctions représentant bien plus de prestige qu'une maintenance aléatoire et démunie de moyens. Ce qui est à l'origine du manque de compétence constatée dans ce secteur de la maintenance.

### III. CONCLUSIONS

Les questions traitées par les congressistes ont été très nombreuses. Elles ne peuvent pas être passées toutes en revue dans le présent article. Nous avons noté qu'une forte proportion de ces questions ont été abordées de façon descriptive. Cependant, malgré la pauvreté relative du matériel analytique, des recommandations, très importantes ont été dégagées.

Nous avons, dans ce qui précède, essayé de relater les questions techniques spécifiques qui nous ont paru les plus intéressantes d'une part, et de rapporter les recommandations du congrès sur les problèmes d'organisation et d'administration des projets d'irrigation et de drainage d'autre part.

Sur le plan technique, la tendance générale semble accorder une place particulière à l'automatisme qui connaît de nouveaux développements d'année en année. Par ailleurs, l'utilisation des modèles mathématiques et de l'informatique dans la simulation du fonctionnement des réseaux, dans l'élaboration des prévisions des besoins en eau et le recueil des informations relatives à l'exploitation et l'entretien est de plus en plus fréquente. Son intérêt a été fortement souligné.

La construction de réservoirs d'eau au niveau de l'exploitation (ou de la ferme) permettant l'amélioration de la distribution à la demande est de plus en plus utilisée sur le plan de la modernisation et de la remise en état des réseaux. Nous retiendrons qu'il est fait, très souvent, appel aux conduites enterrées munies des systèmes de régulation pour remplacer les canaux à ciel ouvert. Enfin, l'installation d'un réseau nouveau est fréquemment préférée à la remise en état d'un ancien réseau devenu vétuste.

Sur le plan administration des projets de mise en valeur, nous retiendrons le grand intérêt qui devrait être accordé, dans l'avenir, par les responsables politiques et les planificateurs aux problèmes de l'exploitation et de la maintenance des réseaux. Tous les moyens nécessaires dont les moyens financiers devraient être mis à la disposition des organismes administrant ces projets.

L'aménagement d'un périmètre ne doit pas être pris sous son seul aspect technique. C'est un élément d'une infrastructure beaucoup plus vaste ; dans ce sens, c'est sa forme complexe qui sera prise en considération (liaison interne entre les différents éléments du projet et répercussions des apports et contraintes de ce projet sur son environnement socio économique). Dans un projet donné, il sera accordé la même importance au secteur exploitation et au secteur étude — réalisation. ces

deux secteurs devant toujours restés liés dans toutes les étapes du projet (évaluation économique, conception, administration).

Notons, aussi, l'importance primordiale accordée à deux éléments considérés comme facteurs prépondérants pour la réussite du projet :

a) l'unicité de l'administration du projet, le centre de décision pour la direction et les interventions entrant dans le cadre des fonctions gestion, exploitation et maintenance des installations doit, obligatoirement, être unique ;

b) participation des bénéficiaires à l'administration (secteurs gestion, exploitation et mainte-

nance) du projet sans cette participation, il ne peut y avoir de résultats positifs importants.

Enfin, une attention particulière devra être apportée à la formation des cadres techniques et administratifs chargés de l'exploitation et de l'entretien, à la collecte de l'information relative à ces fonctions ainsi qu'au traitement et au mode d'utilisation de cette information, à la mise en place des indicateurs reflétant une image réelle du coût et des qualités de l'exploitation, ainsi qu'à la mise en place des méthodes modernes d'exploitation, enfin à la création d'un centre d'essais et atelier de réparation du matériel.



الشركة الجديدة للبناء العقاري

Sté. NOUVELLE DE CONSTRUCTION IMMOBILIERE

PROCEDE CAMUS une grande technique et le seul moyen pour assurer un logement à chaque citoyen

95 bis, Rue Colbert - C A S A B L A N C A - Tél. : 22.37.07 - 22.37.24 - 22.30.24

# TRANSFERT MASSIF D'EAU SUR DE LONGUES DISTANCES POUR LE DEVELOPPEMENT REGIONAL ET SES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

(Session spéciale)

par LAHBABI Mohamed \*

## INTRODUCTION :

Depuis très longtemps l'homme a procédé à de nombreux transferts d'eau interbassins et inter-régionales afin de subvenir aux besoins en eau de la zone déficitaire. Si jadis ces transferts d'eau étaient localisés et relativement importants, pendant ce dernier siècle ces projets sont devenus d'une très grande dimension tel que par Ex : les transferts projetés de la Sibérie au bassin de la mer d'ARAL en URSS qui sont de l'ordre de 100 milliards de m<sup>3</sup> au stade final. En outre dans certains cas les transferts d'eau ont été réalisés d'un pays à un autre voir même plusieurs. Il est vrai que dans plusieurs parties du monde il y a une inégale répartition des ressources en eau dans l'espace, le temps en quantité et en qualité. Il est vrai également que dans certaines opérations de régularisation hydraulique et de transfert l'avantage est procuré à la fois au bassin donneur qu'au bassin récepteur. Il est vrai aussi qu'en général ces projets de transferts ont un impact socio-économique très important dans le développement des régions désertiques et en particuliers arides et semi-arides. Mais il paraît opportun de se poser un certain nombre de questions et de marquer un point d'arrêt afin de faire la réflexion.

Est ce qu'on a d'abord épuisé toutes les ressources en eau qui sont mobilisables dans le bassin demandeur avant d'envisager l'apport d'eau d'un autre bassin ?

Est ce qu'on a toujours transféré uniquement le surplus d'eau du bassin donneur et dont on s'est préalablement assuré qu'il ne peut être économiquement utilisé à moindre coût dans le bassin d'origine même ?

Est ce que la notion de surplus d'eau est bien définie et connue de la part de tout le monde ?

Là où la région d'origine n'est pas encore développée, mais elle a un potentiel futur de demande d'eau, jusqu'à quelle limite devrait-on retenir de l'eau dans le bassin pour pourvoir à cette future demande ?

Est ce que les ressources de la région d'origine devraient être évaluées en utilisant les mêmes critères que pour la région déficitaire ?

Doit-on retenir le projet de développement de la région déficitaire parce qu'il est économiquement plus rentable qu'un autre projet de développement de la région d'origine en mobilisant le même potentiel d'eau ?

Est ce que les différents critères économiques servant de base pour le choix des projets de développement doivent être évalués de la même manière pour les deux Bassins ?

En d'autres termes on se pose finalement la question de base qui est de savoir s'il faut encourager le développement à proximité des ressources d'eau ou acheminer l'eau vers les endroits où se fait le développement ?

Ce sont là des questions que l'on se pose à l'heure actuelle et que l'on aimerait à travers les rapports et les projets réalisés de nos jours dans différents pays pouvoirs éclaircir et trouver les bases fondamentales régissant les transferts des eaux interbassins et intercontinents.

\* Ingénieur G.R., Chef de service à l'ORMVA du Souss Massa.

## COMPTE RENDU DES DIFFERENTES COMMUNICATIONS

Rapport n° 1 :

### les développements des projets de transfert d'eau à longues distances en Tchécoslovaquie

Le manque d'eau dans les régions minières est l'insuffisance des ressources en eau en qualité et quantité pour la population l'industrie et l'agriculture ont amené la Tchécoslovaquie depuis le 14ème siècle à procéder à des transferts d'eau.

Le projet le plus important est celui de Danube Oder — Elbe qui a pour objectif la protection des terres arables, des résidences et des aires industrielles contre les crues et l'amélioration de l'environnement.

L'idée de réaliser un canal de navigation reliant l'Elbe VLTANA et le DANUBE date du 14è siècle ; jusqu'à 1958 le projet du Danube était destiné uniquement à la navigation. Mais après on a pensé de transférer l'eau du Danube vers les bassins de MORAVA, Oder et Elbe, d'une part pour mettre à la disposition de la population de l'eau de bonne qualité et en permanence, d'autre part pour l'irrigation, l'industrie et là où l'eau polluée influe sur l'environnement.

L'analyse de l'économie nationale Tchèque prouve que l'on s'attend à une croissance de la production industrielle de l'énergie de l'agriculture et des autres besoins de la population conduisant à une situation à la fin de ce siècle où le total d'eau consommée sera égal au volume d'eau apporté en année sèche par tous les cours d'eaux existants sauf le Danube. Ainsi ce dernier représente la source supplémentaire vers une autre croissance de l'économie, d'autant plus qu'il présente un régime fluvial très favorable. Autrement dit le débit d'été du Danube est très grand, alors que pour les autres fleuves, le débit est au minimum.

Ainsi pendant cette période on peut prélever de l'eau pour l'amener vers les autres bassins sans que les autres pays riverains soient touchés, et que la navigation dans le Danube soit perturbée. Le débit prélevé est autour de 60 m<sup>3</sup>/S.

Soit  $5 \times 10^8$  m<sup>3</sup>/an ou 2% du volume annuel du fleuve.

Les transferts d'eau du Danube n'ont été toutefois envisagés que pour les périodes où le débit du fleuve excède 1200 m<sup>3</sup>/S en été et 900 m<sup>3</sup>/S en Hiver.

On pense que le coût du transfert d'eau à longue distance pourrait être réduit par l'addition

de Polymers tel que le polyacrylamide, le polyéthylène oxide etc. qui peuvent diminuer les pertes de friction et les pertes de charges dans les tuyaux et les canaux. On pense aussi que ces Polymers diminuent également le dragage. Le mécanisme de cette réduction n'est cependant pas entièrement expliqué. Il semblerait toutefois que la réduction des tourbillons le long des parois des canaux soit à l'origine de la diminution du dragage.

En Tchécoslovaquie on pense surtout à la transformation de certains projets à but unique en projets à buts multiples afin d'augmenter la possibilité d'exécution surtout si le coût marginal qui en découle est faible.

Rapport n° 2 :

### L'Expérience Californienne en matière de transport d'eau sur de longues distances

Aux Etats-Unis d'Amérique le transport de grandes quantités d'eau sur de longues distances est apparu au cours de l'histoire pour permettre le développement des régions arides ou semi-arides.

Les projets les plus importants se trouvent ainsi dans l'Ouest d'Amérique et surtout dans la région de Californie. Ces transferts d'eau ont été utilisés souvent pour l'alimentation des centres Urbains et pour l'irrigation des terres arides et semi-arides.

Au milieu du 16è siècle l'Etat de Californie n'était qu'une région désertique où vivaient quelques dizaines de milliers d'indiens. Aujourd'hui cet état compte 21,5 millions d'habitants qui vivent surtout de l'agriculture irriguée.

Ainsi toute une série de projets de transfert d'eau ont été construits parmi lesquels on peut citer l'Aqueduc de Los Angeles depuis la vallée d'Owens en 1913, l'Aqueduc de la rivière Colorado en 1941, l'Aqueduc de Californie depuis la Californie du nord en 1972 et l'Aqueduc de la cité de San Francisco à partir des montagnes Sierra Nevada à l'Est.

Dans ce rapport l'auteur insiste surtout sur les transferts d'eau pour le développement économique d'une part de la Californie du Sud qui est largement peuplée, urbaine et industrielle et d'autre part pour la grande plaine agricole San Joaquin.

A travers l'histoire de la Californie du sud on constate un très rapide développement de cette région et surtout de la ville de LOS ANGELES depuis le premier peuplement espagnol qui ne dépassait guère 9000 Hts jusqu'aujourd'hui où on

enregistre une population de plus de 11 millions d'Hts.

Au milieu du 19<sup>e</sup> siècle toutes les ressources locales en eau y compris les eaux souterraines ont été déjà mobilisées. L'Aqueduc alimentant Los Angeles à partir de l'Owens Valley n'a pas entièrement résolu le problème du manque d'eau pour toute la Californie du Sud. Ainsi en 1972 une Fondation appelée Metropolitan water District a été créée en vue de procéder aux transferts de l'eau au début en 1941 à partir de la rivière de Colorado soit 390 km et plus tard à partir de la Californie du Nord.

La vallée de San Joaquin qui représente la moitié Sud de la grande vallée centrale de Californie fut développée après la Ruée vers l'or de 1848 et 1849. Des chercheurs d'or déçus se reconvertirent dans l'Agriculture, creusent des canaux d'irrigation pour leurs cultures. Les rivières intermittentes furent développées et rapidement saturées. Pour répondre aux besoins supplémentaires, l'aménagement de la vallée centrale fut réalisé en 1935 par l'U.S. Bureau Of Réclamation.

Après l'achèvement de ces grands projets de transferts d'eau aux U.S.A. et à la suite des réclamations d'un certain nombre d'Etats exportateurs d'eau et d'écologistes, une commission nationale de l'eau a été créée qui a abouti en 1973 après 5 années d'études aux recommandations suivantes :

— La région d'origine doit bénéficier d'une compensation monétaire pour le transfert de l'eau.

— La région bénéficiaire de l'eau doit payer tous les investissements pour le projet, la maintenance ainsi que la compensation monétaire au bassin d'origine.

Rapport n° 3 :

### Transferts d'eau massifs à grande distance en France

La législation Française parle des doubles notions de propriété conjointe des eaux et du sol et de la solidarité de tous ceux qui peuvent user d'un bien dont le caractère général est la mobilité naturelle. Ainsi depuis toujours cette solidarité s'est manifestée par la création d'Associations qui sont appelées dernièrement « Comité de Bassin ». Ce sont des Etablissements Publics dotés d'un conseil d'Administration et de moyens Financiers réunissant aussi les représentants de tous les usagers de l'eau d'un ensemble fluvial.

Les principaux transferts d'eau en France qui ont été réalisés à nos jours sont :

1 — Utilisation des eaux de la Neste et de la Garonne par le biais d'un Canal gravitaire de 27 km de long et d'un débit de 18 m<sup>3</sup>/s ayant pour objectif :

- permettre l'alimentation en eau des hommes et des animaux de la région.
- permettre le développement des irrigations sur une surface de 100.000 ha.
- améliorer les conditions d'hygiène et lutter contre la pollution par un relèvement des étiages des affluents de la Garonne.

2 — Transfert d'eau dans le bassin ARTOIS Picardie ayant pour objectifs :

- Conserver les eaux des nappes pour satisfaire les besoins en eau potable.
- Réduire la consommation en eau de certains ouvrages, notamment celle due à la navigation.
- Transférer gravitairement ou par pompage les eaux d'un bassin excédentaire vers un bassin déficitaire.

3 — Utilisation de l'eau de la Durance et du Verdon.

Depuis le 12<sup>e</sup> siècle il y a eu la réalisation de nombreux canaux d'irrigation gravitaires dans l'ensemble du bassin de la Durance. Mais depuis 1949 il ya eu des aménagements d'ensemble destinés à améliorer les utilisations de l'eau dans le bassin et à développer les transferts au dehors notamment :

— la création de grands barrages de retenue à usage énergétique ainsi que pour les besoins de l'irrigation et de l'alimentation en eau des populations et des industries.

— Réalisation d'un ensemble de barrage de prise, de canaux et de centrales hydro-électriques dans la moyenne et la basse vallée de la Durance et sur le Verdon.

— Construction du canal de Provence (40 m<sup>3</sup>/S pour les bassins urbains, des industries de Marseille et les bassins agricoles et ruraux (60.000 ha).

La distribution sous pression à la demande sur les réseaux et la régulation dynamique des ouvrages de transport maintient de manière automatique le mouvement des eaux en tout point.

Tous ces transferts d'eau ont été institués par un certain nombre de lois notamment :

- Le décret relatif à l'utilisation des eaux de la Neste et de la Garonne qui prévoit le main-

tien d'un débit minimum de 4 m<sup>3</sup>/s dans la basse Neste.

