L'irrigation du périmètre du Massa au Maroc

Pierre Honoré

Compagnie Nationale d'Aménagement du Bas-Rhône Languedoc

Introduction

La Mise en Valeur et l'Aménagement Hydro-Agricole du Périmètre du Massa, au Maroc, réalisés par les Autorités marocaines de 1971 à 1975, ont été l'occasion d'une participation française importante dans divers domaines depuis la conception initiale jusqu'à la réalisation des travaux et l'assistance à la mise en service des ouvrages, en passant par tous les stades des études.

C'est ainsi que pour le barrage et la station de pompage principale, réalisés par la Direction de l'Hydraulique du Ministère des Travaux Publics, les Ingénieurs Conseils SOFRELEC, Coyne et Bellier ont apporté un concours important tant pour les études que pour la direction des travaux.

Pour le transport de l'eau jusqu'au périmètre et l'équipement de celui-ci, part dévolue au Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Souss-Massa a confié à la Compagnie du Bas-Rhône Languedoc (Membre du Groupement d'Etudes et de Réalisations des Sociétés d'Aménagement Régional GERSAR), les études, la surveillance des travaux, ainsi qu'un rôle d'expérimentation et de vulgarisation agricoles.

Parmi les entreprises marocaines et internationales qui ont participé à cette réalisation, on peut citer en particulier les entreprises françaises suivantes :

COMPAGNIE FRANCAISE D'ENTREPRISES et SEPROB (Sté d'Exploitation des Produits Bous-siron) pour le barrage ;

SOLETANCHE pour les travaux de reconnaissance ;
INTRAFOR-COFOR pour les injections ;

BERGERON pour l'équipement de la station de pompage principale ;

CAMPENON-BERNARD pour le Génie Civil de la plupart des stations de pompage de mise en pression, pour certains ouvrages spéciaux sur canal (siphons en précontraint), et pour les réservoirs surélevés ;
SPIE-BATIGNOLLES pour une partie des réseaux d'irrigation ;

BAUDREY et PERRIER pour le matériel de filtration.

Situation du périmètre et principales caractéristiques

Le périmètre du Massa se situe dans le Sud Marocain à une soixantaine de kilomètres de la ville d'Agadir. Il couvre une superficie géographique de 30 000 hectares, donc 18 000 de superficie agricole utile (S.A.U.).

Le climat de la région, du type semi-aride à sub-désertique, est caractérisé par la faiblesse et l'inégale répartition des précipitations (pluviométrie moyenne annuelle de 230 mm recueillis en 20 à 30 jours de pluies d'automne et d'hiver), mais également par des moyennes de température relativement basses, malgré la latitude, du fait de l'influence océanique très marquée (température moyenne de 18°7 avec moyenne des minima à 12°8 et des maxima à 23°).

Les vents dominants d'Ouest (vitesse pouvant atteindre 3 à 4 m/s), ne constituent jamais un obstacle à la culture. Par contre, les vents du Sud et d'Est, qui, bien que soufflant avec une fréquence inférieure à 8 % (chergui) peuvent par les températures élevées et la faible hydrométrie qu'ils engendrent, avoir des conséquences néfastes sur certaines cultures délicates de plein champ (maraîchage notamment).

L'hygrométrie moyenne en dehors des périodes de chergui se situe autour d'une moyenne raisonnable de 75 %.

Figure 1

Enfin l'ensoleillement, notamment en hiver, est particulièrement favorable à la pratique de cultures de contre-saison.

L'irrigation est donc indispensable pour une mise en valeur.

Les sols sont constitués de sables plus ou moins limoneux, dont la texture se prête très bien à des cultures de plein-champ de type maraîchage ou céréales.

Le substratum est constitué dans la partie Est du périmètre de sables profonds (plus de 10 cm d'épaisseur), alors que dans la partie Ouest, plus délicate, il est souvent représenté par des formations calcaires, allant du simple horizon à concrétions, à la dalle calcaire, dure et épaisse. Ces formations dans tous les cas, ne constituent pas un obstacle à la culture, ni à l'irrigation, à la condition que les doses d'application d'eau soient réduites.

10 500 personnes vivent sur le périmètre ou dans ses abords immédiats. La population active, représentant 4 500 personnes environ en 1972, diminue chaque année, du fait d'une forte émigration.

