

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

BIMESTRIELLE

10^{ème} ANNEE

--

VOLUME 10

-

NUMERO 36

-

JAN. / FEVRIER 1980

REFLEXIONS SUR L'IRRIGATION PAR ASPERSION

par

Mustapha BOUHAMIDI

Ingénieur du génie rural à l'ORMVA du Gharb

AVERTISSEMENT

L'objet du présent article n'est pas de faire une comparaison entre les deux techniques d'irrigation, à savoir le gravitaire et l'aspersion. Son but est de contribuer à la réflexion générale, à travers le cas du Gharb, sur les adaptations nécessaires à faire suite à deux années d'expérience sur le premier secteur irrigué par aspersion dans le Gharb : le P7 (2.600 ha).

Ces adaptations doivent avoir lieu à plusieurs niveaux :

- au niveau du projet de remembrement
- au niveau de la définition de l'équipement à la parcelle
- au niveau de l'organisation de la distribution de l'eau.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1. Conception de l'équipement à la parcelle
2. Le parcellaire et l'équipement à la parcelle
 - 2.1. Etude de quelques cas
 - 2.2. Analyse de points de vue : du droit, de l'agriculteur et de l'administration
 - 2.2.1. Au niveau juridique
 - 2.2.2. Au niveau de l'agriculteur
 - 2.2.3. Au niveau de l'administration
3. Adaptation des projets et nouvelles dispositions à prendre
 - 3.1. Au niveau du projet de remembrement
 - 3.2. Au niveau de l'établissement du cahier de charge
 - 3.3. Réception du matériel au parc de l'Office
 - 3.4. Structures de renouvellement du matériel
 - 3.5. Ecartement des lignes dans les plantations de la canne à sucre
 - 3.6. Nouveau dispositif adopté pour l'équipement des blocs réservés au quadriennal.

CONCLUSION

INTRODUCTION

Incontestablement, l'irrigation par aspersion s'étend de plus en plus dans les périmètres irrigués au Maroc au dépend de l'irrigation gravitaire qui était le seul mode de transport et de distribution de l'eau pratiqué jusqu'en 1974 (1).

Les raisons habituellement avancées pour l'implantation de ce nouveau mode d'irrigation sont :

- une topographie trop accidentée pour le gravitaire
- une recherche de l'économie de l'eau
- l'affranchissement de l'exécution d'un réseau de drainage
- etc...

Dans le cas de la plaine du Gharb aucune de ses raisons ne peut être avancée et jugée comme contrainte déterminante. En effet, l'eau est abondante : le bassin versant du Sebou représente à lui seul 40 à 45 % des ressources hydrauliques totales du Maroc.

L'exécution du réseau de drainage est indispensable pour permettre l'évacuation des eaux excédentaires lors de la période hivernale.

En fait, la raison principale est la mécanisation de la récolte de la canne à sucre. Il a été jugé que pour rendre une récolte mécanique rationnelle et rentable il y a lieu de disposer d'une longueur de récolte de 250 m au minimum suite à des essais qui avaient eu lieu dans des périmètres espagnols.

Par ailleurs, il a été estimé et jugé à la pratique que des longueurs de raies d'une telle importance rendraient l'irrigation difficile à mener et risqueraient de compromettre son efficacité.

Sans se décider pour une mécanisation systématique de la récolte de la canne à sucre, l'administration a estimé utile de choisir une technique plus souple qui rendrait la mécanisation possible quand elle sera jugée indispensable.

La technique d'irrigation par aspersion doit donc offrir cette possibilité et c'est ainsi qu'un secteur d'essai de 2.600 ha a été équipé en aspersion alors qu'il était initialement prévu et remémbré en trame gravitaire.

Ce secteur a été mis en eau en 1977 et s'est révélé riche en enseignements dont il convient de tenir compte pour les futurs secteurs à équiper.

(1) Quelques secteurs étaient cependant irrigués par aspersion (Boulaouène par exemple) mais de taille très limitée.

1/ - CONCEPTION DE L'EQUIPEMENT A LA PARCELLE

Notre propos n'est pas de définir les détails des calculs du matériel à la parcelle mais de rappeler les souplesses qu'il permet ou au contraire les contraintes qu'il impose.