• La loi du 5 Avril 1923 relative aux Aménagements effectués dans les départements des bouches du Rhône, du Var, et du Vaucluse aux moyens des eaux du Verdon. Cette loi prévoit la constitution de réserves en vue d'assurer aux canaux existants sur le Verdon à l'aval du prélèvement nouveau et sur la Durance en aval du confluent du Verdon la jouissance intégrale de leurs dotations.

La loi du 5 Janvier 1955 relative à l'aménagement de la Durance et permettant à l'EDF d'utiliser le potentiel énergétique de ce fleuve pour la production d'énergie électrique.

Des organismes de gestion des ressources hydrauliques ont été créés en France dont les plus typiques sont particulièrement :

— Dans le Nord, un arrêté préfectoral a chargé MM. les Ingénieurs en Chef du contrôle de Wateringues et du Service des voies navigables de l'application des règlements de prises d'eau agricoles et industrielles.

— La gestion du Canal de la Neste est assurée par un Service Spécial du Ministère de l'Agriculture.

— En Durance c'est la « Commission de gestion des réserves agricoles de la Durance et du Verdon ».

— Les sociétés d'Economie mixte d'Aménagement régional créées pour promouvoir le développement des régions par la réalisation de grandes infrastructures hydrauliques assurent également la gestion des eaux dans leur périmètre.

Parmi les problèmes d'environnement créés ou résolus par les transferts d'eau en France on peut noter :

— Dans le nord les transferts permettant l'amélioration des étiages et de lutter en partie contre la pollution industrielle.

— Dans le bassin de la Garonne, on assure un minimum de débit dans les rivières normalement à sec en été et évitant ainsi que celles-ci se transforment en simples égoûts des eaux usées des villes et des villages.

— En Durance au contraire les transferts risquent de compromettre gravement les conditions du milieu, ainsi on s'impose de

- réalimenter la nappe alluviale de la Durance.
- de maintenir les irrigations par pompage.

Rapport n° 4 :

### Transfert d'Eau au Canada

Au Canada on remarque que 90% de la population est installée au Sud du pays alors que 60% des eaux des rivières sont situées vers le Nord. Ceci crée un grand déséquilibre entre les ressources hydrauliques et le développement économique de chaque région du pays. Ceci a conduit les responsables du Canada à procéder à de nombreux transferts d'eaux interbassins, qui ont eu généralement pour objectif la production d'énergie électrique.

En outre le canal de Têlos dans la Maine — USA construit pour transférer les eaux du lac de Chambulein vers la rivière Penobscot a été à l'origine des conflits entre le Canada et les U.S.A à propos de transferts des eaux situées le long de la frontière, ce qui aboutit en 1909 à l'Institution d'un traité entre les deux pays.

On souligne quelques effets sur l'environnement causés par les transferts d'eau notamment la baisse de la croissance des poissons et l'introduction d'autres espèces indésirables.

Rapport n° 5 :

### Transfert d'eau du Bassin du Danube au Bassin du RHIN.

L'Etat fédéral de Bavière est traversé par la ligne de partage des eaux séparant le bassin du Rhin au Nord et le bassin du Danube au Sud. Le premier bénéficie de conditions hydrographiques moins favorables que celui du Danube. Ceci s'explique par un climat plus chaud, par des précipitations moins élevées, par l'absence de nappes phréatiques de qualité et par la consommation élevée d'eau potable de cette région densément peuplée. Le déficit des besoins en eau enregistré aux cours de périodes des basses eaux sera comblé par le transfert de l'eau excédentaire des bassins du Danube. Ce projet va stimuler le développement économique de cette région en permettant en particulier l'installation de centrales atomiques le long du Main et améliorera la qualité de l'eau du système Main - Rhin.

L'Eau ne sera pompée dans le Danube que lorsque la baisse du niveau porte préjudice à la navigation en Aval. Des réservoirs seront également construits pour permettre de régulariser les eaux du Danube qui seront relâchées ensuite selon le programme des demandes.

Rapport n° 6 :

**Massive dérivation d'eau d'une région à l'autre dans les montagnes neigeuses en Australie.**

Un des plus grands Travaux entrepris en Australie fut la réalisation du projet d'aménagement des montagnes neigeuses ; en période de pointe ce projet fournit une capacité hydroélectrique de 3740 MW par le détournement et la régularisation de 2.300 millions m<sup>3</sup> d'eau par an, pour l'irrigation et l'approvisionnement urbain.

Les études de l'aménagement furent orientées pour augmenter le potentiel des eaux de la région sur la base que l'investissement pour le projet serait repayé uniquement par le revenu de la production d'électricité. L'eau est utilisée également pour l'irrigation qui est fournie sans charges aux utilisateurs.

L'aménagement comprend 15 grands barrages, 7 centrales électriques, 2 stations de pompage, 135 km de tunnels et 76 km d'aqueducs.

Des conventions légales agréées entre les états riverains et le gouvernement fédéral ont été instituées en ce qui concerne la construction, l'exploitation, les aménagements financiers, la distribution des eaux et de l'électricité, trois organisations pour l'irrigation et trois autres pour l'électricité ont été constituées pour l'exploitation de l'aménagement.

Rapport 7 :

**Le Projet de développement du Tharthar et le transfert d'eau en grande Mésopotamie.**

Le Tigre, l'Euphrate, et leurs affluents constituent la première ressource d'eau pour l'Irak. Le tigre déborde normalement pendant l'hiver et le printemps à cause des pluies et de la fonte des neiges, ceci provoquent des inondations sur une vaste superficie du pays.

L'eau disponible dans l'Euphrate est considérablement diminuée par le développement des réservoirs en amont en Turquie et en Syrie.

Ainsi le projet d'aménagement du Tharthar est conçu pour le transfert des eaux selon les phases suivantes :

- 1 — Du Tigre vers le lac de Tharthar
- 2 — Du Tigre vers l'Euphrate par le lac
- 3 — Du Tharthar vers le Tigre.

Le gouvernement de l'Irak s'est engagé dans les projets d'irrigation intensive, de contrôle des crues et de drainage sur les deux bassins du Tigre et de l'Euphrate.

La première étape du projet a été achevée en 1956 dont les principaux éléments sont : le barrage de Sammara sur le tigre, le canal du Tigre Tharthar de 64 km de long.

La deuxième étape qui a été achevée en 1976 comporte le canal Tharthar — Euphrate de 37,5 km de long et de débit 1100 m<sup>3</sup>/s, dont 500 m<sup>3</sup>/s seront déversés dans l'Euphrate et 600 m<sup>3</sup>/s dans le Tigre au moyen d'un canal de 65 km qui représente la troisième étape.

Le lac Tharthar d'une capacité de 58,4 milliards de m<sup>3</sup> est utilisé comme réservoir pour l'irrigation et contrôle le déplacement des dunes. Le sable venant du désert à l'Ouest. Ces dépôts affectent cependant la qualité de l'eau qui devient saline.

Le lac a également de bonnes potentialités pour la pisciculture.

Rapport n° 8 :

**L'Impact social - économique et de l'environnement du projet Jonglei canal au Soudan.**

C'est l'un des projets entrepris par le Soudan pour utiliser sa part d'eau du Nil qui est 22% de la moyenne annuelle de l'eau sortant de l'AS WAN. L'aménagement consiste à drainer une partie des marécages et marais dans la partie sud du Soudan, sur les Tributaires en Amont du Nil Blanc. Un canal long de 280 km sera construit de Jonglei sur la rivière ATEM jusqu'à un point proche de la confluence de la rivière Sobat avec le Nil. Les objectifs de ce projet sont le contrôle des inondations, l'amélioration de la navigation, l'irrigation de 200.000 feddans et l'approvisionnement en eau pour les besoins domestiques et l'élevage. Ce projet a un impact social très important sur le développement de la région et l'amélioration des conditions de vie des habitants.

Rapport n° 9 :

**Le rôle du transfert d'eau pour le développement Régional et ses effets sur l'environnement Humain en Inde.**

En Inde l'agriculture est le secteur le plus important, et occupe 70% de la population active. Cette activité contribue pour 50 % dans la croissance de la production nationale. Les conditions climatiques et géographiques de ce pays font que l'agriculture n'est pas possible sans l'irrigation

Les principales ressources hydrauliques sont situées au Nord-est de l'Inde alors que le Nord

Ouest est une zone pratiquement désertique (Rajasthan Desert).

Ceci a conduit les responsables du pays à procéder à plusieurs transferts d'eau depuis très longtemps, mais malgré tout il reste encore la moitié du potentiel d'irrigation à développer. Ceci reste encore le principal objectif de ces transferts d'eau en flux de l'alimentation en eau pour usages domestiques.

Rapport n° 10 :

**Le problème de transfert d'eau partiel des Torrents Sibériens vers l'Asie Centrale et le Kazakhstan (URSS.).**

Les déficiences en eau dans l'Asie Centrale et le Kaza Khstan ont été évaluées entre 25 km<sup>3</sup>/an à 60 km<sup>3</sup>/an vers 1990. Ces déficiences seront comblées par le transfert de l'eau à partir des rivières Ob et Yenisei sur une distance de 22.73 km.

Cette eau servira essentiellement à l'irrigation les usages domestiques et industriels.

Un super-canal sera construit et aura pour capacité de transport 2.400 m<sup>3</sup>/s.

Ce projet aura des conséquences insignifiantes sur l'environnement et très peu d'influence sur l'écoulement normal de ces deux rivières.

Cet aménagement a été inscrit dans le programme du développement économique du gouvernement Russe pour la période de 1976 à 1980 et a été approuvé par le 25<sup>e</sup> Congrès du parti communiste Russe.

## CONCLUSION :

A la lumière des rapports résumés précédemment on peut tout d'abord remarquer que les transferts des eaux sur de longues distances touchent plusieurs parties du monde. On est à peu près d'accord que ces projets de transferts interbassins réalisés jusqu'à présent ont été très satisfaisants et ont eu un impact socio-économique très important. Toutefois en général ces projets ont mis beaucoup de temps pour avoir l'approbation des instances concernées d'une part, par leur considération qui est très importante d'autre part, par les procédures législatives qui découlent de la réalisation de ces projets.

A travers tous ces rapports on peut noter que les utilisations de l'eau sont innombrables. Cependant les usages qui ont rendus nécessaires de grands transferts se rattachent à trois objectifs principaux

- La production d'énergie
- La production agricole par le biais de l'irrigation,
- L'alimentation en eau pour les besoins domestiques de l'homme et des animaux.

Les problèmes d'environnement ont été souvent négligés et n'ont pas été d'ailleurs des motifs puissants pour la réalisation de ces transferts.

En général ils apparaissent à la fin de l'aménagement et au courant de l'exploitation soit dans la région importatrice ou celle exportatrice.

Rares sont les projets qui ont essayé d'intégrer dans l'aménagement le développement de la région excédentaire. Cette dernière doit également bénéficier du projet de transfert d'eau sous la forme de contrôle d'inondation, approvisionnement en eau aménagements de loisirs, de tourisme et développement de la pêche. Aux USA où quelques projets de transferts d'eau ont soulevé pas mal de critiques et des conflits au moment de la gestion, l'Etat Américain a institué une loi de compensation monétaire pour le bassin d'origine qui en fait ne résoud pas entièrement le problème.

En France également on a vu apparaître la création de comités de Bassins qui ont essayé jusqu'à présent de sauvegarder un certain potentiel d'eau dans la région excédentaire.

Il est certain que jadis dans toutes les parties du monde le développement et la mobilisation des ressources hydrauliques étaient encore relativement faibles mais aujourd'hui où la croissance de la population ainsi que le développement économique ont atteint dans certaines régions des dimensions assez importantes, les projets de transferts des eaux soulèveront à l'avenir pas mal de critiques et voir même des conflits sociaux qui risqueront d'être graves.

Ainsi il paraît particulièrement important d'utiliser une évaluation rigoureuse de transfert interbassin qui prenne en considération tous les critères économiques, d'environnement et sociaux des deux bassins celui d'origine et celui de déficience.

Il est nécessaire de rassembler des informations et des dates fondamentales très détaillées avant de commencer les plans d'un projet.

Il faudra peut être favoriser la recherche des procédés qui requièrent moins d'eau et déterminer les valeurs de l'environnement à préserver ou à relever en cours de développement.

Les principes de base des transferts des eaux doivent être particulièrement bien respectés :

1 — Les besoins présents et futurs du bassin exportateurs doivent être raisonnablement détermi-

nés et entièrement satisfaits afin que l'eau exportée soit réellement le surplus.

2 — La demande du bassin déficitaire doit être réduite au minimum par la mobilisation très poussée des ressources hydrauliques propres à la région.

On aurait souhaité lors de cette session spéciale étudier les aspects économiques de ces projets, notamment la détermination des critères d'évaluation économique servant de base dans le choix de ces projets.

Les aspects juridiques aussi ont été très peu discutés, alors qu'en général ce sont des problèmes qui se posent et qui rendent difficile la réalisation de ces transferts des eaux. Dans certains cas ces travaux intéressent deux ou plusieurs pays et il aurait été souhaitable d'établir les bases d'un traité international à ce sujet. Jusqu'à présent les différents cas qui se sont présentés ont été résolus par accord entre les Etats concernés mais il serait intéressant qu'une loi internationale régie les transferts des eaux intercontinentaux.

---

**S. T. A. I. P.**

**Société des Travaux Agricoles Industriels  
et Publics**

CASABLANCA - 6, RUE D'ARCACHON

Tél. : 413-95

**Tous Travaux Défrichement, de Sous-Solage  
de Nivellement et de Drainage**

## BIBLIOGRAPHIES ANALYTIQUES

de la question 33 : Evaluation économique des projets d'irrigation

et de la question 35 : Exploitation et entretien des réseaux d'irrigation et de drainage.

Devant la masse des documents présentés au 10<sup>e</sup> Congrès International des Irrigations et du Drainage d'Athènes, et vu l'intérêt scientifique et la valeur des informations contenues dans ces rapports, l'ANAFID a jugé utile de présenter sous forme de résumés analytiques une bibliographie concernant les questions 33 et 35. Nous essayerons de présenter le même travail se rapportant à la question 34 lors d'un prochain numéro.

Ce travail n'a aucune valeur critique. C'est une simple présentation des rapports composant les questions traitées lors du Congrès, présentation dont le but est d'informer les lecteurs de notre revue et de leur permettre de prendre connaissance si besoin est, des différents rapports, à la bibliothèque de l'ANAFID, à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat.

Nous attirons l'attention des lecteurs, que pour la consultation des documents précités, il faut rappeler les références suivantes : les numéros 33 et 35 réfèrent aux questions traitées. R signifie : rapport et, est suivi du numéro d'ordre allant de 1 à 52.

## BIBLIOGRAPHIE DE LA QUESTION 33 :

### « L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES PROJETS D'IRRIGATION ÉTUDES GÉNÉRALES ET ÉTUDES DES CAS SUR LES EFFETS ÉCONOMIQUES ET SUR L'ENVIRONNEMENT »

par

CHIGUER Ahmed \*

33 R<sub>1</sub> :

Zeki DEHIRCI et Yilmaz YAPICI (Turquie) —  
*EVALUATION ÉCONOMIQUE DES PROJETS DE MISE EN VALEUR ET LES TRAVAUX DES AMÉLIORATIONS FONCIÈRES DE TOKAT EN TURQUIE.* p. 1 - 14.

La communication a pour objet la mise en valeur agricole en Turquie, de la nécessité du développement agricole pour de meilleures conditions de vie et une redistribution plus équitable du revenu.

Le déficit hydrique est un facteur important de la planification de l'irrigation qui doit être maintenu à un certain niveau pour limiter la baisse du rendement. La Turquie dispose de 8,5 Millions d'hectares irrigables dont 2 Millions d'irrigués.