97 % de la superficie agricole utile correspond à des terres "melk" ⁽¹⁾ alors que le collectif ne représente que 3 %. La taille moyenne des exploitations de 8 à 5 ha, se prête remarquablement à une agriculture de production.

L'agriculture traditionnelle pratiquée sur le périmètre est de type extensif et vivrier. Extensive à base de céréales en sec (orge principalement) à très faible rendement et vivrière, à partir des cultures maraîchères et fourragères pratiquées dans la partie Nord du périmètre et irriguées parfois par mobilisation d'eaux souterraines.

*
* *
*

Les études préalables menées parallèlement par les deux Ministères intéressés, avaient permis d'harmoniser les besoins et les apports, la taille du barrage et la dimension du périmètre.

(1) Propriété privée.

Les études confiées à la Compagnie du Bas-Rhône-Languedoc par le Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, ont tendu, dans un premier temps, à apprécier les aptitudes culturales du périmètre, en tenant compte des conditions physiques (climat, sol, eau) et humaines existantes (population) et d'objectifs de mise en valeur précis, visant à la maximisation des fonctions économiques qui servent classiquement à caractériser la rentabilité d'un aménagement hydro-agricole (valeurs ajoutées brute et nette, marge de l'agriculteur, accroissement des ressources en devises, etc...).

La confrontation des aptitudes connues du périmètre (climat notamment) et des objectifs visés par l'Autorité Supérieure, a conduit à axer la production agricole sur le maraîchage de plein-champ, de contre-saison, destiné à l'alimentation de marchés gros consommateurs de produits frais, tels que les marchés européens.

La définition des spéculations maraîchères a été opérée par une modélisation d'ensemble des conditions de productions, prenant en compte en tant qu'éléments d'entrée du modèle les spéculations jugées possibles, leur rendement à l'hectare, leur prix de vente bord-champ et sur marché après exportation, les tonnages susceptibles d'être absorbés par les différents marchés, les coûts de production, les disponibilités en eau (en volume et en débit) et en sol, les contraintes de rotation, les besoins en fumure, etc...

Cette modélisation, traitée par des moyens informatiques modernes, a permis de dégager les lignes principales du plan de culture général ou, en d'autres termes, du plan d'occupation des sols, puis en liaison avec les études d'équipement précisées ci-après, de fixer l'assolement préconisé et tenant le mieux compte, au niveau de l'unité culturale élémentaire, des contraintes de productions existantes.

Dans un second temps, ces études ont eu pour objet de définir les différents schémas possibles d'équipement, notamment hydraulique, de retenir celui qui servait le mieux les intérêts financiers de la collectivité nationale.

Deux schémas hydrauliques principaux ont été mis en parallèle. Le premier correspondant à un parti très souvent retenu au Maroc, tenait compte d'un système d'irrigation entièrement gravitaire, comportant des réseaux de canaux terrassés et portés, alimentant au niveau des parcelles des raies et rigoles irriguant les cultures.

Le second substituait l'aspersion à la distribution gravitaire, le transport de l'eau étant assuré alors par un réseau de conduites enterrées sous pression alimentant des batteries d'asperseurs.

La comparaison de ces deux schémas a permis d'abord de dégager les avantages ou inconvénients techniques liés à chacune des solutions mises en compétition.

Le gravitaire nécessitait la mise en œuvre d'un long linéaire de canaux, constituant autant d'obstacles au passage et à la culture et représentant une masse importante d'ouvrages apparents sensibles à l'ensablement par transport éolien. Mais surtout, il fallait porter au débit de cette formule, les difficultés sérieuses auxquelles conduisait la pratique du gravitaire dans des sables très filtrants ; les raies pour être correctement alimentées, ne

devaient pas avoir une longueur supérieure à 5 m rendant impossible la conduite des arrosages dans des conditions rationnelles et économiques. La charge en main-d'œuvre nécessaire pour les arrosages pénalisait sévèrement cette solution qui était cependant créditée de sa rusticité et de son classicisme.

L'aspersion permettait de supprimer, par les réseaux enterrés, une grande partie des ouvrages apparents, et ainsi de diminuer l'importance des obstacles au passage et l'influence du vent.