En effet, le réseau d'irrigation par aspersion est à la demande jusqu'au niveau de la borne, mais il est au tour d'eau à l'aval de la borne. Ce qui signifie que dans le cadre d'un assolement au niveau du bloc, les agriculteurs doivent s'organiser pour la conduite de l'irrigation. Selon le schéma considéré, cette conduite suppose soit le déplacement uniquement des asperseurs sur 16 postes (cas de la canne à sucre), soit le déplacement de rampes ou de traineaux (cas du quadriennal et du quinquennal).

Par conséquent et dans un premier stade, la conception du réseau ne tient compte que de la géométrie des soles indépendamment des propriétés.

A la parcelle, l'irrigation est donc supposée collective, et il serait anti-économique de concevoir une irrigation à la demande au niveau des parcelles.

Cette situation est exactement analogue à celle d'une irrigation gravitaire où les agriculteurs doivent se passer la main d'eau de 30 l/s.

Cependant dans le premier cas, il est fait appel à un matériel fragile qui nécessite beaucoup de soins de la part de ceux qui le manipulent. Par contre dans le 2ème cas, le support de distribution de l'eau n'est rien d'autre que le sol lui-même : la raie est la propriété de l'agriculteur à qui appartient le sol sur lequel elle est tracée, alors que les tuyaux en irrigation par aspersion appartiennent à tout le monde et à personne en même temps. Ce qui, évidemment, peut être à l'origine de litiges qui compromettent l'efficacité de l'irrigation.

En outre, l'introduction du matériel mobile impose pour l'administration et l'agriculteur des opérations supplémentaires de réception, de distribution, d'entretien et de renouvellement, opérations qui se limitaient dans le cas du gravitaire au niveau des canaux portés.

Toutes ces raisons font que l'irrigation par aspersion pousse à la réflexion et met à jour des problèmes (d'ordre foncier en particulier) que le gravitaire arrive à « camoufler ». Et, c'est sur le matériel mobile à la parcelle que des réflexions sont particulièrement concentrées puisque c'est à ce niveau que le « heurt » se produit entre l'agri-

culteur et l'administration, entre lesquels les responsabilités doivent être non seulement clairement définies au sujet de l'entretien, du renouvellement du matériel mais également et surtout elles doivent être assumées.

Ces tâches seraient énormément facilitées si le parcellaire ne présentait pas une grande complexité.

2/ - LE PARCELLAIRE ET L'EQUIPEMENT A LA PARCELLE

2.1. - Etude de quelques cas

Lors de l'opération de remembrement, les parcelles sont regroupées dans le cadre d'une trame d'irrigation qui définit le mode d'agencement des trois éléments suivants : la propriété, la culture et les réseaux d'irrigation, d'assainissement, de drainage et de pistes.

C'est ainsi que les petites propriétés (généralement inférieures à 5 ha) sont remembrées dans la trame A et celles supérieures à cette limite sont remembrées dans la trame B.

Sur les blocs, on peut rencontrer un nombre très variable de propriétés atteignant parfois des valeurs impressionnantes. L'existence de titres fonciers fréquemment en co-indivision complique cette situation.

A titre d'exemple le plan ci-joint illustre cette situation. Le bloc C3-42 du secteur C3 de la S.T.I. prévu pour une irrigation par aspersion, concerne 33 propriétés de superficie variable de 0,07 ha à 0,63 ha et 108 copropriétaires.

Ce plan montre également la distribution du parcellaire à l'achèvement du remembrement.

Mais, ce parcellaire est appelé à subir des modifications après la mise en place, et, au moment de l'exploitation des soles, on constate souvent que certains titres fonciers font l'objet d'un morcellement qui aboutit à des parcelles plus petites, exploitées de façon individuelle et non conforme à la géométrie de la trame.

Le cas de certains blocs du secteur P7 est éloquent à ce sujet.