Le rapport décrit le projet de mise en valeur de Tokat (22.000 ha) situé dans la partie septentrionale de Turquie et de ses conséquences bénéfiques :

- augmentation du revenu national et amélioration du niveau de vie.
- résolution du problème de travail.

Le problème essentiel restant est celui de la commercialisation des produits agricoles.

33 R<sub>2</sub> :

MM. SARKISOV (URSS) — *EFFICACITÉ ÉCONOMIQUE DE LA CONSTRUCTION DU CANAL LENIN DE KARAKOUM DANS LA RÉPUBLIQUE SOCIALISTE SOVIÉTIQUE DE TURKMÉNIE.* p. 15 - 27.

La communication a pour objet l'aménagement intégrée des zones arides dont l'eau est transportée sur 900 km par le canal de Karakoum pour irriguer 506.000

(\*) Ingénieur du Génie Rural à l'office Régional de mise en valeur Agricole du Loukkos.

(\*) Ingénieur G.R. à l'ORMVA du Loukkos.

ha. Les objectifs de mise en valeur sont de satisfaire les besoins internes de la population en produits alimentaires, la production du coton, du raisin, de la fibre de soie et des peaux d'astrakan. Les problèmes principaux envisagés pour l'optimisation du projet sont :

- La dynamique des pertes par filtration.
- La mise au point des recommandations des paramètres hydrauliques du canal.
- La construction de la prise d'eau en tête et régulation du débit solide.
- Création de l'ensemble des travaux d'aménagement hydro-agricole visant la mise en valeur des terres incultes et d'augmenter l'approvisionnement en eau des terres traditionnellement irriguées.
- Phyto et bio-amélioration.
- Réserves d'augmentation de l'efficacité de la culture irriguée.
- Réalisation des recherches agroclimatiques, pédologiques, hydrogéologiques...

33 R<sub>3</sub> :

B. DUSSART, J.L. JANIN, B. PLOUX et L. ROLLAND (France). — *INCIDENCE DE LA MÉCANISATION DES IRRIGATIONS SUR LE PRIX DE REVIENT DES ARROSAGES ET SUR LES CHARGES DE MAIN D'ŒUVRE.* p. 29 - 101.

Les auteurs ont cherché à définir et à évaluer dans un certain nombre de cas réels français l'incidence de la mécanisation des irrigations sur le prix de revient des arrosages, d'une façon telle que d'autres personnes puissent éventuellement appliquer leur propre raisonnement avec des données agronomiques climatiques et économiques valables pour d'autres pays et comparer les résultats.

Le rapport comporte des fiches descriptives des équipements utilisés dans les études qui ont été regroupés en 8 catégories, ainsi que les fiches descriptives de 19 variantes étudiées.

Les résultats sont présentés à l'aide de tableaux et de graphiques de décomposition des investissements et des charges pour les variantes d'équipement de chaque exploitation et par deux graphiques de synthèse pour la comparaison des solutions de mécanisation des irrigations.

33 R<sub>4</sub> :

J. de MONTGOLFIER (France). — *EMPLOI DE L'IRRIGATION POUR LA PROTECTION DE LA FORET MEDITERRANEENNE*. p. 103 - 113.

L'expérience décrite a été entreprise par le CTGREF (France) et a pour but de tester l'intérêt que représente l'apport des doses d'irrigation localisées pour la constitution du pare-feu arborés. Le rapport insiste principalement sur les motifs qui ont fait entreprendre cette étude et les justifications économiques d'investissements dont la « rentabilité » au sens classique, n'est pas évidente car actuellement la production marchande est quasiment nulle du moins dans le Sud de la France. Mais les investissements réalisés pour protéger et reconstituer cette forêt se justifient à partir d'une étude des fonctions que remplissent les forêts et des espaces boisés en général et d'où découlent les principes généraux d'action qui s'appliquent à la constitution de pare-feu arborés.

Le rapport décrit l'expérimentation mise en place, en ayant recours aux techniques d'irrigation localisées pour constituer de tels pare-feu.

33 R<sub>5</sub> :

J.M. BOUSSARD (France). — *CACUL DES EFFETS INDUITS D'UN PROJET D'IRRIGATION* p. 115 - 142.

Le rapport a pour objet le calcul des effets induits d'un projet d'irrigation du Sud-Ouest français. Ce calcul se fait à partir d'un tableau d'échange inter-industriel. Les résultats varient suivant les méthodes de calcul et les hypothèses faites sur les accroissements de consommations finales attendue de la mise en œuvre du projet.

Le rapport: valeur ajoutée directe/valeur ajoutée induite, est cependant toujours très grand (de 2 à 25). Toutefois le même rapport, sous les mêmes hypothèses, est encore bien plus élevé dans le cas d'un projet industriel (siderurgie ou automobile par exemple).

Dans ces conditions, il paraît difficile de croire que l'ampleur des effets puisse servir à justifier un projet dont la rentabilité directe serait par ailleurs insuffisante.

33 R<sub>6</sub> :

E. KLEINMANN (France). — *EVALUATION ECONOMIQUE DES PROJETS D'IRRIGATION, HAUSSE DES COÛTS D'INVESTISSEMENT CAUSES ET CONSEQUENCES*. p. 143 - 160.

Parmi les actions de développement rural, les projets d'irrigations se caractérisent, entre autres, par l'importance des investissements mis en jeu. La hausse très rapide des coûts d'investissement observable de-

puis quelques années a pour conséquence non seulement un déséquilibre économique mais de mettre en cause également la reproduction des systèmes sans subvention. Une telle situation risque d'entraîner des conséquences graves pour la conception des aménagements (choix des cultures, mode de gestion, place des agriculteurs dans le système).

La communication analyse ces éléments pour un certain nombre de projets situés dans le sahel africain et permettent de dégager quelques indications sur les axes de recherche pouvant aboutir à une baisse des coûts.

33 R<sub>7</sub> :

A.S. EMADI J. AMIRVAFAI (Iran). — *EVALUATION ECONOMIQUE DU PROJET DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES HYDRAULIQUES DANS LA REGION DE GORGAN ET DASHT*. p. 161 - 174.

Le rapport traite d'une évaluation économique du projet de Gorgan et Dash qui a été faite pour estimer l'intérêt social et les frais du développement des sources d'eau. Cette évaluation est basée sur le concept: profits et frais. Ce concept est modifié pour tenir compte de l'existence de multiples buts nationaux et les déséquilibres structureux de l'économie du projet. Ainsi dans l'évaluation des profits et des frais on a tenu compte des facteurs suivants:

- le taux social domestique,
- l'opportunité du coût du capital,
- le réinvestissement d'une certaine partie des profits du projet,
- L'effet du projet sur la balance des paiements.

Les auteurs décrivent le développement du projet en question qui particulièrement comprend un nouveau mode d'irrigation permettant un élargissement des terrains irrigués pour la même quantité d'eau. Corrélativement, avec l'établissement des services respectifs, résultat du progrès des cultures, la production agricole augmentera d'une façon substantielle.

33 R<sub>8</sub> :

H. ASHRAFI (Iran). — *EVALUATION ECONOMIQUE DU PROJET D'IRRIGATION DASHT MOGHAN-ETUDES ELABOREES ET ETUDES DE CAS D'ASPECT ECONOMIE ET D'ENVIRONNEMENT*. p. 175 - 195.

La communication a pour objet les actions d'exploitation intégrale des ressources d'eau et l'amélioration des conditions de vie des régions frontalières entre l'Iran et l'Union Soviétique résultant du protocole de coopération technique et économique conclu entre les deux pays en 1963.

Les programmes d'exécution comprenaient la construction d'un barrage de retenue et un barrage de dérivation, puis le projet d'un grand réseau d'irrigation.

La part d'Iran sur les eaux de la rivière d'ARAS a eu des conséquences brillantes de sorte que l'exécution des projets étendus est apparue indubitable. Le

gouvernement Iranien a ainsi mis à la disposition des organisations d'exécution plus de 50% des crédits d'investissement pour les machines nécessaires aux services publics comprenant la construction des logements des bâtiments administratifs et d'autres installations semblables.

33 R<sub>9</sub> :

BAHRAM YAZDANY (Iran). — *EVALUATION ECONOMIQUE DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE DANS LA PLAINE DE GARMSAR, DU POINT DE VUE NATIONAL ET REGIONAL*. p. 197 - 210.

L'auteur décrit le plan de développement pour la région de Garmsar et de ses objectifs. Ce plan vise :

- une production accrue en conformité avec les besoins
- une meilleure contribution de la région au revenu national,
- l'amélioration du statut social des agriculteurs par l'expansion de la superficie irriguée, par le développement des modèles de production actuels pour les secteurs d'élevage et agricole et par la formation des institutions pour viser la coordination de toutes les activités exigées.

En conséquence la moyenne annuelle en superficie cultivée passera de 14.000 ha à 18.000 ha. Ce plan est préparé par l'Iran avec l'assistance de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

R<sub>10</sub> :

François ETTORI (France). — *EVALUATION ECONOMIQUE DES PROJETS D'IRRIGATION, METHODE DE CHOIX DES CULTURES IRRIGUEES SOUMISES A UN ACCIDENT ALEATOIRE — (PRESENTE AU TITRE DU MAROC)*, p. 211-232.

Ce rapport présente une méthode d'analyse micro-économique permettant de choisir, pour l'aménagement à terme d'un périmètre irrigué (Plaine du Gharb) au Maroc, entre plusieurs cultures concurrentes dont l'une (la canne à sucre) est soumise à un gel aléatoire affectant les avantages et les coûts de la production agricole. Un modèle permet de calculer les fréquences maximum de gel au dessus desquelles le bénéfice annuel moyen de la canne à sucre est inférieur à celui de chaque autre culture pouvant lui être substituée. Ces cultures étant déterminées par les contraintes pédologiques et les besoins agricoles du pays.

La sensibilité des résultats et des choix à la valeur attribuée au sucre produit est analysée et montre l'influence primordiale de ce paramètre.

La connaissance des lignes iso-fréquentielles de gel permet alors de délimiter les zones du périmètre à affecter à chacune des cultures.

33 R<sub>11</sub> :

Frantisek KULHAVY (Tchécoslovaquie). — *LA COMPLEXITE DE L'EVALUATION ECONOMIQUE DES PROJETS D'OUVRAGES D'AMELIORATION*. p. 233-249.

La communication décrit une méthode d'évaluation économique des projets d'ouvrages dite: l'indice « nette

valeur actuelle » permettant ainsi un choix optimal entre des variantes d'ouvrages aboutissant au même effet final. Plus récemment cette méthode fut remplacée par celle du rendement global escompté des frais de capital offrant plusieurs éléments économiques positifs pour le choix optimal de la conception technique générale et la détermination des coordonnées fondamentales des ouvrages respectifs.

L'indice « nette valeur actuelle » est défini comme valeur actuelle nette des revenus financiers de l'investissement, escomptés au taux du prix du capital de l'entreprise, au moment de la sortie unique du capital diminué de la valeur de cette sortie du capital. En comparant plusieurs variantes, c'est celle avec la valeur nette actuelle maximale qui est la plus avantageuse.

L'indice du rendement global escompté des frais du capital, pour optimiser les solutions technico-économiques des ouvrages, est basé sur les mêmes principes, mais offre l'avantage qu'à l'aide d'un calcul simple nous pouvons déterminer l'indice défini par les prescriptions en vigueur.

33<sub>12</sub> :

J.B. DOWNS (England). — *METHODES D'EVALUATION ECONOMIQUE - L'IRRIGATION EST-ELLE UN CAS PARTICULIER*. p. 251-258.

Ce rapport examine la base de l'évaluation économique des systèmes d'irrigation, était une comparaison entre les calculs théoriques et les résultats pratiques et conclut (basé sur un échantillon limité) qu'en ce qui concerne les systèmes d'irrigation de grande envergure, il s'agit d'un cas particulier qui peut exiger, lors de l'analyse des avantages économiques, une méthode d'évaluation tout à fait différente.

Ce rapport s'appuie sur des données publiées au sujet du projet Gezira et traite particulièrement des principes qui sont appliqués à l'évaluation des systèmes d'irrigation plutôt que des calculs détaillés.

L'auteur suggère que si les économistes jugent que les réflexions contenues dans ce rapport sont valables, ils pourraient rechercher une méthode d'évaluation nouvelle en ce qui concerne les systèmes d'irrigation de grande surface.

33 R<sub>13</sub> :

G.R. EFSTRATIADIS (Grèce). — *RAPPORT COUT-BENEFICE ET TAUX DE RENDEMENT INTERNE*. p. 259-268.

La communication a pour objet les deux types de critères fondamentalement différents pour évaluer la rentabilité d'un projet d'aménagement agricole et qui sont : le rapport bénéfice-coût (R.B.C.) qui conceptuellement est assez proche du bénéfice actualisé net (B.N.) et le taux de rentabilité interne (T.R.I.).

Le RBC est développé dans une économie à marché libre de capital. Or la situation est très différente quand il s'agit d'un investissement public comme le sont tous les projets importants d'aménagement. Dans

ce cas il y a une ingérence plus ou moins directe des autorités publiques et on ne saurait attribuer aux taux d'intérêt courants aucune importance pour le calcul de la rentabilité d'un projet. Dans le secteur public il faut une comparaison du projet par rapport à d'autres possibilités d'investissement. On doit se demander quel projet, parmi ceux qui pourraient être réalisés, assure les plus grandes recettes nettes pendant la durée de sa vie, par rapport à l'investissement initiale. C'est un critère d'une importance évidente qui néanmoins, ainsi formulé, est très imprécis. Pour mieux éclaircir le principe de ce critère l'auteur considère un cas schématisé de deux projets A et B ayant même durée de réalisation, de vie et des recettes annuelles brutes égales et constantes. La différence est que A a un C coût initial élevé combiné à de faibles charges annuelles et B c'est le contraire.

L'auteur constate que le critère RBC ne conduit pas à un choix clair et convaincant. Par contre le critère TRI est un indice clair, utile et suffisant pour comparer divers projets publics en raison de leur rentabilité intrinsèque et sans référence à d'autres hypothèses obscures et incertaines.

33 R<sub>14</sub> :

Théodore P. LIANOS (Grèce). — *QUELQUES PROBLEMES DE L'ANALYSE DU RAPPORT COUT - BENEFICE*. p. 269-286.

L'auteur examine les problèmes soulevés lors des études d'évaluation des projets spécifiques entreprises par l'analyse coût-avantage.

L'attention est tournée vers les points suivants :

— La juxtaposition de la valeur actualisée d'un projet en taux de rendement interne comme critère d'évaluation.

— Le rôle du taux d'intérêt dans les économies contemporaines.

— Le coût d'opportunité sociale.

— Les problèmes de mesure des avantages et des coûts en soulevant les coûts en travail, le coût social de production; et le problème de la répartition des produits par rapport à la croissance économique.

Enfin ce travail contient des commentaires et une critique sur le guide d'analyse coûts avantages concernant les travaux publics, suivi par les services étatiques grecs.

33 R<sub>15</sub> :

J. ZAJCHOWSKI et H.M. MANTEUFEL (POLOGNE). — *EVALUATION ECONOMIQUE D'UN GRAND PROJET D'IRRIGATION DU POINT DE VUE D'ECONOMIE NATIONALE, EN UTILISANT DES ELEMENTS D'ANALYSE INPUT-OUTPUT*. p. 287-290.

Le rapport présente partiellement une méthode d'évaluation économique d'un grand projet d'irrigation. Du point de vue d'économie nationale: Les entrées sont des importations et des dépenses du travail et du

capital. Les sorties sont des livraisons à la demande finale (exportations consommations, investissements).