Mais surtout cette formule permettait d'adapter très finement la dose d'arrosage aux caractéristiques hydrodynamiques des sols, caractérisés par une capacité de rétention très faible et une perméabilité très grande. En outre, elle assurait une économie considérable en eau (par diminution des pertes par infiltration) et donc une meilleure valorisation du stockage. Elle était pénalisée cependant par la dépense d'énergie nécessaire à la mise en pression de l'eau avant son injection dans les réseaux de distribution.

Tous calculs faits, les avantages de l'aspersion sur le gravitaire, dans le cadre du projet d'équipement du Massa, sont apparus très nettement.

En 1971, le Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire prenait la décision d'équiper le périmètre en vue de son irrigation par aspersion.

A cette époque avaient été entreprises les études générales nécessaires à l'élaboration du projet d'aménagement du périmètre (pédologie à l'échelle du 1/25 000, topographie générale à l'échelle du 1/20 000 et de détail à l'échelle du 1/5 000 et 1/2 000).

Parallèlement, les essais d'adaptation et de techniques culturales entrepris avec l'Office de Mise en Valeur sur la station d'essais créée en 1971 sur le périmètre, fournissaient des éléments complémentaires de choix.

Ainsi était bâti un programme de cultures adapté au milieu et dont la production répond à une demande potentielle reconnue.

Cette production projetée à l'horizon 1980, comprend :

- 190 000 t de cultures maraichères sur 5 600 ha (dont la moitié environ en tomates) ;
- 32 000 t de céréales irriguées sur 8 000 ha ;
- et les produits d'un élevage ovin et bovin sur 3 900 ha de cultures fourragères.

L'aménagement du périmètre

L'équipement hydraulique

L'origine des eaux

L'irrigation du périmètre est essentiellement assurée par les eaux de la rivière Massa stockées derrière le barrage Youssef Ben Tachfine, construit par le Ministère des Travaux Publics et mis en service en 1973.

La capacité de stockage de l'ouvrage permet la régularisation annuelle de 90 millions de m³ disponibles pour l'irrigation.

L'étude de cette régularisation a été faite en étendant statistiquement à une longue période (300 ans) l'échantillon hydrologique connu, et en simulant une exploitation de la retenue à partir :

- de besoins en eau théoriques liés à la dimension du périmètre et modulés suivant les mois de l'année ;
- de mesures de restriction à envisager en cas de pénurie provenant d'une série d'années sèches.

Ces mesures étaient de deux ordres :

a) au début de la campagne d'irrigation, la superficie à mettre en culture est ajustée en fonction des réserves disponibles et peut être réduite jusqu'à 60 % de sa valeur maximale si le plan d'eau est trop bas (pratiquement on a adopté une loi linéaire entre la hauteur du plan d'eau et le % de restriction) ;

b) à tout moment pendant la campagne d'irrigation, si le plan d'eau descend au-dessous d'une certaine cote, les doses d'irrigation sont réduites (suivant une loi également linéaire, de 100 à 80 % de leur valeur).

Les résultats des simulations correspondant à différentes hypothèses ont permis de conclure à un barrage d'une capacité totale de 310 Mm³ permettant de régulariser un volume annuel de base de 90 millions de m³.

Ce volume permet d'irriguer, en plus d'un périmètre traditionnel (Tassila) pour lequel il faut relacher à l'Oued un volume de 6 Mm³, un périmètre nouveau de 18 000 ha environ, à raison de 4 670 m³/ha et par an.

Le barrage a fait l'objet de diverses communications, notamment dans la revue *Travaux*. Je n'en rappellerai que quelques caractéristiques principales :

- surface du bassin versant : 3 784 km² ;
- apport moyen annuel : 159 Mm³ ;
- crue maximale enregistrée : 2 550 m³/s ;
- ouvrage de type souple, recharges en alluvions et enrochements, à noyau d'étanchéité vertical avec batardeau amont incorporé ;
- hauteur maximale au-dessus de la fondation : 86 m ;
- longueur en crête : 707 m ;
- volume total des remblais : 3 750 000 m³ ;
- ouvrages d'évacuation dimensionnés pour une crue maximale de 6 900 m³/s, la crue millénaire étant évaluée à 5 150 m³/s ;
- cote de retenue normale : 116 ;
- des P.B.E. : 75 ;
- volume utile entre ces cotes : 310 Mm³.