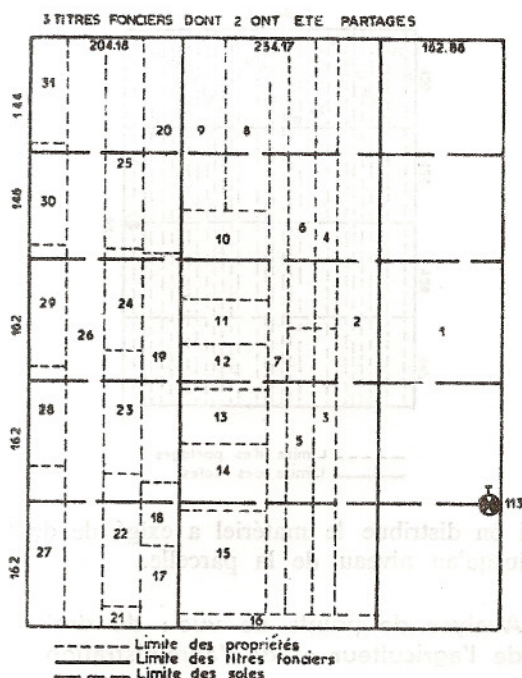
Exemple n° 1 (schéma n° 1)

Le bloc 54 compte au remembrement 3 titres fonciers de 12,88 ha, 19,68 ha et 15,84 ha; les deux derniers ont été morcelés en parcelles allant de 0,4 à 5,39 ha.

SCHEMA N° 1

SECTEUR P7 Bloc N° 54

1	128825,0000 ha	17	0,5500 ha
2	5,3956 ha	18	0,5000 ha
3	0,7000 ha	19	1,5546 ha
4	0,7000 ha	20	1,4000 ha
5	0,7000 ha	21	0,1000 ha
6	0,7000 ha	22	0,8500 ha
7	1,4500 ha	23	0,8500 ha
8	1,4900 ha	24	0,6000 ha
9	2,5000 ha	25	1,5546 ha
10	0,8000 ha	26	5,0346 ha
11	0,4000 ha	27	1,1800 ha
12	0,4000 ha	28	0,7945 ha
13	0,4000 ha	29	0,7900 ha
14	0,8500 ha	30	0,7900 ha
15	0,8000 ha	31	0,4000 ha
16	0,4000 ha		



Exemple n° 2 (schéma n° 2)

Le bloc n° 15 concerne un seul titre foncier d'un collectif et qui était partagé en 29 lots de 0,57 à 1,14 ha.

Exemple n° 3 (schéma n° 3)

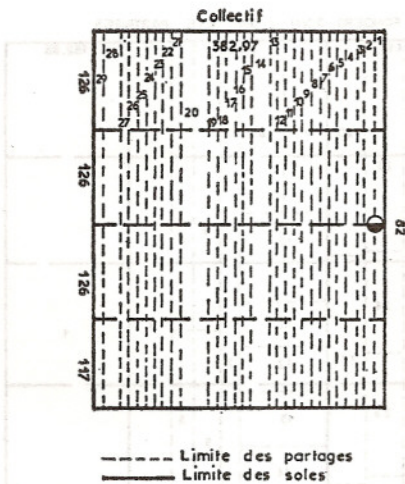
Le bloc n° 80, un seul titre foncier partagé en 16 lots de 0,4 à 4,27 ha.

Il y a lieu de remarquer que ces partages ne sont pas particuliers au secteur P7 mais se retrouvent également dans les secteurs gravitaires. Cependant, dans ce secteur, la nécessité de savoir

SCHEMA N° 2

SECTEUR P7
BLOC N°15

1	0,5731 ha	16	0,5731 ha
2	0,5731 ha	17	0,5731 ha
3	0,5731 ha	18	0,5731 ha
4	0,5731 ha	19	0,5731 ha
5	0,5731 ha	20	1,7193 ha
6	0,5731 ha	21	0,5731 ha
7	0,5731 ha	22	0,5731 ha
8	0,5731 ha	23	0,5731 ha
9	0,5731 ha	24	0,5731 ha
10	0,5731 ha	25	0,5731 ha
11	0,5731 ha	26	0,5731 ha
12	0,5731 ha	27	0,5731 ha
13	0,5731 ha	28	1,1462 ha
14	1,1462 ha	29	0,5731 ha
15	0,5731 ha		



à qui on distribue le matériel a exigé de descendre jusqu'au niveau de la parcelle.