Toutes les phases intermédiaires de la production sont éliminées de l'évaluation économique du projet. Les coefficients calculés sur la base d'analyse input-output d'économie nationale sont employés dans le calcul. La méthode a été mise à l'épreuve dans un exemple.

33 R<sub>16</sub> :

F. WARLIS (Pologne). — *INFLUENCE D'IRRIGATION SUR LES RECOLTES ET L'EFFICACITE ECONOMIQUE DE LA PRODUCTION SUR LES HERBAGES PERMANENTS*. p. 291-295.

La communication présente des effets et l'efficacité économique d'irrigation souterraine des herbages situés en vallées. La méthode d'irrigation consiste dans une surélévation d'eau de la rivière par des barrages mobiles et une distribution par gravité par un système de fossés à double fins (irrigation et drainage). Les effets d'irrigation représentent 16 q/ha de foin, c'est-à-dire 27,8% de plus par comparaison à des herbages non irrigués.

33 R<sub>17</sub> :

Cz. OPALINSKI (Pologne). — *L'EVALUATION D'UNE PRE-REALISATION DE LA MODERNISATION DU SYSTEME D'ARROSEMENT EMPLOYE POUR L'IRRIGATION DE PRES AVEC DU PURIN LIQUEFIE*. p. 297-301.

Le rapport décrit une exploitation agricole se spécialisant dans un élevage de bétail à boucher, de 3000 têtes où se présentait un problème économique de la nécessité d'utilisation agricole du purin. Dans ce but, on a réalisé un système d'irrigation arrosoire au moyen duquel on arrose le purin dilué sur un espace de 400 ha de prés. Cette oeuvre discute les défauts et les valeurs économiques de deux systèmes d'installation, employés pour l'irrigation avec du purin, différant entre eux par une technique et une organisation utilisée, ainsi que par leur économie.

33 R<sub>18</sub> :

Stanislaw LOJEWSKI (Pologne). — *LES PROBLEMES ECONOMIQUES DU CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION*. p. 303 - p. 307.

La communication a pour objet l'analyse économique concernant le choix des techniques dans les systèmes d'irrigation des terrains hors de vallée. Cette analyse a pour base la méthode officielle d'évaluation économique des investissements d'amélioration.

L'importance d'un calcul complexe du point de vue national est soulignée.

33 R<sub>19</sub> :

John D. COUMOULOS. — *EVALUATION ECONOMIQUE DES PROJETS DANS LE CADRE D'UN AMENAGEMENT HYDRAULIQUE INTEGRE D'UN BASSIN. STANDARD ET CRITERES APPLIQUES EN GRECE, POUR LA PRODUCTION D'ENERGIE ET D'IRRIGATION.* p. 309 - 322.

La communication traite de l'importance, la nécessité et les procédés concernant la préparation des projets d'un aménagement hydraulique intégré d'un bassin. Fréquemment dans la phase de préparation on est conduit à choisir entre différentes alternatives.

Par le moyen de l'analyse économique de chacune et le calcul des facteurs comme le rapport bénéfice-coût (RBC) on peut juger de la rentabilité de chaque variante. Dans le cas de projets à buts multiples et l'exploitation par plusieurs services (ex: un barrage hydro-électrique) on adopte la méthode d'allocation sous la rubrique « Separable Costs-Remaining Benefits ». D'après ce procédé d'allocation des coûts, le prix de revient est distribué équitablement entre les buts. De cette façon l'évaluation économique du projet est améliorée ce qui rendra plus facile le financement de la promotion du projet.

L'auteur illustre cette méthode par un exemple de barrage à double buts: hydro-électrique et irrigation. Il en conclut que le RBC est augmenté de 30% et que le prix de revient est abaissé de 20%.

33 R<sub>20</sub> :

Dr. Istvan FEKETE et Dr. Tibor MULLER (Hongrie). — *L'IRRIGATION EN TANT QUE MOYEN DE DECROITRE LE RISQUE DE PRODUCTION DANS LE PERIMETRE D'IRRIGATION CONDITIONNELLE.* p. 323 - 329.

La communication a pour objet de traiter des problèmes de production agricole en relation avec les précipitations en Hongrie. La variation annuelle des précipitations entraîne diminution des rendements qui peut atteindre 40%. Cependant l'expérience d'irrigation dans des fermes modèles, a montré que cette diminution peut être amortie jusqu'à 4 à 5%. L'irrigation assure en moyenne 30 à 50% des récoltes des spéculations non irriguées: L'auteur conclut qu'en Hongrie en perspective les 20% des terres qui peuvent être irriguées peuvent assurer 40% de la récolte de l'ensemble des terres soumises aux fluctuations des précipitations.

33 R<sub>21</sub> :

Szoke MOLNAR L. (Hongrie). — *L'EFFET DE L'EXPLOITATION DES STATIONS D'IRRIGATION (DES INVESTISSEMENTS D'IRRIGATIONS) SUR LE COUT DE CELLE-CI.* p. 331-337.

L'auteur examine les systèmes d'irrigation et constate qu'il y a une grande différence entre le coût réel d'irrigation et les valeurs prévues par le projet.

Cette différence est influencée, avant tout, par l'état inexploité des capacités d'irrigation. Plus la proportion des coûts constants est grande, plus l'état inexploité accroît les frais. C'est dans le cas de station de pompage mal exploitée que cette différence est importante. Cette exploitation peut être accrue en jouant sur les cultures pratiquées. L'accroissement des coûts peut être provoqué par des capacités d'irrigation aux proportions démesurées, dont l'exploitation est basse pour une période plus longue.

33 R<sub>22</sub> :

M. Ivan BRENDA (Tchécoslovaquie). — *LES RAPPORTS DES IRRIGATIONS PAR LES EAUX USEES PROVENANT DE L'AMIDONNERIE DE HORIZDOVICE.* p. 339-346.

Le rapport traite de l'évaluation économique des irrigations par les eaux usées en Tchécoslovaquie-celle-ci considère les mesures sur le plan agricole, de la santé et de l'exploitation des eaux.

Ces mesures apparaissent surtout dans la croissance de la production végétale, l'élimination de la pollution de l'environnement, la diminution des frais de fumaison, l'élimination des frais d'investissement et de fonctionnement du complexe de purification, l'accroissement de l'utilisation des ressources en eau. Toutes ces mesures démontrent l'importance économique des irrigations par les eaux usées.

33 R<sub>23</sub> :

F. de COCK et PM. LAFONT (France). — *EVALUATION ECONOMIQUE D'UN PROJET D'IRRIGATION DANS UNE REGION EN COURS DE DEVELOPPEMENT ACCELERE (LE CAS D'ESFAHAN).* p. 347-358.

La communication résume une méthode d'approche pour l'évaluation économique des projets, la mieux adaptée à un cas donné. Les méthodes utilisées, visent à mettre en balance des inconvénients, notamment des coûts, et des avantages dont l'évaluation sous forme monétaire a toujours été délicate. L'auteur examine les effets de certaines améliorations dans les conditions de distribution et la relation qui peut exister entre la rapidité d'évolution économique et technique des agriculteurs et du personnel de gestion d'une part et le degré de sophistication à prendre en compte dans la conception des réseaux d'irrigation d'autre part.

33 R<sub>24</sub> :

G. FUND et J. MANCEL. — *EVALUATION FINANCIERE D'UN PROJET A BUTS MULTIPLES DU POINT DE VUE DE L'ORGANISME UTILISATEUR.* p. 359-375.

En se basant sur le projet de la région EST de Toulon, la communication a pour objet de présenter un exemple de calcul de rentabilité financière du point de vue de l'organisme chargé de la réalisation

et de la gestion du périmètre, la société du canal de Provence. L'analyse des différents éléments du bilan financier porte sur la nature des charges de gestion, les différents types de recettes de vente d'eau en fonction de son utilisation, le financement des investissements et surtout sur le mode de couverture des déficits temporaires initiaux avec son impact sur les besoins en trésorerie de l'organisme.

33 R<sub>25</sub> :

Dr. MIHALY TOTH et Dr. JANOS TOZSER (Hongrie). — *L'EFFET DES FRAIS D'IRRIGATION OPTIMAUX POUR LE CHOIX DES INSTALLATIONS PARMIS DES CONDITIONS DE PRODUCTION DIFFERENTES*. p. 377-382.

L'étude donne un schéma de la méthodologie d'optimisation des frais d'irrigation et des gestions thématiques économiques. Elle donne une connaissance sur des composants des frais d'irrigation au cours de la construction ou de l'achat des systèmes ou des installations d'irrigation ou bien pour des systèmes déjà réalisés. Les auteurs montrent ces composants par des exemples dont l'un concerne un système d'irrigation semi-fixe et les autres s'occupent de l'irrigation par aspersion classique et mécanisée.

En utilisant la méthode dans la production de maïs et de luzerne, les auteurs montrent la combinaison des frais résultant du revenu maximal pour différentes conditions et également l'efficacité de l'irrigation effectuée à l'aide de différents types d'installations. Ils concluent que les dispositions de la production influencent de façon définitive les combinaisons : dépense — récolte — revenu.

33 R<sub>26</sub> :

Dr. PANAYOTIS KARAKATSOUKIS (Grèce). — *QUELQUES CONSIDERATIONS DURANT LA PROCEDURE DE REALISATION DES GRANDS PROJETS D'IRRIGATION POUR L'AMELIORATION DE LEUR RENTABILITE*. p. 383-388.

Tous les pays se préoccupent pour améliorer la rentabilité des capitaux investis aux projets d'irrigation. Parmi les raisons la faiblesse du rendement dans la plupart des cas, celles d'ordre technique car le progrès technique lié au progrès scientifique entraîne, par le perfectionnement des moyens de production, l'augmentation du rendement du travail humain. La communication signale quelques considérations dont si l'on tient compte durant la réalisation d'un projet d'irrigation, l'efficacité des capitaux y investis pourra augmenter. Pour mieux présenter ces mesures ou considérations par phase d'exécution d'un projet, l'auteur découpe cette procédure en trois parties : L'étude, la construction et l'exploitation de l'ouvrage.

33 R<sub>27</sub> :

CARLOS J. OROZCO y OROZCO et J. ANTONIO MAZA ALVAREZ (Mexique). — *JUSTIFICATION DU REVETEMENT DES CANAUX DANS UN PERIMETRE D'IRRIGATION*, p. 389-398.

Dans un périmètre d'irrigation, deux situations peuvent se présenter :

1) Il y a plus d'eau disponible que de sol à irriguer.

2) Il y a plus de sol à irriguer que d'eau disponible.

Dans ce 2<sup>e</sup> cas on doit tenir compte de l'épargne d'eau au moyen de revêtement de canaux.

L'article présente une méthode pour établir le volume total des infiltrations à l'aide d'expériences d'étang et d'étude de mécanique du sol, en corrélation, et en application des résultats, par extrapolation à tout le périmètre. Un exemple de ce procédé appliqué au district d'irrigation n° 14 du Colorado (Mexique) y est illustré.

33 R<sub>28</sub> :

R.F. CAMACHO et ANTHONY BOTTOMLEY (G. Bretagne). — *L'EMPLOI DE L'ANALYSE ENTRE-SORTIE POUR EVALUER LES BENEFICES SECONDAIRES D'UN PROJET D'IRRIGATION*. p. 399-417.

Ce rapport traite de l'économie du projet de contrôle d'eau de l'Abary-Machaicony en Guyane. Il part des valeurs projetées des « entrées » (fournitures) et des « sorties » (productions) et les arrange dans un tableau de dix secteurs pour faire ressortir les bénéfices secondaires. En renversant l'ordre de ce tableau, on obtient un second tableau dont les colonnes représentent les effets en amont du projet, c'est-à-dire les augmentations d'activité économique dans les autres secteurs de l'économie créés par la demande de fournitures du projet. De même les effets en aval (agro-industrie) peuvent être évalués.

Le groupe de Recherche Entrée-Sortie à l'Université de Bradford tient des tableaux entrée-sortie pour près de deux tiers des pays du monde et les a normalisés dans un format de soixante secteurs. Ceci permet une application de la méthode en plus grand détail.

33 R<sub>29</sub> :

I.D. CARRUTHERS et N. MOUNTSTEPHENS (G. Bretagne). — *L'INTEGRATION DES PERSPECTIVES SOCIO-ECONOMIQUES ET LA TECHNIQUE DE L'INGENIEUR DANS LE DESSIN DE L'IRRIGATION*. p. 419-437.

La communication examine le paradoxe que, dans la plupart des pays en voie de développement, on base la décision de poursuivre ou non les investissements en irrigation, sur une analyse socio-économique tandis que les dessins se fondent sur des calculs d'ingénieur utilisant le prix marchand. Le rapport souligne, sur des exemples, la divergence entre les prix fantômes et les prix marchands pour les éléments payés en devise, pour le terrain, l'eau et la main d'œuvre non spécialisée. Les implications de cette analyse pour le planning pratique d'irrigation sont étudiées. On estime que les conditions d'opérations requises pour appliquer les procédés de fixation des prix fantômes souhaitables ne sont pas présentés et que la façon socio-économique d'aborder le problème préconisé d'habitude n'est donc pas praticable. Le rapport en analyse les obstacles pratiques principaux (manque d'informa-

tions sur les prix fantômes, manque de fonds pour payer les subventions de main-d'oeuvre...) et donne les réformes nécessaires, du point de vue de l'ingénieur et de celui socio-économique, pour une adoption complète de procédés socio-économiques de planification.

33 R<sub>30</sub> :

A. GOLAN, P.L.R. HARRIS et P.W. WHITEFORD (U.S.A.). — *L'UTILISATION DE L'ANALYSE COÛTS-AVANTAGES COLLECTIFS POUR LES PROJETS D'IRRIGATION*, p. 439-460.

Le rapport examine l'utilité potentielle, en même temps que les faiblesses, de la méthode la plus communément utilisée pour l'analyse des coûts et avantages collectifs lorsqu'on l'applique aux projets d'irrigation. Cette méthode consiste à convertir les avantages économiques en avantages pour la collectivité par addition d'un terme exprimant l'avantage collectif net que représente le supplément de consommation du secteur privé induit par le projet. L'auteur étudie l'application de cette méthode dans le cas concret d'un projet donné. Il conclut que l'analyse coût-avantage, du point de vue de la collectivité, a effectivement un rôle à jouer dans l'évaluation des projets d'irrigation, mais qu'elle doit s'accompagner d'une analyse économique de type classique ainsi que d'un examen des caractéristiques du projet pour bien choisir entre les variantes possibles.

33 R<sub>31</sub> :

M. Pierre DELORD et V. Mmes Jacques et Anne BOISSEZON (France). — *EVALUATION ECONOMIQUE DE L'IRRIGATION DE LA VALLE DU SOR*. p. 461-475.

Les auteurs exposent :

— l'historique, la situation et l'environnement de l'aménagement de la vallée du Sor (France).

— la méthode et les résultats de l'évaluation des conditions agro-économiques, et de l'évaluation de la demande d'irrigation.

— le schéma d'aménagement: son développement son évolution économique et les problèmes posés par la gestion des eaux.

Ils souhaitent montrer ainsi comment il est possible de produire, dans l'environnement créé par une action d'aménagement de longue durée, une réalisation actuelle et efficace qui s'intègre au site et témoigne que les irrigants actuels possèdent la même audace et la même ingéniosité que celles dont les pionniers de l'aménagement ont fait preuve.

33 R<sub>32</sub> :

François REMY (France). — *ANALYSE DE LA DEMANDE EN EAU D'IRRIGATION INCIDENCE DU PRIX DE L'EAU SUR LA DEMANDE*, p. 477-520.