L'ossature du réseau hydraulique

Elle comprend de l'amont vers l'aval :

- une station de pompage de pied de barrage, dite SP1 ;
- deux conduites de refoulement en acier ;
- un ouvrage de dissipation d'énergie ;
- un canal de transport de 44 km de longueur, dont 18 km de tête morte.

Nous examinerons rapidement certains points particuliers de cet équipement :

La Station de pompage SP1

Compte tenu de l'altitude du périmètre, la cote de départ du canal ayant été fixée à 116 m NGM, c'est-à-dire à la cote des plus hautes eaux dans le barrage, la station de pompage SP1 a pour fonction de refouler dans le canal la totalité du débit appelé par les réseaux de distribution, soit 6 m³/s moyens sur 24 h, en période de pointe des irrigations (en dehors du domaine d'application des consignes de restriction dont il a été fait mention précédemment).

La hauteur de refoulement est donc comprise entre 0 et 31 mètres géométriques. Cela a conduit à envisager des dispositions particulières pour les groupes de pompage, et la solution Bergeron, qui a été adoptée après mise au concours, est la suivante :

A partir d'un collecteur d'aspiration provenant de la prise dans la retenue du barrage, à la cote 55,3, deux circuits hydrauliques identiques fonctionnent indépendamment l'un de l'autre, ce qui assure une certaine sécurité dans la fourniture de l'eau.

Cette station de pompage est constituée :

- d'une partie souterraine cylindrique excavée dans le rocher, diamètre utile 9,4 m, hauteur au-dessus du collecteur de l'ordre de 10 m, raccordée par une partie tronconique à un puits vertical, et avec accès à l'extérieur par une galerie débouchant sur la risberme aval du barrage à la cote 67,5 NGM ;
- d'un puits vertical, diamètre utile 6,1 m, hauteur 20 m, excavé dans les pélites ;
- d'une partie supérieure aérienne calée à la cote 95,0.

La partie souterraine abrite deux groupes moto-pompes en dérivation sur deux conduites métalliques (Ø 1 250 mm) qui s'élèvent dans le puits jusqu'à la partie supérieure, les vannes d'isolement de ces deux groupes, et les vannes de coupure des colonnes montantes.

La partie supérieure abrite :

- quatre groupes moto-pompes alimentés par les conduites montantes ci-dessus ;

Figure 2 — La station de pompage SP1.

- les vannes d'isolement des groupes ;
- l'ensemble des auxiliaires (électriques, air comprimé, climatisation) ;
- un point roulant 10 tonnes ;
- une salle de commande.

Les groupes moto-pompes de la partie aérienne refoulent l'eau dans deux conduites métalliques Ø 1 250 mm, longues de 310 m, jusqu'au bassin de tranquillisation en tête du canal de tête morte (niveau de l'eau 116,0 NGM plus ou moins 0,20 m).

Chacun des six groupes de pompage Bergeron est constitué d'une pompe de type centrifuge à axe vertical et à une seule roue entraînée par un moteur électrique monté en chandelle sur la pompe. Les deux moteurs de la station souterraine sont à simple polarité rotorique ; ceux de la station supérieure, au nombre de quatre, sont à double polarité rotorique donc à double vitesse de rotation (420 et 585 tr/mn).

Les différents cas de fonctionnement sont les suivants :

Premier cas

Pour une cote de la retenue entre les niveaux 98,0 et 116,0 NGM, les pompes de la station souterraine sont court-circuitées, et seules fonctionnent celles de la station supérieure.

Figure 3 — Programme d'utilisation des pompes. ►

Entre les niveaux 107,0 et 116,0 NGM du plan d'eau amont, chaque pompe de la station supérieure fonctionne à petite vitesse (420 tr/mn).

Le débit minimal d'une pompe est dans ces conditions de $1,76 \text{ m}^3/\text{s}$.

Compte tenu du débit appelé dans le canal, on met en route successivement le nombre de groupes nécessaires.

Le débit minimal avec les 4 pompes en fonctionnement est de $7,04 \text{ m}^3/\text{s}$.