2.2. Analyse de points de vue : du droit, de l'agriculteur et de l'administration

Trois points de vue sont intéressants à analyser : celui du droit, celui de l'agriculteur et celui de l'administration.

2.2.1. Au niveau juridique

Le Code des Investissements Agricoles considère ces partages comme une situation illégale.

En effet le C.I.A. interdit :

- « toutes opérations portant sur des propriétés dont la superficie est supérieure à 5 ha et qui sont susceptibles d'aboutir à la création de propriétés d'une superficie inférieure à 5 ha ;
- toutes opérations susceptibles de réduire la

contenance des propriétés dont la superficie est égale ou inférieure à 5 ha »

« ...est également interdit dans tous les cas, y compris celui d'indivision, tout mode d'exploitation d'une propriété dont la superficie est supérieure à 5 ha entraînant la constitution de lots d'une superficie inférieure à 5 ha. L'exploitation des propriétés dont la superficie est égale ou inférieure à 5 ha doit être conduite de manière à éviter tout partage de fait. Cette exploitation sera assurée soit collectivement par tous les copropriétaires, soit par un ou plusieurs d'entre eux, soit par une tierce personne ayant la qualité de gérant ou de locataire ».

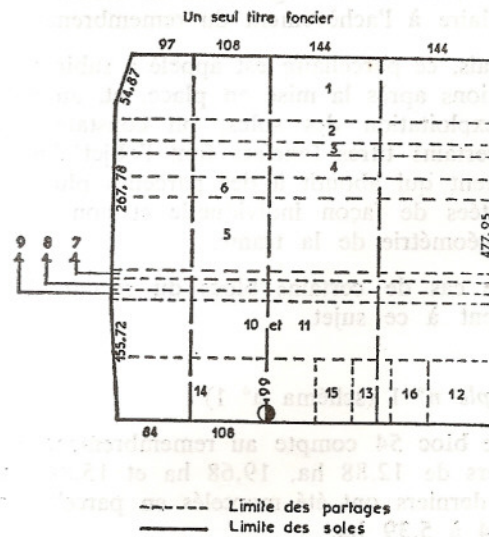
En cas de non respect à toutes ces dispositions, le code prévoit un « emprisonnement d'un à six mois et d'une amende de 120 à 500 DH ou de l'une de ces deux peines seulement ».

Ces textes sont clairs et précis et on en conclut par conséquent que tous les agriculteurs qui procéderaient à un morcellement de la propriété dans des conditions non conformes aux textes sont

SCHEMA N° 3

SECTEUR P7
BLOC N°80

1	4,2738 ha	9	0,4921 ha
2	1,5000 ha	10	3,3369 ha
3	0,5000 ha	11	0,6000 ha
4	1,6000 ha	12	0,6000 ha
5	4,7467 ha	13	0,4000 ha
6	1,3609 ha	14	2,1369 ha
7	0,5741 ha	15	0,4000 ha
8	0,7000 ha	16	0,4000 ha



en infraction et sont passibles des peines prévues. Ce qui est le cas de la majorité des agriculteurs et particulièrement les plus démunis.

2.2.2. Au niveau de l'agriculteur

Sur le terrain le partage de fait est une pratique courante et la loi ne trouve en fait aucune application concrète.

Les collectivités, par exemple, possédant généralement des titres fonciers de superficie importante dépassant 5 ha, poursuivent leur pratique de partage entre les ayants droit comme auparavant aboutissant à des lots dispersés et à faible superficie.

L'introduction de la trame n'a fait que rendre ce partage plus régulier sans atteindre l'objectif d'une collectivisation des façons culturales. Chaque collectiviste entreprend individuellement les travaux culturaux sur le nombre de lignes de canne ou de betterave qui lui est attribué indépendamment des autres attributaires. Cette situation se retrouve également dans le cas de terres en co-indivision entre plusieurs héritiers.