Le rapport traite de l'analyse de la demande en eau dans les zones d'irrigation de complément. Il propose des orientations de recherche pour ceux qui seraient

intéressés par la formulation de cette demande, soit au niveau individuel ou collectif. Il donne ensuite des indications pratiques sur une méthode d'évaluation basée sur la ségmentation de la demande. Il donne une approche pour établir les barèmes de consommation d'eau d'irrigation. Celle-ci ne se réfère plus à la notion « d'optimum collectif », insuffisamment précise. Elle y substitue la notion « d'objectifs poursuivis à travers la réalisation du projet », en s'assurant que la structure et le niveau des barèmes susceptibles d'être retenus sont bien compatibles avec les objectifs majeurs recherchés.

R<sub>33</sub> :

Boris IKONOMOV (Bulgarie). — *EFFICACITE, ECONOMIQUE DES IRRIGATIONS EN REPUBLIQUE POPULAIRE DE BULGARIE*. p. 521-528.

La communication a pour objet l'augmentation de la récolte de différentes cultures due à l'irrigation. Pour la période 1970-74 le revenu net moyen supplémentaire obtenu par l'irrigation de toutes les cultures s'élève de 16% de fonds de base. Le coefficient d'efficacité est de 0,16 tandis que le délai d'achat des fonds de base établis et déjà en exploitation est de 62 ans. Le délai normal des investissements capitaux pour les améliorations hydrauliques en Bulgarie est de 10 ans.

33 R<sub>34</sub> :

M. SPASSOV, IV. SHISHKOV, B. GABROVSKI (Bulgarie). — *PERFECTIONNEMENT DE L'AUTOMATION DU SYSTEME D'IRRIGATION «TANKOVO-POROIL-AHELOIL» EN BULGARIE*. p. 529-537.

Le rapport décrit le système d'irrigation « Tankovo-Poroy-Acheloy » qui est conçu pour être contrôlé par les usagers. Le principe de base de son développement est le travail interactif respectivement des sous-systèmes automatisés, canaux, bassins de compensation chevaux et les stations de pompage. On décrit le système de contrôle conçu et ses améliorations, y compris le contrôle de distribution d'eau et résolution des problèmes de gestion et d'économie. L'amélioration de ce système permet ainsi, en plus de l'efficacité du système et de l'irrigation exposée en fin du rapport, la prévision et les plans d'irrigations réalistes.

33 R<sub>35</sub> :

J.K. JAIN (Inde). — *L'EVALUATION ECONOMIQUE COMPARATIVE DES PROJETS D'IRRIGATION PAR GRAVITE ET AVEC ELEVATION D'EAU*. p. 539-544.

L'auteur s'efforce d'examiner les importants paramètres économiques des deux systèmes d'irrigation: gravité et aspersion. L'analyse montre que le rapport bénéfice-coût des deux systèmes est plus ou moins comparable mais le taux de rendement du capital pour

l'aspersion est vraisemblablement plus élevé. Après examen des avantages et inconvénients l'auteur recommande l'accord d'une importance appropriée à l'irrigation par aspersion et il ne faut pas la négliger sur la base d'une idée préconçue d'être chère par rapport à l'irrigation par gravité.

33 R<sub>36</sub> :

HARI KRISHNA et P.S. NIGAM (Inde). — *L'ACCROISSEMENT SOCIO-ECONOMIQUE DU AU PROJET « SARDA-SAHAYAK »*, p. 545-559.

La communication a pour objet de présenter la mise en valeur des deux rives du Gange et la comparaison économique puisque celle-ci a été espacée dans le temps (Rive Droite milieu du XIX<sup>e</sup> s. et Rive Gauche à partir de 1929). Bien que le projet de la Rive Gauche soit choisi sur le principe du motif profit-frais sans estimer d'autres avantages sociaux et économiques, l'étude décrit la nécessité d'une telle évaluation et donne la méthodologie d'évaluer les avantages. Il en évalue les six importants avantages du projet « Sarda-Sahayak » qui sont :

- la hausse de la consommation d'ensemble.
- la redistribution du revenu à l'état.
- la redistribution du revenu aux petits agriculteurs.
- la création de l'emploi.
- l'assurance des facilités fondamentales de l'assistance sociale.
- la réduction, de la poussée sur la balance générale des comptes, et donne des équations pour des corrections à appliquer aux profits d'ensemble de la consommation nette en raison des frais d'occasion de la devise étrangère, de la main-d'œuvre et pour déterminer la redistribution du revenu.

33 R<sub>37</sub> :

Z. VLADISAVIJEVIC-MEDAK (Yougoslavie). — *PRE-DETERMINATION DES LIMITES D'INVESTISSEMENT POUR LES PROJETS D'IRRIGATIONS*, p. 561-575.

Un périmètre d'irrigation peut subir plusieurs échecs si en faisant le projet, on omet la dynamique d'accroissement du rendement. Le rapport présente des analyses et donne un mode de calcul qui offrent la possibilité de prédéterminer les investissements tolérables, ainsi que les subventions indispensables destinées à la mise en marche du système.

Les intérêts de la communauté et des agriculteurs ne sont pas toujours en accord. Parfois la communauté néglige ses intérêts propres en refusant d'aider les agriculteurs qui ne peuvent pas surmonter au commencement les obstacles créés par les grandes dépenses d'irrigation et l'accroissement lent du rendement, bien qu'ils pourraient rembourser toutes ces subventions de départ.

33 R<sub>38</sub> :

Dr. KARLO CAHUN et SVETLANA POTKONIAK (Yougoslavie), — *L'ANALYSE TECHNIQUE ET ECONOMIQUE DANS LE CHOIX DU SYSTEME POUR L'IRRIGATION*, p. 577-586.

Le rapport présente une analyse pour le choix entre systèmes d'irrigation, qui encadre la mesure des efficacités techniques, économiques et exploitables déduites des facteurs qui les embrassent.

Il conclut que pour un choix il est nécessaire d'examiner l'efficacité du système par la fonction de la dynamique de l'irrigation et le degré de l'exploitation du sol.

33 R<sub>39</sub> :

N. PIROOS (Iran). — *EVALUATION ECONOMIQUE DU PROJET D'IRRIGATION DE SAVEH. ETUDE GENERAL ET ETUDE DES CAS SUR LES EFFETS ECONOMIQUES ET SUR L'ENVIRONNEMENT*, p. 587-602.

L'auteur situe la plaine du Saveh (140 Km au Sud Ouest de Téhéran) et donne un aperçu sur l'avant-projet de mise en valeur de celle-ci présenté en 1972 et basé sur les propositions suivantes :

- construction d'un barrage réservoir équipé pour la fourniture d'hydro-électricité.
- un barrage de dérivation et un réseau d'irrigation utilisant une partie de la rivière de Mazlagan et des eaux souterraines pour irriguer une zone d'environ 20500 ha.

L'évaluation économique du projet a été faite en comparant avantage et coût actualisé. Le taux de rentabilité varie selon les hypothèses de progression de la valeur ajoutée entre 13 et 17%.

Le rapport cite les conséquences favorables du projet dont l'amélioration des conditions micro-climatologiques, de l'hygiène et l'arrêt de l'extension du lac salé qui ne peuvent jusqu'à présent être comptabilisées dans un calcul économique classique.

33 R<sub>40</sub> :

S. RAADSMA et J.W. BALL (Australie). — *EVALUATION ECONOMIQUE DU PROJET D'IRRIGATION DU « LOWER TRENGGANU », MALAISIE. UN CAS D'ETUDE DE L'ANALYSE SOCIAL COUT-BENEFICE* p. 603-619.

Le rapport décrit le projet du « Lower Trengganu » (Malaisie) et en fait deux analyses pour une évaluation économique. La première traditionnelle aboutissant à un taux interne de retour de 9% par rapport à un taux opportun d'investissement de 11%. La deuxième est une analyse coût/profit et aboutit à un taux interne de retour de 11% pour le même taux d'investissement.

L'auteur conclut que la première fait défaut de prendre en considération l'opportunité de l'emploi, la distribution des revenus et les effets de l'équité du projet. Quant à la deuxième approche elle a été utilisée pour évaluer les aspects socio-économiques du projet, tenant compte de la situation pauvre de la région. Bien que cette dernière nécessite des données, elle se montre avantageuse à prendre des décisions d'investissement rationnel.

33 R<sub>41</sub> :

Jiri LISKA C. ENG. (Tchécoslovaquie). — *LES SOLUTIONS ALTERNATIVES DES CONSTRUCTIONS D'IRRIGATION EN TCHECOSLOVAQUIE ET LEUR EVALUATION ECONOMIQUE*. p. 621-627.

C'est la conception technico-économique générale qui accomplit les conditions pas seulement économiques, mais aussi les demandes de la société. Il n'est pas possible de réaliser cette tâche sans une analyse profonde de toutes conditions basées au premier lieu sur les solutions alternatives qui facilitent le choix, de la variante la plus avantageuse au point de vue de l'économie.

La communication présente une analyse qui ne se limite qu'aux aspects technico-économiques de la solution alternative et cite quelques critères et approches des solutions de ce domaine en conditions de la Tchécoslovaquie.

33 R<sub>42</sub> :

Karel ZDRAZIL SE.D. et PAVEL SPITZ C.ENG. — *MODELE DE SIMULATION RELATIF A L'OPTIMISATION DE LA CAPACITE DES SYSTEMES D'IRRIGATION*. p. 629-637.

La communication a pour objet l'évaluation économique de l'irrigation en s'orientant vers l'optimisation de la capacité des installations d'irrigation. Elle passe en revue les méthodes appliquées jusqu'ici à ce sujet et décrit un modèle qui envisage les principaux facteurs climatiques, les conditions pédologiques, les exigences physiologiques des plantes, la limitation fonctionnelle d'irrigation, l'importance économique des plantes irriguées ainsi que des doses d'irrigation particulières, l'applicabilité des précipitations atmosphériques naturelles ainsi que les variantes de limitation de la capacité des installations d'irrigation.

33 R<sub>43</sub> :

Prop. Dr. OSMAN AHMED ELGHAMRY (Egypte). — *APPROCHE STOCHASTIQUE POUR L'EVALUATION DES PROJETS DE DRAINAGE*. p. 639-658.

L'étude a pour but d'évaluer l'application de la théorie de probabilité dans les études de factibilité des projets de drainage. Un modèle a été élaboré qui permet des variations aléatoires dans les rendements des cultures comprises dans la rotation, les prix et les

coûts pendant la vie du projet. Un programme d'ordinateur est mis au point et qui ne servait du nombre aléatoire dans l'application de cette approche à l'évaluation du projet de drainage de la basse Egypte. Les résultats, leur interprétation et la méthode de son utilisation sont données.

33 R<sub>44</sub> :

HIROYASU SHIMURA (Japon). — *LA TENDANCE DE L'AUGMENTATION DES FRAIS DE L'EXPLOITATION DE LA RESSOURCE D'EAU ET SES INFLUENCES SUR L'EAU D'IRRIGATION - EN SE REFERANT A L'ETAT ACTUEL DE LA RIVIERE TONE* p. 659-671.

La communication a pour objet la tendance inévitable de l'exploitation des ressources en eau et traite l'exemple du Tone: rivière alimentant la ville de Tokyo en eau potable Il examine — les interactions entre l'alimentation des villes en eau potable et la fourniture d'eau d'irrigation :

- la tendance du rendement de l'exploitation de l'eau et des frais de celle-ci,
- les difficultés dans l'exploitation de l'eau d'irrigation,
- la limitation du débit du droit d'utilisation de l'eau et la tendance à la possession privée de celle-ci,
- le changement du système de contrôle de l'eau d'irrigation.
- la recherche d'un nouveau système d'utilisation de l'eau.

33 R<sub>45</sub> :

Prof. Bela KADAR (Hongrie). — *LES CONDITIONS DE L'IRRIGATION DANS LES EXPLOITATIONS AGRICOLE ET LEURS ASPECTS ECONOMIQUES EN HONGRIE*, p. 673-677.

En Hongrie les fermes d'Etat et les coopératives agricoles supportent presque 50% des frais destinés aux réalisations hydrauliques pour l'irrigation. Ce sont elles qui déterminent les conditions de l'irrigation où, avec quels systèmes et quelles assolement veulent-elles pratiquer ? Avant toutes ces conditions les ressources économiques et le niveau de culture des exploitations sont évalués. Au cours de l'emplacement des ouvrages d'irrigation et de leur réalisation successive on étudie avec soin la situation des exploitations et on les prépare à l'utilisation de l'eau d'irrigation.

33 R<sub>46</sub> :

H. HERNANDEZ PERAZA et J.L. LINARES RUIZ (Cuba). — *METHODES D'IRRIGATION PAR ASPERSION COMPAREES AUX METHODES TRADITIONNELLES*. p. 679-688.

Grâce à une étude économique et technique comparative, le rapport présente les résultats obtenus par l'introduction de l'irrigation par aspersion dans la

région Sud-est de la Province de Havana où l'on pratiquait l'irrigation à la raie.

Cette méthode d'irrigation combinée à la mécanisation et à l'application d'une technique agronomique améliorée ont abouti à une haute productivité des terres irriguées et ont considérablement réduit les dépenses annuelles dans la mise en valeur du système d'irrigation.

33 R<sub>47</sub> :

Abdullahi Mohamed Ibrahim et Jeremy BERKOFF (Sudan). — *UNE EVALUATION ECONOMIQUE DU PROJET D'IRRIGATION RAHAD*. p. 689-711.

L'article donne une évaluation économique du projet d'irrigation Rahad en Sudan. Les coûts actualisés en Janvier 1977 et les bénéfices sont basés sur l'assolement coton/légumineuses.

L'analyse montre le rôle fondamental du coton dans l'économie Soudanaise. Cependant les résultats dépendent largement des hypothèses faites concernant le prix et le rendement du coton, et celle de la nécessité d'utiliser le potentiel de production introduit à la mise en oeuvre d'un système d'irrigation contrôlé et mécanisé.

33 R<sub>48</sub> :

L'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE). — *L'EVALUATION ECONOMIQUE DES PROJETS D'IRRIGATION ET L'EVALUATION DES PROJETS HYDRAULIQUES A BUTS MULTIPLES*. p. 713-720.

1. L'évaluation économique des projets d'irrigation.

L'activité lancée sur ce thème par l'OCDE a permis d'élaborer une méthode d'évaluation économique des projets d'irrigation.

La communication présente le travail qui a été effectué en équipe et la publication d'un guide directement utilisable pour l'évaluation des projets d'irrigation.

2. L'évaluation des projets hydrauliques à buts multiples.

Cette activité, entreprise depuis quelques mois, a pour objet de fournir un guide qui abordera tous les problèmes qui se posent dans l'analyse des conséquences prévisibles de ce type de projet sur le plan économique, social et de l'environnement.

Les discussions qui se sont déroulées à l'occasion de ces travaux ont mis en évidence l'importance de l'utilisation des ordinateurs en agriculture. L'O.C.D.E. entreprendra une autre activité dans ce domaine.

33 R<sub>49</sub> :

Gaylor V. SKOGERBOE, James P. LAW JR. et WYNN R. WALKER (USA). — *POLITIQUE A COUT REDUIT POUR EMPECHER LA DEGRADATION DE LA QUALITE DES EAUX PAR L'IRRIGATION AGRICOLE*. p. 721-743.

La communication, sur trois exemples de systèmes d'irrigation dans l'Ouest des Etats Unis, étudie et illus-

tre l'importance de la pollution et les possibilités de contrôle de celle-ci en analysant les données d'entrée et de sortie du périmètre irrigué. Les auteurs concluent que l'amélioration des pratiques de gestion au niveau de la ferme demeure le moyen le plus probable de réduction des problèmes de qualité des eaux à moindre frais.