Deuxième cas

Entre les niveaux 98,0 et 107,0 NGM du plan d'eau amont, chaque pompe de la station supérieure fonctionne à grande vitesse (585 tr/mn).

Dans ces conditions, le débit minimal d'une pompe est de $2,45 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le débit appelé est tel que seules deux pompes fonctionnent simultanément, assurant un débit minimal de $4,90 \text{ m}^3/\text{s}$.

Troisième cas

Pour une cote de retenue entre les niveaux 75,0 et 98,0 NGM, chaque pompe de la station souterraine en fonctionnement gave une pompe de la station supérieure en grande vitesse.

Le débit moyen refoulé par chaque circuit hydraulique comprenant 2 pompes en série est de $2,45 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le débit moyen refoulé par l'ensemble de l'installation est donc de $4,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

A la cote 75,0 le fonctionnement des deux circuits en parallèle (comportant chacun deux pompes en série) permet d'assurer le refoulement minimal de $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

La mise en route et l'arrêt de la station de pompage sont commandés par le niveau de l'eau dans le canal de tête morte qui traduit l'importance du débit appelé par les irrigations.

Le canal d'amenée

Les différents éléments de cet ouvrage ont été dimensionnés pour transporter un débit permettant de fournir, à l'entrée du périmètre, après un parcours de 18 km en tête morte, le débit de pointe de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ appelé par les réseaux. Ce débit est prélevé dans le canal par 4 stations de pompage.

Figure 4 — Canal tête morte. Passage couvert. Section carrée et bache.

Les quatre premiers kilomètres du canal sont en terrain accidenté, ce qui a justifié :

- la construction de 8 baches portées en béton armé d'une longueur totale de 727 m ;
- l'adoption d'une section rectangulaire sur 1820 m de longueur en terrain rocheux ;
- et un passage en section couverte.

Un passage en terrain gypsifère a nécessité également, en section trapézoïdale normale, la mise en place d'un revêtement à base de ciment spécial.

Au-delà de ces quatre kilomètres, le tracé débouche dans la plaine en terrain relativement facile formé de sables avec un horizon plus ou moins profond de croûte calcaire. Le passage à proximité de certains villages a posé quelques problèmes de tracé.

Le profil en travers du canal est en général du type classique, trapézoïdal, revêtu en béton, certaines sections en terrain argileux comportant un drainage systématique du revêtement.

Deux siphons ont été nécessaires pour franchir des dépressions importantes (330 m et 554 m de long). Compte tenu de la pression intérieure relativement faible (respectivement 27 m et 11 m) qu'ils avaient à supporter, il a été possible d'envisager leur exécution en béton armé non précontraint transversalement. Par contre, on a retenu l'application d'une précontrainte longitudinale par câbles (8 câbles formés chacun de 12 $\varnothing$ 8).

Ces ouvrages sont à pertuis unique, de section carrée à pans coupés. Pour la mise en précontrainte, les siphons ont été divisés en deux tronçons, séparés par l'ouvrage de vidange dont les parois, épaissies en conséquence, permettent le croisement des câbles de chaque tronçon, ce qui assure la continuité.

L'ensemble se trouve sur une couche de glissement (bitume + polyane sur béton de propreté).

La précontrainte est complétée (pour compenser les pertes dues malgré tout au frottement sur l'assise) par la mise en pression de vérins plats à raison d'une section équipée par 1/2 siphon. Les joints ouverts par ces vérins sont calés ensuite au mortier de résine.

La photo 5 montre l'ensemble du siphon avec le détail de raccordement à l'ouvrage de tête.

La régulation de ce canal est du type à commande par l'aval ce qui a permis grâce aux réserves réparties dans les biefs successifs, de satisfaire le débit de pointe de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ appelé par les réseaux 18 h sur 24, en ne fournissant en tête que le débit moyen journalier de $6 \text{ m}^3/\text{s}$, et en ne dimensionnant la tête morte que pour un débit intermédiaire.

Cette régulation est assurée par 8 régulateurs délimitant 9 biefs. Le calage hydraulique et le dimensionnement du canal ont été ajustés par une simulation mathématique de son fonctionnement en régime variable (à l'aide d'un modèle mis au point en collaboration avec la Société du Canal de Provence).

Ce modèle prend en compte la modulation de la demande en chaque lieu de prélèvement sur le canal, c'est-à-dire au droit des stations de pompage de mise en pression, la loi de démarrage des pompes de SP1 alimentant le canal en fonction de la cote du plan d'eau en tête du canal, ainsi que la loi d'ouverture et de perte de charge des différents régulateurs.

Figure 5 — Siphon de section carrée, précontraint longitudinalement.

Le modèle fournit en tout point du canal et à tout instant, le débit, et la cote du plan d'eau, ainsi que le volume dans chaque bief.

Ce dernier point est important, car il permet d'une part de s'assurer que la "dérive" du calcul est acceptable (par le principe de la conservation des volumes) et d'autre part, de définir le coefficient d'utilisation des "onglets" de réserves qui a été pris comme un des critères d'optimisation du dimensionnement de l'ouvrage.

Le calcul est terminé au bout d'un temps t simulé lorsque le cycle se referme, c'est-à-dire après avoir retrouvé les conditions de l'instant ($t - 24$ h), quand le canal a été calculé avec un dimensionnement suffisant. En cas de sous-dimensionnement on assiste à une vidange progressive et au bout d'un certain temps, des biefs les plus aval ce qui permet de trouver, de proche en proche le dimensionnement optimal du canal.

Les stations de pompage de mise en pression, implantées en bordure du canal, sont au nombre de 4 (SP2 à SP5) alimentant des réseaux de superficies variant de 2500 à 7800 ha. Les pompes, à axe vertical sont au nombre de 6 pour chaque station. Les moteurs de type extérieur, ont des puissances unitaires de 240 à 650 kw. L'ouvrage d'entrée comporte un filtre automatique à tambour rotatif (2 en parallèle pour la dernière station) dont le débit est de 3550 l/s.

La régulation est assurée par détection de niveau dans un réservoir surélevé placé à proximité de la station.

Figure 6 — Station type de mise en pression.

En voici un, vu à travers un arganier, arbre typique de la région. Ces réservoirs, placés sur des buttes à proximité des stations ont une hauteur variant de 58 à 66 m, et un volume de 400 à 750 m³. Les tours, de forme générale cylindrique, à facettes, ont été construites par le procédé des coffrages glissants.

Un télécontrôle général, par câbles, permet une surveillance de tous les ouvrages, stations, réservoirs, régulateurs, niveaux dans les biefs, à partir du centre de contrôle situé au milieu du périmètre.

Les réseaux de distribution sont constitués de conduites sous pression (9 bars pression de service) qui sont en béton armé précontraint pour les diamètres supérieurs ou égaux à 500 mm et en amiante ciment pour les diamètres inférieurs.

Ces conduites alimentent des prises d'eau d'irrigation ou bornes situées en tête de chaque îlot d'irrigation. Chaque prise alimente 8 ha 30 et dispose d'une pression minimum de 3,5 bars.

L'eau délivrée par ces prises est ensuite amenée jusqu'aux asperseurs par du matériel d'arrosage constitué d'éléments métalliques assemblés au sol, composant un réseau mobile à l'intérieur des parcelles à irriguer.

Les équipements et aménagements divers

Canevas hydraulique

Chaque secteur a été découpé en unités élémentaires de production ou unités de culture par application d'une trame géométrique qui a servi de base à la définition de l'ensemble des équipements (remembrement, voirie, brise-vents).

L'unité de culture sur laquelle s'appliquera l'assolement retenu est un bloc rectangulaire de 25 hectares environ, de 660 mètres de longueur et de 384 mètres de large.

Ces caractéristiques dimensionnelles ont été dictées par la recherche des conditions optimales d'emploi du matériel d'arrosage.

Une telle trame technique implique la nécessité d'un remembrement : les parcelles d'exploitation recensées avant aménagement ont été replacées dans le cadre général du canevas décrit ci-avant.

Exploitation des ouvrages

L'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du SOUSS-MASSA exploitera avec ses moyens propres les ouvrages hydrauliques, y compris la station de pompage SP 1 et en assurera l'entretien.