33 R<sub>50</sub> :

Mr. Kenneth R. WRIGHT, Dr. John R. SHEAFFER et Dr. F. Robert Mc GREGOR (U.S.A.). — *L'IRRIGATION PAR LES EAUX DE DECHARGE MUNICIPALE: UNE ANALYSE ECONOMIQUE MESOLOGIQUE*. p. 745-768.

La communication présente quatre études dans quatre pays différents (Michigan, USA, URSS, Australie) qui analysent les avantages économiques et mésologiques de l'utilisation des eaux résiduaires pour l'irrigation.

Les avantages les plus importants sont les suivants :

- Augmentation des revenus de vente (récolte ou bétail).
- Economie des fertilisants.
- Economie dans la construction des installations de traitement des eaux résiduaires.
- L'emploi de base de l'eau douce.
- La préservation de l'espace libre dans les régions urbaines

33 R<sub>51</sub> :

J. Karl. LEE (USA). — *EVALUATION DU PROJET OU ANALYSES ECONOMIQUES ET FINANCIERES DU PROJET*. p. 769-791.

L'auteur décrit et examine l'allocation des coûts et l'analyse financière d'un projet en général à toutes fins de concision. Il conclut que le modèle d'analyse de l'efficacité économique est une bonne technique dans la formulation et la justification d'un projet dont le principal objectif est l'augmentation du revenu national. Cependant la technique de base de la formulation d'un projet doit être adaptée en vue de tenir compte des objectifs qu'un pays pourrait avoir dans le cadre de son programme de développement des ressources hydrauliques et surtout que les bénéfices indirects soient inclus dans l'analyse.

33 R<sub>52</sub> :

JERRY W. KNAPP (USA). — *CONSEQUENCES ECONOMIQUES DES DELAIS DANS LA CONSTRUCTION DES AMENAGEMENTS D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE*. p. 793-806.

L'article examine les conséquences économiques du retard dans la construction d'aménagements d'irrigation et de drainage dues à différentes contraintes budgétaires, difficultés d'approvisionnement et d'autres événements imprévus.

L'auteur montre que les conséquences des délais sont substantielles et affectent à la fois les services gouvernementaux, les entreprises et les institutions financières participant à la réalisation des aménagements hydrauliques. Les études ne présentent que les conséquences économiques (variation des bénéfices, coûts de construction et d'entretien, coûts indirects, risque

de dommages causés par les crues.), de différentes stratégies de financement des projets mais pourraient être étendues au prix d'un effort de recherche modeste, afin de prendre en compte l'influence des délais de construction sur le plan social, l'environnement, l'emploi, la valeur des bénéfices associés au projet, l'inflation.,



SOMET



## **SOCIETE MAROC ETUDES**

### **somet - INGENIERIE ET CONSEIL**

2, Rue Fechtala — RABAT  
Tél. : 528-51 - 528-90 - 529-11 — Télex : 31974 M

#### **DOMAINES D'INTERVENTION :**

- **GENIE RURAL** : agronomie - irrigation gravitaire et par aspersion - assainissement - aménagement agricole.
- **BATIMENTS TRAVAUX PUBLICS** : routes - V.R.D. - adduction d'eau - hydraulique urbaine - génie civil.
- **AMENAGEMENTS FONCIERS** : topographie - remembrement - lotissement.
- **PEDOLOGIE FORETS** : cartographie - classement et vocation des sols - inventaire et aménagement forestier
- **ECONOMIE** : économie générale - études de développement - factibilité de projet - études sectorielles.
- **INDUSTRIE** : architecture - process dans toutes branches industrielles

DIRECTEUR GENERAL : Hassan EL KHETTAR

DIRECTEUR GENERAL ADJOINT : Tayeb LAHBICHI

## BIBLIOGRAPHIE DE LA QUESTION 35 :

### EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE

par Othmane LAHLOU

Ingénieur du Génie Rural  
Directeur de l'Office Régional  
de Mise en Valeur Agricole du Loukkos

35 R<sub>1</sub> :

George E. PAPADOPOULOS (Grèce). — *PRESUPPOSITIONS DE BASE POUR UNE GESTION ADEQUATE DU FONCTIONNEMENT DES AMENAGEMENTS DE BONIFICATION* p. 1-21.

L'auteur traite du problème de fonctionnement et de la maintenance des aménagements de manière globale. Le fonctionnement et la maintenance sont considérés comme éléments inséparables du système de la mise en valeur dans sa conception intégrale et non comme fonctions indépendantes.

L'auteur examine les principes adoptés ainsi que les avantages et inconvénients des systèmes d'administration unifiée et multiple et conclut par l'énumération des points d'importance décisive pour la bonne conduite du fonctionnement — maintenance :

- définitions claires de la politique à adopter en matière de fonctionnement de la juridiction et du pouvoir des autorités de gestion ;
- établissement et organisation en temps dû des services de gestion ;
- élaboration des plans détaillés du fonctionnement intégré dans le plan général du projet ;
- éducation des cadres de l'administration et des bénéficiaires.

35 R<sub>2</sub> :

Dr. O. STRAROSOLSZKY (Hongrie). — *LES OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES POUR L'EXPLOITATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION* p. 23-32.

L'étude donne une présentation intégrale sur la possibilité de l'observation de chacun des éléments dont l'observation continue est nécessaire pour l'exploitation des systèmes d'irrigation, à savoir :  
précipitation, nappe phréatique, humidité du sol,

évaporation, évapotranspiration, débits d'eau, éventuellement sédiments et qualité de l'eau.

Quelques nouveaux procédés de mesures sont signalés. Les méthodes de mesures et d'observations sont précisées. Leur règlement international est assez avancé. Cependant, certaines méthodes satisfaisant toutes les exigences (télésignalisation) sont encore chères en certains domaines.

35 R<sub>3</sub> :

Evenc VLACHOS, GEORGE E. RADOSEVICH, GAYLORD V. SKOGERBOC. (Etats-Unis - Colorado). — *CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT ET D'ORGANISATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION EFFICACE* p. 33-54.

La création d'associations d'utilisateurs est une alternative aux autres solutions purement techniques. L'association d'utilisateur est définie comme toute forme de relations entre les fermiers eux mêmes ou entre fermiers et agences gouvernementales. Quelle que soit la forme de cette grande variété d'associations de succès relatif, il est important que leur structure se place dans le cadre légal, social, économique et culturel courant (pas de copie importée d'ailleurs).

35 R<sub>4</sub> :

R. L. THAERNERT (U.S.A. - Colorado). — *MODELE MATHEMATIQUE DES METHODES D'ALLOCATION DE L'EAU D'IRRIGATION* p. 55-88.

Dans la plupart des Etats de l'Ouest des Etats-Unis, la distribution de l'eau de surface dans certains cas, l'eau souterraine) a été spécifiée par une loi référée généralement comme la « Doctrine d'Appropriation ». C'est la responsabilité d'aménagement de l'eau, d'assurer premièrement,

que l'eau soit fournie à tous les réclamants légitimes, et, deuxièmement, que la totalité de l'eau disponible soit utilisée.

L'application d'un modèle mathématique basé sur la description préalable a été appliqué à un système de distribution de l'eau actuel pour un cas d'étude.

(cas: pas d'échange d'eau entre réserves)

(cas: échange maximum de l'eau en réserve).

Une simulation par modèle peut fournir un outil d'aménagement significatif. Une augmentation de satisfaction de ceux qui se servent de l'eau est certaine quand un meilleur mode d'aménagement est introduit.

35 R<sub>5</sub> :

ALLAN S. HUMPHERYS (U. S. A.) — *SYSTEME D'IRRIGATION AMELIORE PAR L'AUTOMATISME* p. 89-98.

La communication a pour objet la description d'un ensemble de méthodes appliquées pour améliorer l'automatisation des irrigations dans des réseaux déjà en service. Cette automatisation aboutit à un meilleur contrôle des quantités d'eau lâchées pour l'irrigation (meilleur contrôle de débit), à une diminution des pertes d'eau dans les réseaux de transport, dans les ouvrages de répartition et de distribution, enfin à de meilleurs rendements de certaines cultures pratiquées sur des systèmes d'irrigation traditionnels améliorés :

- les systèmes d'irrigations automatiques doivent être capables d'accepter ou de rejeter l'eau;
- construction de petits réservoirs de régulation, revanche additionnelle pour assurer une augmentation du volume d'eau mis en réserve;
- amélioration des ouvrages de prise d'eau de distribution;
- petits réservoirs à la ferme pour fourniture de l'eau sur demande;
- il a été développé des vannes d'eau automatisées, des ouvrages de prise d'eau à buse, des robinets pneumatiques et des ouvrages de prise d'eau semi automatiques;
- remplacement des fossés ouverts par des conduites enterrées ou par des conduites superficielles opérant sur le principe du vérin.

35 R<sub>6</sub> :

JOSEPH B. SUMMERS (Californie - U.S.A.) — *SOLUTIONS DES PROBLEMES DANS LA REGION D'IRRIGATION DE SOLANO EN CALIFORNIE* p. 99-111.

La communication nous rapporte les solutions apportées par l'organisme de gestion d'un périmètre d'irrigation d'une superficie de 28.300 ha située en Californie du Nord, à 3 problèmes importants qu'il a rencontrés :

1 - Fuites importantes de canalisation en béton (fissurations longitudinales et transversales) sur une longueur de 18 km ; solution = canalisation de revêtement en mortier plastique armé placée à l'intérieur

des canalisations existantes sans gêner la marche de l'irrigation (caractéristiques d'écoulement améliorées (coef. Manning = 0,001 au lieu de 0,015) d'où débit conservé dans la majorité des cas malgré la diminution de la section. Les techniques développées pour la mise en place et la résolution des difficultés (dépôts, excroissance du béton...), sont détaillées :

2 - avant la mise en service du système actuel d'irrigation, il y avait pompage souterrain qui a été arrêté au profit du nouveau système (retenue sur une rivière); ce qui a provoqué une remontée de la nappe phréatique ; solution = installation de nombreux puits profonds ;

3 - extension urbaine => utilisation de terre agricoles => baisse superficie irriguée => baisse recettes organisme => difficultés financières ; solution = législation supplémentaire adoptée par l'Etat de Californie.

35 R<sub>7</sub> :

Ing. VICENT CISLAK, CSs. et Ing. GERHARD HEMERKA, CSs. — *ORGANISATION DU FONCTIONNEMENT ET DE L'ENTRETIEN DES SYSTEMES D'IRRIGATION EN TCHECOSLOVAQUIE* p. 113-123.

L'article décrit les différents modes d'organisation de la gestion (contrôle de la fonction), de l'entretien et des réparations en Tchécoslovaquie, et cela en fonction du système d'irrigation (petite surface, moyenne ou grande surface) et selon l'état intéressé (République Socialiste Tchéque ou Slovaquie).

Vu les problèmes rencontrés, l'Institut de Recherches d'irrigation a élaboré les principes d'organisation de la fonction et de l'aménagement des systèmes d'irrigation de grandes surfaces réalisées. Ainsi, le Centre d'irrigation sera désormais le seul exploitateur de ces systèmes d'irrigation de grandes surfaces; il doit assurer outre ses tâches traditionnelles (gestion, entretien et réparation), l'observation du régime d'irrigation sur la surface donnée. La fonction sera assurée par le biais d'un contrat de coopération entre le centre d'irrigation, les entreprises agricoles et la gestion d'Etat d'Amélioration.

35 R<sub>8</sub> :

Zdenek FUSCA, uv. Eng. (Tchécoslovaquie). — *ENTRETIEN DES SYSTEMES DE DRAINAGE EN TCHECOSLOVAQUIE* p. 125-130.

L'auteur décrit l'entretien des systèmes de drainage en CSSR, et ses principes. Il analyse aussi en détail le principe de la norme « l'entretien des installations de drainage » et décrit quelques moyens et installations d'entretien mécanique d'origine Tchécoslovaque.

35 R<sub>9</sub> :

J. MOSNY, J. BODNAR, G. RYBAN et J. ADAMOVIČ (de la Tchécoslovaquie). — *EXPLOITATION DES SYTEMES D'IRRIGATION EN TCHECOSLOVAQUIE* p. 131-137.

La communication rappelle quelques données sur les superficies agricoles (1,4 millions d'hectares) néces-

sitant l'irrigation, celles irriguées actuellement (270.000 ha) ainsi que les systèmes d'aménagement et de subventions prévus par l'Etat pour encourager le développement de l'irrigation.

La gestion des systèmes d'irrigation est basée sur des plans annuels. Le plan opérationnel d'irrigation est élaboré hebdomadairement sur la base des demandes des entreprises agricoles, des conditions météorologiques et climatiques, et des résultats obtenus par traitement sur calculateurs.

Certains efforts sont entrepris pour encourager la création d'entreprises spécialisées intercoopératives pour la conduite de l'irrigation, la gestion et l'entretien des réseaux.

35 R<sub>10</sub> :

Masami AKAMOTO et KEE SEUNG PARK (de la F.A.O.). — *SYSTEME D'IRRIGATION A ROTATION D'UN PROJET A GRANDE ECHELLE. SES AVANTAGES ET SES INCONVENIENTS* p. 139-147.

La communication décrit le système d'irrigation des rizières par rotation (irrigation progressive de chaque parcelle de rizière, la distribution d'eau à chaque parcelle étant assurée de façon égale et permettant d'éviter les inégalités) comparativement au système d'irrigation normalement adopté et dénommé par flot. Le système d'irrigation par rotation aboutit à une importante économie en eau et en main d'oeuvre (50% pour la main d'oeuvre), cependant, il est moins pratique comparée au système par flot et ce du point de vue équipements et contrôle de l'eau, de plus la méthode reste limitée.

En conclusion, les auteurs pensent qu'il convient d'utiliser le système d'irrigation par flot dans les canaux principaux et latéraux et le système d'irrigation par rotation dans les canaux secondaires et tertiaires plus en aval et dans les rigoles des fermes.

35 R<sub>11</sub> :

JIMMY H. SINGH et RAYMOND A. WILKINS (de la GUYANE). — *TECHNIQUES APPLIQUEES POUR UN DRAINAGE EFFICACE A OGLE SUGAR ESTATE* p. 149-166.

La communication rapporte les résultats acquis (amélioration sensible de production de canne à sucre) par la réalisation d'un système de drainage dans des plantations de canne à sucre en Guyane. Elle décrit les efforts déployés par les ouvriers des exploitations lors des grands orages pour assurer le bon fonctionnement du système de drainage réalisé.

35 R<sub>12</sub> :

M. KEMBLOWSKI et MIODUSZEWSKI (de Pologne). — *CALCUL NUMERIQUE DES IRRIGATIONS SOUTERRAINES* p. 167-174.

Il est décrit dans ce rapport l'essai des calculs numériques de l'écoulement souterrain pendant l'irrigation par la méthode de la différence finie, compte tenu de l'évaporation ou de l'infiltration.

On tient également compte de la pénétration partielle des fossés et d'une configuration du lit, quand on établit que l'infiltration est unidimensionnelle.

35 R<sub>13</sub> :

J.J. MOSIEJ (de la POLOGNE). — *APPLICATION DU MODELE MATHEMATIQUE AU PROBLEME DE DISTRIBUTION D'EAU* p. 175-180.

La note présente les résultats du calcul des hydrographes débits et hauteurs d'eau dans les sections initiales pour la réalisation hydrographique dans la dernière section du canal. Le modèle mathématique est basé sur les équations différentielles de Saint Venant. Ce graphique présente les résultats du calcul du canal avec la dérivation et l'arrivée.