Indépendamment du réseau de télésignalisation dont il a été fait mention précédemment, l'O.R.M.V.A. disposera en outre, sur chaque secteur, d'un centre d'exploitation couplé avec un centre de mise en valeur, qui sera chargé de l'entretien des ouvrages dépendant territorialement de sa compétence. Il aura notamment à charge d'organiser les arrosages et de conseiller les agriculteurs pour l'emploi du matériel mobile d'aspersion.

Aménagements fonciers

Le choix de l'aspersion a permis d'éviter le réaménagement du relief, qui aurait été nécessaire dans le cas d'une distribution gravitaire. Les seuls travaux d'aménagement foncier entrepris ont été limités au débroussaillage de zones de superficie très limitée et à la suppression des pistes existantes, une voirie de desserte systématique étant créée dans le cadre de la trame.

Brise-vents : chaque unité de culture et îlot d'irrigation sera ceinturé d'un réseau de brise-vents vifs (cyprip et casuarinas). A l'intérieur des soles de culture et en fonction de l'assolement, les agriculteurs compléteront ce réseau primaire par un réseau secondaire de brise-vents morts (roseaux en général).

L'alimentation en énergie électrique des stations de pompage a nécessité la construction d'un réseau de lignes moyenne tension (60 et 22 KV) réalisées sous la direction technique de l'Office National de l'Electricité.

L'ensemble des études et travaux du périmètre proprement dit (c'est-à-dire barrage et station de pompage principale exclus) mais y compris la fourniture de la première dotation en matériel mobile d'arrosage, sera financée par l'Etat et représente un investissement global de 180 000 000 DH soit l'équivalent de 10 000 FF par hectare équipé.

Les effets économiques de la production

Le programme envisagé devra permettre, en vitesse de croisière, d'obtenir une production dégageant une valeur ajoutée nette de 5800 DH/ha correspondant à une marge nette de 3600 DH/ha.

Les conditions de production sont importantes et il a été jugé nécessaire de mettre en place un encadrement serré des agriculteurs et des structures d'aide et de vulgarisation adéquates.

Chaque secteur comprenant plusieurs coopératives de 200 à 300 ha possède un Centre de Mise en Valeur, avec des moyens en fournitures et en matériel, et un vulgarisateur par coopérative.

Les problèmes de conditionnement de la production et de sa commercialisation ont également été abordés : une station traitera la production de 800 ha environ soit 8 600 tonnes par an.

L'exportation, organisée par l'Office de Commercialisation et d'Exportation, portera sur plus de 100 000 tonnes de légumes par an.

Figure 7

Discussion

Président : M. DARVES-BORNOZ

M. le Président remercie M. HONORE pour son exposé très clair et bien illustré par de belles diapositives. Il ouvre ensuite la discussion.

Se référant aux études qu'il a effectuées sur le périmètre du Massa vers 1949, M. MECHIN constate que, grâce vraisemblablement à un complément d'étude hydrologique, le volume d'eau régularisé en année moyenne par le barrage Youssef ben Tachfine est estimé aujourd'hui à 90 millions de m³ contre 60 millions en 1949.

Sur ce point, M. Sbihi (Direction de l'Hydraulique à Rabat) apporte les renseignements ci-après :

L'étude hydrologique conduit à estimer à 135 millions de m³ le volume écoulé au droit du barrage en année moyenne. Le

volume total de la retenue est de 310 millions de m³ ; compte tenu de la "tranche morte", le volume utile du réservoir est de l'ordre de deux fois le volume écoulé en année moyenne ce qui permet de régulariser à 75 % le volume annuel écoulé. La simulation de l'exploitation du réservoir conduit en moyenne à un volume d'eau régularisé de 90 millions de m³ par an plus 10 millions de m³ lâchés pour le petit Massa.

Une nouvelle étude de la régularisation est en cours à la demande de la Banque Mondiale — qui a financé le projet — pour tenir compte de nouvelles orientations culturelles dans le périmètre irrigué (productions exportables) ; les besoins annuels moyens passeraient ainsi de 5 000 à 7 000 m³/par an et par hectare.

Sur quels critères ont été choisis la pression d'eau aux bornes d'irrigation (35 mètres), la hauteur des réservoirs de régulation, le nombre des stations de pompage ? demande M. BLANC.

Nous avons fait une série de calculs comparatifs répond M. HONORE. Ainsi on a procédé à 3 ou 4 essais pour décider s'il valait mieux prévoir deux secteurs de chacun 2 500 hectares ou un seul de 5 000 hectares. On a pensé à des stations à double étage : l'un desservant la rive droite du canal et l'autre la rive gauche ; on a dressé divers schémas et pour chacun d'eux on a optimisé la pression d'eau et la hauteur de refoulement, compte tenu du coût des réseaux et du coût du pompage correspondant. On a fait ensuite une optimisation globale classique.

Sur une question de M. MECHIN, M. HONORE précise :

Nous avons dû prévoir des brise-vents systématiques pour réaliser une irrigation par aspersion correcte. Pendant les périodes de "chergui", vent sec qui souffle souvent pendant 10 à 15 jours, l'irrigation est concentrée sur les cultures maraîchères ; toutefois il faut signaler que la plupart des cultures se font en contresaison, c'est-à-dire pratiquement en hiver ; il n'a donc pas été nécessaire de prendre en compte les gros "cherguis" d'été. Il

n'y a guère de culture d'été sauf près des villages où l'on trouve les cultures vivrières classiques.

Comment est réalisée la "téléindication" pour les stations automatiques ? demande M. SIEBERT.

Elle est assurée, répond M. HONORE, au moyen de câbles posés le long du canal ; elle renseigne sur le nombre de groupes en fonctionnement et surtout signale les cas de "panne". Elle est un peu analogue à celles utilisées dans les réseaux du "Bas-Rhône-Languedoc" ou du "Canal de Provence".

Sur une question de M. Gilbert LEVY, M. HONORE indique que le problème de la salure des eaux ne s'est heureusement pas posé dans le périmètre du Massa.

M. MISSON s'interroge sur la possibilité pour le réservoir de couvrir l'ensemble des besoins dans le cas d'une séquence d'années sèches.

Le premier remplissage du réservoir, remarque M. HONORE, a été assez long car il a coïncidé avec des années de faible hydraulité ; mais le "démarrage du périmètre" a été lent et de ce fait, il n'y a pas eu de problème de pénurie d'eau.

Abstract

The Massa irrigation scheme (Morocco)

Implementation of the Massa irrigation scheme at a site roughly 60 kilometres from Agadir, South Morocco, started in 1971 and was completed in 1975.

In view of the local climate, with rainfall of only 230 mm unevenly distributed over the year, moderate temperatures owing to proximity of the ocean, and an abundance of sunshine, production was concentrated on off-season market produce ("truck crops") for export, based on the results of an economic model study.

Irrigation supplies are drawn from the Youssef ben Tachfine control dam on the river Massa, which has a total storage capacity of 310 million cubic metres. Operating schedules established by simulation of reservoir operation (in which provision was made for adjustment of arable land areas and water application according to storage level) will ensure distribution of roughly 90 million cubic metres of water annually ; at a rate of 4670 m³/hectare, this will provide supplies for "traditional" and "modern" service areas of 2000 and 18000 hectares respectively.

Water distribution is ensured by the following :

a) A pump station (SP1) at the foot of the dam, supplying a concrete-lined 18 km head canal comprising eight raised reinforced-concrete tanks, square canal sections and a covered section (see photograph, Fig. 4).

b) A standard trapezoidal main canal with longitudinally-prestressed concrete siphons totalling 884 m conveying supplies to the four irrigation sectors. The downstream-control system for this canal is computer-designed to meet the 18/24 hour peak demand (8 m³/sec) of the irrigation "sectors" by supplying the mean daily 6 m³/sec flow to the head of the system. The main canal comprises nine reaches with eight automatic gates controlling downstream water level.

c) Four irrigation "sectors" each fed by an outdoor pump station drawing supplies from the main canal via raised regulating tanks. The pumps supply water at 9 bars to a system comprising large-diameter reinforced-concrete pipes and smaller (< 500 mm dia.) asbestos-concrete pipes to the irrigation hydrants. Each hydrant supplies sprinklers covering an irrigation unit of 8.3 hectares, at a pressure of at least 3.5 bars via portable pipes. Each of these pipes has nine sprinklers spaced 12 m apart and is transferred 12 m at a time during irrigation.