35 R<sub>14</sub> :

G. PRICOP, IONESCU, BERAR et GHIZELEA (de Roumanie). — *LE CONTROLE DES SYSTEMES D'IRRIGATION ET DE LA GESTION DES EAUX* p. 181-200.

Les auteurs décrivent deux modèles de calcul informatique, le premier en utilisant l'équation de Gardner pour simuler l'évolution possible de l'humidité du sol, le second en utilisant la programmation linéaire pour la répartition de l'eau et ce dans le but d'évaluer avec précision et à une grande échelle l'eau nécessaire aux cultures et la répartition de l'eau.

35 R<sub>15</sub> :

Dr. Gy MARJAI (de Hongrie). — *LE CONTROLE DE L'EXPLOITATION D'UN SYSTEME D'IRRIGATION SUR LA BASE D'EXAMEN DU RENDEMENT* p. 201-208.

L'auteur nous rapporte les résultats obtenus pour la définition des indices de rendement pour le terrain du champ d'irrigation, la station d'irrigation et le système complet d'irrigation (mesures des efficacités à la parcelle, du réseau et de la station principale). Ainsi, le rendement technique du système total serait de 30 à 40%, alors que le rendement réel serait encore plus faible.

35 R<sub>16</sub> :

Dr. FRANZ A. SIEGERSTETTER (de la R.F.A.). — *FONCTIONNEMENT DU SYSTEME D'IRRIGATION GOUTTE A GOUTTE « GELEAD » SUR DES TERRAINS TRES INCLINES* p. 209-214.

Le rapport nous explique comment il est possible de parvenir à irriguer des terrains à forte pente par le moyen de soupapes d'admission développées pour la conduite de l'irrigation en goutte (goutte à goutte) et ce avec l'aide d'une programmation mise au point spécialement pour cette fin.

35 R<sub>17</sub> :

J. BENETIN, D. HUSKA et A. KOLAR (U.R.S.S.). — *LE CALCUL DE LA FONCTION DE L'OPERATION D'UN DRAINAGE CONTROLE* p. 215-225.

Les auteurs nous rapportent les méthodes de calcul (résolution de plusieurs équations, chacune aboutissant à la détermination de la valeur d'un paramètre) pour la détermination des caractéristiques stochastiques de la fonction drainage et ce pour les différents cycles d'une période végétative. Les différents calculs ont abouti à l'établissement d'un graphe permettant la détermination de la valeur du débit capillaire éventuel d'écoulement d'eau nécessaire dans les différents cycles de végétation.

35 R<sub>18</sub> :

H. H. KHAN (d'Angleterre). — *AMELIORATION DE LA GESTION DES IRRIGATIONS AU JAVA D'EST* p. 227-260.

L'Ile de Java en Indonésie compte actuellement 900.000 ha irrigués dont la moyenne partie a été réalisée avant la seconde guerre mondiale. L'étude nous décrit les procédés (améliorations et modifications apportées au système actuel) d'exploitation recommandés pour permettre une meilleure utilisation des ouvrages et réseaux existants.

35 R<sub>19</sub> :

IVAN VARLEV (de Bulgarie). — *CONVERSION DES RESEAUX DE CANAUX D'IRRIGATION PAR RUISSELLEMENT A DES RESEAUX AUTOMATISES DE CANALISATIONS SOUTERRAINES* p. 261-271.

L'auteur nous décrit un réseau d'irrigation à la raie par conduites souterraines, où l'eau est distribuée par des tuyaux mobiles actionnés sous la pression de l'eau. La pression minimum nécessaire au fonctionnement du système est de 2 m. L'alimentation des raies et l'arrêt de l'eau se font par vannes automatiques actionnées par voie électrique ou hydraulique, le fonctionnement de ces vannes nécessitant une pression variant de 0,15 à 0,25 atm.

35 R<sub>20</sub> :

A. H. CHAKIB (d'Iran). — *EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES RESEAUX D'IRRIGATION D'ISPAHAN* p. 273-287.

L'organisation de l'eau de la région d'Ispahan (O.E. R.E.) rencontre certains problèmes provenant de l'exploitation simultanée de réseaux de structure et d'organisation différentes. La communication nous décrit les fonctions qui sont ou seront assumées dans l'avenir par le service de l'exploitation nouvellement conçu et créé et dont la mise en place est en cours :

- fonctionnement de l'irrigation;
- vulgarisation agricole;
- entretien du réseau d'irrigation et des réseaux annexes tels que assainissement, drainage, circulation, transmission, etc.,

35 R<sub>21</sub> :

C. V. GOLE et M.L. SHANKARAN (d'Inde). — *AMELIORATION ET MODERNISATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION EN INDE* p. 289-304.

Le rapport nous décrit brièvement le développement de l'irrigation en Inde, les besoins de l'agriculture irriguée moderne, les défauts importants des systèmes d'irrigation dans le pays ainsi que les mesures destinées à leur amélioration et modernisation: ce qui aboutit à des économies considérables dans l'utilisation de l'eau. L'utilisation intégrée et conjointe des eaux de surface et des eaux souterraines et les transferts massifs inter-bassins de grande envergure faciliteront également l'irrigation des grandes surfaces.

35 R<sub>22</sub> :

J. A. MURRAY (D'Inde). — *EXPLOITATION, ENTRETIEN ET MODERNISATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION DES DELTAS DU KRISHNA ET DU GODEVERY DANS L'ETAT D'ANDHRA PRADESH (INDE)* p. 305-326.

L'auteur nous décrit toutes les mesures adoptées pour l'amélioration de l'utilisation des disponibilités d'eau et des systèmes d'irrigation existants dans les deltas du Krishna et du Godévery (900.000 ha irrigués actuellement dont une grande partie aménagée depuis la dernière moitié du 19<sup>e</sup> siècle): construction de barrage (renforcement et substitution aux barrages construits il y a 120 ans environ), protection de terres inondables et minimisation des pertes des eaux de crues, institution d'impôts spéciaux pour l'exécution du plan maître et pour l'entretien des aménagements réalisés, surveillance des réseaux de drainage et des crues, introduction des cultures à haut rendement et modernisation des réseaux avec création d'un service spécialisé.

35 R<sub>23</sub> :

Ch. PUYO et J.M. ALLARD (de France). — *IMPORTANCE DU ROLE D'UN ORGANISME DE GESTION DANS LES RESEAUX D'IRRIGATION PAR ASPERSION* p. 327-343.

Les auteurs nous décrivent l'importance de l'utilisation d'un service d'entretien et de gestion des installations, un des gages de la réussite d'une opération de développement des irrigations et un des moyens les plus efficaces pour parvenir rapidement à une utilisation rationnelle et économique de l'eau. Les activités de ces services peuvent se résumer à 4 fonctions (entretien et surveillance des installations, gestion administrative et financière, conseil de la direction du projet sur les extensions et amélioration à apporter aux réseaux, vulgarisation éventuellement). Les rapports annuels de gestion (énergie consommée, volume d'eau pompé, volume d'eau distribué, superficies irriguées, doses employées.) permettront à la direction du projet d'orienter sa politique de développement des réseaux et d'optimiser la rentabilité des aménagements.

35 R<sub>24</sub> :

M. G. BOS et C. STORSBERGEN (de la Hollande). — *LES PERSONNELS EMPLOYÉS DANS L'EXPLOITATION D'UN PROJET D'IRRIGATION*, p. 345-354.

Le rapport nous décrit :

a) comment optimiser l'emploi du personnel disponible en fonction de l'ampleur d'un projet d'irrigation ;

b) comment l'information remonte du consommateur à la direction du projet et comment les instructions, basées sur cette information, sont données.

Une enquête à diffusion mondiale a permis de définir le type de personnel à employer pour le fonctionnement d'un projet d'irrigation.

35 R<sub>25</sub> :

Dr. Emil STRAHILOV, Dr. Ilija TRIFONOV, KRUM SPASSOV et Alexander YOTOV (de la Bulgarie). — *AUTOMATISATION DE LA DISTRIBUTION DE L'EAU DANS LE RESEAU D'IRRIGATION DE KARAISSSEN EN BULGARIE* p. 355-364.

Les auteurs nous décrivent les systèmes de contrôle et de transmission des informations relatives au fonctionnement d'un système d'irrigation classique comprenant une prise d'eau à partir d'une retenue de régulation annuelle, d'une station de pompage, de canaux revêtus pour le transport, de station de pompage et de canalisation pour l'irrigation par aspersion. Tous les systèmes de contrôle locaux sont automatiques.

35 R<sub>26</sub> :

R. TRUCA et J. TOLOCHARD (de la France). — *EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DU DRAINAGE* p. 365-377.

Les auteurs nous décrivent des procédures particulières d'entretien d'un réseau de canaux en terre à partir d'un réservoir, réseau desservant en eau une poche de 15.000 ha de marais :

- entretien des canaux et des stations de pompage ;
- description des machines utilisées pour l'entretien et critères déterminant le choix des matériels en fonction des travaux à exécuter et des conditions d'exécution ;
- service d'entretien et coordination entre personnels d'exploitation et personnels d'entretien ;
- organisation pour l'exploitation et l'entretien (administration, organisation du service et rôles du personnel d'exploitation pour le fonctionnement et la surveillance du réseau).

35 R<sub>27</sub> :

F. PELLISSIER (de France). — *INVENTAIRES, MESURES ET ETUDES SUR L'ENSEMBLE DES EAUX D'IRRIGATION DE LA BASSE DURANCE EN VUE DE LEUR MODERNISATION* p. 379-389.

Le rapport traite des dispositions prises pour inventorier simultanément les irrigations pratiquées à partir de 15 grands canaux se répartissant l'eau de la basse Durance, pour en évaluer le fonctionnement afin d'orienter les programmes d'ensemble de modernisation. La méthodologie des études axées sur la collecte de données est développée dans la communication.

35 R<sub>28</sub> :

Dr. JUAN DELGADO MORALES et Dr. RICARDO GRANDE COVIAN (d'Espagne). — *PANORAMA DE L'ADMINISTRATION D'IRRIGATION EN ESPAGNE*, p. 391-415.

Les auteurs nous donnent un intéressant aperçu historique de l'irrigation en Espagne depuis la période romaine. Ils nous décrivent aussi l'organisation de l'irrigation en Espagne.

35 R<sub>29</sub> :

Vlaski GORGI et RADEVSKI ALEKSANDAR (de Yougoslavie). — *SYSTEME D'IRRIGATION « TIKVES » ET SES IMPACTS ECONOMIQUES* p. 417-425.

Le rapport nous décrit le système d'irrigation de « Tikves » en Macédoine. 20.230 ha bruts équipés sur 36.710 bruts irrigables. 20 % de la superficie irriguée en surface et 80 % en aspersion (pluie artificielle).

35 R<sub>30</sub> :

Bora GOOZDMAC et Soetlana POTKORRYAK (de Yougoslavie). — *ORGANISATION ET ECONOMIE D'IRRIGATION EN VOJVODINA* p. 427-430.

Le rapport nous décrit globalement le projet d'irrigation de Voïvodine (irrigation de complément) : 500.000 ha irrigables, unités d'irrigation variant de 500 à 3.000 ha.

35 R<sub>31</sub> :

N. S. MILJKOVIC, Z. MILOSEV et V. HADZIC (de Yougoslavie). — *PHENOMENE DE SALLINATION SECONDAIRE DANS CERTAINS SOLS DE LA VOJVODINA (PROVINCE DE YOUGOSLAVIE) et MESURES POUR SON CONTROLE* p. 431-439.

Le rapport nous présente deux formes de salinisation, la première existante déjà même à la surface du sol, la seconde encore localisée dans le sous sol, salinisation résultant de l'irrigation excessive, ainsi que les solutions apportées, principalement le drainage et le contrôle chimique régulier du sol.

35 R<sub>32</sub> :

J. S. ABBOTT et W. J. WILKIN (d'Australie). — *RECONSTRUCTION DU SYSTEME DES CANAUX DE HUVEG* p. 441-455.

Le rapport nous décrit le projet de reprise du réseau de conduites existant depuis 1916 et repris au cours des années 40 d'un projet d'irrigation de 1.214 ha. La comparaison économique entre deux possibilités: garnissage des canaux existants (reprise de revêtement existant) en remplacement par tuyaux a amené le choix de la seconde solution. Des précisions sur les paramètres d'irrigation retenus nous sont fournies aussi.

35 R<sub>33</sub> :

El. Tayeb Abdel RAZIG (du Soudan) et G. L. ACKERS (d'Angleterre). — *LE DEVELOPPEMENT D'UNE ORGANISATION PAR UN NOUVEAU PROJET D'IRRIGATION* p. 457-494.

Les auteurs nous décrivent le développement d'un projet particulier après l'étage étude de faisabilité et jusqu'à l'exploitation complète du projet. Ils nous présentent les coûts de construction des logements, bureaux et ateliers, équipements agricoles et d'entretien.

35 R<sub>34</sub> :

LE COMITE NATIONAL HOLLANDAIS. — *EXPLOITATION ET ENTRETIEN DANS LA PARTIE NORD DE LA PLAINE DE CHAO PHYA EN THAILANDE* p. 495-507.

Le rapport se réfère aux suggestions faites par un bureau d'études pour une organisation efficace du projet de Chao Phya (16.000 ha) après la réalisation du remembrement des parcelles.

35 R<sub>35</sub> :

Igor RADCENKO et FRANTISEK KULHAVY (de Tchécoslovaquie). — *DRAINAGE ET IRRIGATION DES SOLS PAR DES SYSTEMES DE CONTROLE AUTOMATIQUE DU DRAINAGE* p. 509-526.

Les auteurs nous décrivent un système automatique de drainage et les principes pour l'évaluation de ses paramètres et de son efficacité opérationnelle après avoir classé les systèmes de drainage en 4 catégories:

- drainage systématique classique avec écoulement non contrôlé (appliqué dans les régions humides);
- drainage systématique avec écoulement contrôlé;
- drainage contrôlé;
- drainage contrôlé automatiquement.

les trois derniers systèmes étant appliqués dans les régions semi-arides et arides.

Le système décrit est, en fait, une méthode d'irrigation souterraine dont les résultats sont comparés avec ceux des différentes méthodes d'irrigation.

35 R<sub>36</sub> :

KLAUS P. GILLES (de la République Fédérale Allemande). — *ASPECTS DE L'OPTIMISATION DU SYSTEME D'ENTRETIEN DES CANAUX* p. 527-547.

Après avoir classé les facteurs influençant le coût final de l'entretien des canaux en 2 catégories:

- facteurs décisifs ne pouvant changer après la construction des canaux et
- facteurs pouvant changer ou influencer les différentes méthodes d'entretien appliquées.

Les auteurs démontrent comment la simple estimation du coût de construction d'un canal ne suffit pas pour donner le coût réel du réseau puisque le coût d'entretien actualisé au moment de la réalisation des canaux est d'au moins 70% du coût de réalisation sinon égal. Une connaissance et une estimation détaillées des moyens et méthodes d'entretien s'imposent avant le choix définitif des caractéristiques des canaux.

35 R<sub>37</sub> :

I. TUNCER et I. BOZKURT (de Turquie). — *EXPLOITATION ET ENTRETIEN DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE EN TURQUIE* p. 549-586.

Les auteurs nous fournissent un aperçu général de l'évolution de développement des irrigations en Turquie, nous décrivent les divers services chargés de la réalisation des projets d'irrigation et de drainage ainsi que de leur exploitation du remboursement des dépenses pour l'exploitation et l'entretien des réseaux, l'exécution des travaux d'entretien etc..

L'exploitation et l'entretien sont assurés par la Direction Générale des Travaux Hydrauliques d'Etat (D.S.I) par des unités responsables pour 10.000 ha irrigués (Unités du Génie Rural pour l'exploitation et l'entretien). Ces unités sont réorganisées en Division dès que la superficie irriguée du projet atteint les 35.000 ha.

35 R<sub>38</sub> :

Riota NAKAMURA (du Japon). — *METHODE GRAPHIQUE PRATIQUE POUR L'OPTIMISATION DU FONCTIONNEMENT ET DE LA CAPACITE DES RESERVOIRS REGULATEURS DES RESEAUX D'IRRIGATION* p. 587-599.

L'auteur nous décrit une méthode analytique et graphique pour l'évaluation du volume optimum des réservoirs régularisant les débits délivrés aux irrigants, ce qui permet de faire correspondre les débits délivrés aux fluctuations de la demande et réduit considérablement les pertes d'eau estimées à 30% du volume total délivré. Cette méthode graphique permet d'obtenir des valeurs exactes pour les cas complexes et irréguliers.

35 R<sub>39</sub> :

SHIGEHICO TAKEGAKI (du Japon). — *LES PROBLEMES TECHNIQUES DANS LE CONTROLE DE L'EAU D'IRRIGATION AU JAPON*, p. 601-614.

Le rapport nous décrit le système spécial existant au Japon pour l'utilisation de l'eau dans l'agriculture et plus spécialement pour l'irrigation des cultures du riz dans les régions montagneuses, ainsi que les systèmes conventionnels pour la distribution de l'eau des rivières aux terres basses. L'eau est administrée par les organismes locaux appelés Améliorations foncières locales (régis par des règlements spécifiques) qui sont chargés aussi de l'entretien et de la reconstruction des réseaux.

35 R<sub>40</sub> :

Hidehiko SHIRAIISHI KAZURNI IWASAKI et YOHICHI ITO (du Japon). — *APPLICATION DES MODELES MATHEMATIQUES DE SIMULATION POUR L'AMENAGEMENT DES FACILITES DES RESEAUX DE DRAINAGE ET D'IRRIGATION* p. 615-635.

Les auteurs nous décrivent le développement mathématique de simulation dont le but est l'obtention d'une meilleure et plus efficace utilisation de l'eau d'irrigation au Japon tout en prenant en considération l'accroissement considérable de la demande d'eau industrielle connue au Japon ces dernières décades.

Les différentes lois physiques sur l'écoulement de l'eau sont traitées et introduites dans le modèle.

35 R<sub>41</sub> :

Huoyuki OGATA (du Japon). — *PLANIFICATION DES SYSTEMES POUR L'AMENAGEMENT DU DRAINAGE* p. 637-662.

L'auteur nous décrit le système de drainage — irrigation de la plaine de Shinkawa River avec les différentes étapes de son évolution (système initial, télécommande de différents mécanismes, télétransmission de l'information et méthode de contrôle par ordinateur). Le système de drainage est composé de différents réseaux dont l'utilisation adéquate des vannes de contrôle permet le bon fonctionnement du système.

35 R<sub>42</sub> :

R. PORCHERON (de la France). — *L'EXPLOITATION ET L'ENTRETIEN DES RESEAUX D'IRRIGATION* p. 663-705.

L'auteur nous décrit le système d'exploitation, d'entretien et de maintenance employé au projet « Canal de Provence », système adopté par évolution et en fonction de l'expérience acquise. Le projet domine une superficie irriguée de 60.000 ha avec plus de

3.000 km de conduites, 250 km d'ouvrages principaux, 25.000 prises d'eau, etc.,

L'auteur nous décrit le système de collecte de l'information, l'analyse et l'utilisation de cette information pour une meilleure exploitation à un coût minimum.

35 R<sub>43</sub> :

A. HAGTING et F.C. ZUIDIMA (des Pays-Bas). — *APPLICATION DE LA RECHERCHE OPERATIONNELLE PENDANT LA DUREE DE L'EXECUTION DES RESEAUX DE DRAINAGE*, p. 707-727.

Les auteurs traitent des aspects opérationnels avec les recherches concernant l'installation d'un système souterrain de drainage dans la région de IJsselmeerpolders aux Pays-Bas, ainsi que l'effet de la pose de canalisations de drainage. Certains coûts et données concernant l'exécution des réseaux de drainage nous sont fournis.

35 R<sub>44</sub> :

D. R. SIKKA (de l'Inde). — *POINTS IMPORTANTS DES PROBLEMES D'ADMINISTRATION ET D'ENTRETIEN RELATIFS A LA CONVERSION DE L'IRRIGATION PAR BARRAGES MOBILES SUR LES RIVIERES A CELLE PAR RESERVOIRS AU « RICE BELT » DE L'ETAT DE MADHYA PRADESH EN INDE* p. 723-738.

La communication intéresse les projets d'irrigation alimentés par les rivières dans la région de Chhattisgarh en Inde. L'auteur nous décrit les projets ainsi que les efforts entrepris pour améliorer l'efficacité des réseaux, l'utilisation de l'eau et étendre la superficie irriguée (riz) de 300.000 à 900.000 ha. Il nous donne l'organisation et les règles de l'exploitation et de l'entretien appliquées.

35 R<sub>45</sub> :

A. M. IBRAHIM (du Soudan). — *ORGANISATION DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE AU SOUDAN AVEC REFERENCE SPECIALE AU PROJET DE GEZIRA* p. 739-747.

L'auteur nous donne un aperçu général de l'agriculture et de l'importance de l'irrigation au Soudan et, plus particulièrement, décrit en détail les projets (réalisés ou programmés) dans la région de Gezira.

Le développement des ressources en eau, la réalisation des projets d'irrigation, leur gestion et exploitation ainsi que le développement de l'énergie électrique pour les besoins domestiques et industriels, sont du ressort du Ministère de l'Irrigation.

L'entreprise publique pour la production agricole organise, pour sa part, toutes les activités publiques en unités de production dans des organisations administratives indépendantes.

35 R<sub>48</sub> :

LAHLOU Othmane, BENNANI Abdellatif et AIT KADI Mohamed (du Maroc). — *ORGANISATION DE LA GESTION, DE L'EXPLOITATION ET DE L'ENTRETIEN DES RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE DANS LES GRANDS PERIMETRES IRRIGUES DU MAROC* p. 749-795.

Après un rappel des données générales de l'agriculture et plus particulièrement de l'irrigation au Maroc, les auteurs rapportent les problèmes et difficultés observés dans les divers projets d'irrigation et de drainage au Maroc et introduisent les bases d'une organisation appropriée de l'administration des aménagements en question. Les tâches de gestion, d'exploitation et d'entretien doivent être confiées à un service indépendant. De plus, les bénéficiaires doivent être organisés en coopératives ou associations pour s'occuper de l'entretien des équipements internes, l'administration ne prenant en charge que la maintenance des équipements externes.

35 R<sub>49</sub> :

B. POPOV, T. TZOUTCHEV et CHRISTOV (de la Bulgarie). — *INTRODUCTION DU CONTROLE ET DE LA GESTION AUTOMATIQUES DE LA DISTRIBUTION D'EAU COMME UN MOYEN DE LA MODERNISATION DES RESEAUX D'IRRIGATION EN REPUBLIQUE POPULAIRE DE BULGARIE* p. 797-805.

La capacité des systèmes d'irrigation installés dans le passé en Bulgarie ne correspondant plus aux besoins modernes, il devient nécessaire de procéder à la modernisation de la distribution d'eau par l'introduction de l'automatisme. Cette modernisation est exécutée en deux phases :

- changement apporté aux paramètres du système;
- mécanisation des procédés et changement dans l'algorithme de la gestion du système par l'introduction de l'automatisme.

35 R<sub>50</sub> :

G. S. DHILLON, R.N. SHARMA and MAHINDER KUMAR (de l'Inde). — *CONTROLE DE LA VEGETATION AQUATIQUE DANS LES CANAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE* p. 807-812.

Les auteurs décrivent 3 méthodes différentes de contrôle de la végétation et spécialement de la jacinthe de l'eau, de la Typha et de diverses autres végétations submergées :

- utilisation du 2,40 D en solution pour la destruction de la jacinthe d'eau;
- méthode d'éradication submergée pour la destruction de la Typha;
- méthode d'assèchement pour la destruction de la végétation submergée.

35 R<sub>51</sub> :

Matei VIRGEL (de la Roumanie). — *ORGANISATION DE L'EXPLOITATION ET DE L'ENTRETIEN DE GRANDS PROJETS D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE DANS LA REPUBLIQUE SOCIALISTE DE ROUMANIE* p. 813-822.

L'auteur traite de la conception moderne des fonctions exploitation et entretien des réseaux d'irrigation et de drainage appliquée à des réseaux étendus en Roumanie et nous donne des détails concernant les moyens d'action de chaque bureau spécialisé ainsi que d'organisation elle-même. Les surfaces optimums sont de 20 à 30.000 ha pour les réseaux d'irrigation et de 30 à 50.000 ha pour ceux de drainage.

35 R<sub>52</sub> :

EDWIN F. SULLIVAN et Laurence R. SWARNER (des Etats Unis). — *RECONSTRUCTION ET MODERNISATION DES RESEAUX D'IRRIGATION* p. 823-829.

Les auteurs consacrent leur rapport au problème du réaménagement et de la modernisation des réseaux et nous donnent l'exemple du « Bureau of Reclamation » qui a lancé un programme d'inspection périodique concernant les réseaux d'irrigation réalisés par lui. Un programme de recherches a été établi dans le domaine de l'automatisme pour les réseaux ouverts et enterrés.

35 R<sub>53</sub> :

Dr. Jésus FERNANDEZ MORENO et Dr. LUISMATE MORENO DE MOUROY (de l'Espagne). — *TRAVAUX D'ASSAINISSEMENT REALISES POUR L'AMENAGEMENT AGRICOLE DES SOLS DU CENTRE D'EXPERIMENTATION AGRONOMIQUE DE « LA MELUSA » EN HUESCA (ESPAGNE)* p. 831-856.

Les auteurs nous décrivent les travaux de drainage réalisés dans le centre d'Expérimentation de « La Melusa » dans la région de Huesca, travaux dont les objectifs sont :

- diminution du contenu salin du sol par lavage abondant et drainage;
- amélioration des conditions de conductivité hydraulique du terrain par un labour approprié.

Les auteurs nous fournissent les détails sur les caractéristiques techniques du réseau de drainage réalisé, sur les coûts des travaux réalisés ainsi que sur les résultats obtenus.

35 R<sub>54</sub> :

E. ZEWADA et G. NAZARUK (de Pologne). — *L'EXPLOITATION DES SYSTEMES D'ASSAINISSEMENT SUR LES HERBAGES EN POLOGNE* p. 857-867.

Le rapport nous présente l'organisation de l'exploitation des systèmes d'assainissement en Pologne avec l'exemple de l'aménagement du domaine de tourbière « Wizna » dont la superficie atteint 10.000 ha environ.

## NOUVELLES DE L'INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II

• Du 8 au 21 octobre 1978, M. Firdawcy, Secrétaire Général de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, MM. Besri et Guessous, Professeurs, se sont rendus en Grande Bretagne pour prendre contact ou resserrer les liens existants avec quelques universités et centres de recherches.

Ils ont pu ainsi visiter les universités de Reading, de Nottingham, et d'Edimburg, l'Institut de recherches de Hurley, le Centre National d'Agriculture de Stoneleigh, enfin, le collège d'Agriculture de Writtle. A la prochaine rentrée scolaire (septembre 1979), plusieurs étudiants et enseignants de l'Institut iront effectuer des stages de formation en Grande Bretagne.

• Durant la deuxième quinzaine d'octobre, l'Institut a accueilli une mission d'évaluation de l'A.I.D. composée du Dr. Buddemeier, Vice-Doyen en Agriculture Internationale à l'Université d'Illinois, du Dr. Keeper, Doyen de la Faculté d'Agriculture de l'Université d'Illinois Sud, du Dr. Rennes, Président de l'Université du Montana et du Dr. Brown, Directeur Adjoint de la Faculté d'Agriculture de l'Université Cornell. Cette mission qui avait pour but d'évaluer les progrès de coopération relatif à l'Enseignement Agricole Supérieur a visité successivement l'I.A.V. Hassan II, l'E.N.A. de Meknès et le Complexe Horticole d'Agadir.

• Du 5 au 10 novembre 1978 s'est tenue à Paris la Conférence Générale de l'UNESCO ; M. Abdallah Bekkali, Directeur, en tant que Président du Comité MAB du Maroc, a participé à la Commission des Sciences Exactes et Naturelles et y a fait une intervention.

• La Conférence Générale de l'Association des Facultés Agronomiques d'Afrique s'est tenue à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II du 27 novembre au 2 décembre 1978. 72 doyens, directeurs, enseignants chercheurs, représentant cinquante deux établissements agronomiques supérieurs membres de l'A.F.A.A., appartenant à vingt

quatre nations africaines, ont participé aux travaux de la Conférence Générale en présence d'observateurs de la FAO, de l'UNESCO, et de divers organismes de coopération ou établissements internationaux.

Les participants ont discuté l'étude présentée par l'AFAA concernant les systèmes d'enseignements et de recherche dans les Facultés Agronomiques d'Afrique ; ils ont pu réaliser un modèle de cours post-universitaire sur la protection des végétaux, et ils ont également discuté les problèmes de recherche et du développement de la campagne.

A l'issue des travaux, les participants ont décidé que la prochaine conférence se réunirait à Akkra, Ghana, et ils ont procédé à l'élection du nouveau Comité Exécutif : M. Abdallah Bekkali, Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, a été élu Président de l'AFAA, il sera assisté d'un vice-Président du Nigéria, d'un Secrétaire - Trésorier guinéen et de quatre membres du Kenya, de Lybie, du Ghana et d'Egypte. Ce Comité Exécutif tiendra sa première réunion à Nairobi en mars 1979.

• L'Association Nationale pour la Production Animale (A.N.P.A.) et l'Association Nationale pour la Production, la Protection et l'Amélioration Végétales (A.N.A.P.P.A.V) ont organisé conjointement à l'Institut des Journées d'Etudes sur la Production Fourragère les 14 et 15 décembre 1978. Près de deux cent participants ont suivi les travaux du séminaire qui a comporté treize exposés :

— La première journée a été consacrée à l'étude du système fourrager à travers les différentes régions du Maroc.

— Le deuxième jour, des exposés à caractères techniques ont mis en lumière les différents essais réalisés par l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, par l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès et par la Direction de la Recherche Agronomique.

## NOUVELLES BREVES

### • NOMINATIONS

Nous avons appris les nouvelles nominations intervenues au sein des Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole de l'Équipement Rural du MARA :

— JELLOULI Driss à la tête du Service de l'Équipement de l'ORMVA du Gharb

— DAOUDI Mohamed à la tête du Service de l'Équipement de l'ORMVA du Sous Massa.

— LAHBABI Mohamed à la tête du Service de la Gestion des Réseaux de l'ORMVA des Doukkala

— OUTABIHT Mohamed à la tête du Service de l'Équipement de l'ORMVA d'Ouarzazate

— YACOUBI Mohamed à la tête du Centre des Expérimentations de la DER

— LAHRECH Mohamed à la tête du Service Etudes générales de la DER

— TAZI Jamal à la tête du Service de la grande Hydraulique de la DER

— MESKI Ali à la DER.

Nos meilleurs félicitations à nos camarades et tous mes souhaits de réussite dans leurs nouvelles fonctions.

# SOMAGEC

SOCIETE ANONYME AU CAPITAL DE 3.000.000 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

## NOTE AUX AUTEURS

Les manuscrits destinés à être publiés dans la Revue « Hommes, Terres et Eaux » devront être dactylographiés avec un 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, 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.