Elle se traduit de la part des agriculteurs par un désir d'individualisation du matériel d'irrigation, son accaparement, de vols d'asperseurs et de consommation abusive de l'eau. Il avait été noté des consommations dépassant 15.000 m³ d'eau à l'hectare, sur des parcelles de canne à sucre, valeur comparable à celle de l'irrigation gravitaire.

Cette dernière constatation peut avoir plusieurs explications :

1. Pour le moment, l'eau n'est pas facturée.
2. Lors du démarrage des irrigations, il a été noté de la part des agriculteurs un certain doute sur l'efficacité du fonctionnement des asperseurs, prétendant que leur débit serait insuffisant. Ce qui avait entraîné des prolongations des durées de poste d'arrosage sur certaines parcelles.
3. Certains irrigants ne sont pas au rendez-vous pour le déplacement des arroseurs à la fin du poste d'arrosage malgré tout, cette situation ne doit pas être particulièrement alarmante et sera probablement résolue avec la prise de conscience des irrigants et surtout avec la facturation du prix de l'eau. Une autre difficulté soulevée par les agriculteurs concerne le déplacement dans les rangs de canne qui constitue une opération pénible (ce point sera traité dans le paragraphe concernant l'adaptation des projets).

2.2.3. Au niveau de l'administration

Devant cette situation de fait l'administration ne peut ignorer ces partages et se réfugier derrière des textes dont l'application demeure difficile.

Ces morcellements multiplient le nombre d'interlocuteurs avec les services concernés, rendent leurs interventions lourdes et dispersées. Cette lourdeur est particulièrement ressentie au moment de la distribution et de la mise en place du matériel à la parcelle.

En effet, à cette phase, l'administration se heurte à plusieurs questions :

- qui assurera le transport et la mise en place du M.M.I. ?
- qui sera responsable du matériel une fois installé ?
- qui assurera les opérations de déplacement des asperseurs ou des rampes pendant l'irrigation ?
- qui procèdera à la réparation d'éventuels dégâts de M.M.I. ?

Il aurait été tout à fait « rationnel » de répondre à toutes ces questions en disant que toutes ces charges reviennent à l'agriculteur qui doit être l'élément principal et dynamique dans leur accomplissement. Une telle situation permettrait d'alléger l'administration et de lui permettre de se désengager.

En fait et en dépit de sa rationalité, cette réponse ne trouverait aucune application concrète sur le terrain. L'expérience vécue pour d'autres opérations (telles que certaines façons culturales, l'entretien des réseaux d'irrigation et d'assainissement) confirme le fait que l'administration ne peut facilement se retirer.

En face du nombre important d'agriculteurs sur un même bloc, il a été procédé à la nomination de mandataires sur le bloc chargé d'assurer la coordination entre les agriculteurs et l'administration.

Cette solution a été d'ailleurs adoptée par tous les Offices, sans consultation préalable entre eux. Le rôle de ces représentants peut être résumé dans les points suivants :

- signaler à l'aiguadier toutes les anomalies constatées et leur cause ;
- prendre éventuellement les dispositions nécessaires pour leur réparation et le changement du matériel défectueux en relation avec les agents de l'Office ;

— veiller au respect de la discipline du tour d'eau et de la passation du matériel.

Cependant, lors de la mise en eau d'un secteur, l'administration doit assurer la première mise en place du matériel, la vulgarisation de son utilisation et le contrôle de la conduite des irrigations.

On ne doit cependant pas oublier que si la solution de mandataires ait été la voie adoptée par tous les Offices à la mise en eau, on est en droit de se poser des questions sur l'efficacité du représentant des agriculteurs, de son pouvoir de se faire entendre par ceux qu'il est censé représenter et enfin de son statut juridique.

3/ - ADAPTATION DES PROJETS ET NOUVELLES DISPOSITIONS A PRENDRE

A l'issue de toutes les expériences vécues dans les premiers secteurs irrigués par aspersion dans les Offices Régionaux, il s'avère qu'un certain nombre de points communs se sont dégagés. Il s'agit, en plus des problèmes techniques de réception et de la qualité de matériel, des problèmes d'ordre foncier.

Le morcellement des titres ou des réquisitions aboutit à des petites parcelles et amplifie par conséquent le nombre d'exploitants.

La réflexion engagée sur tous ces problèmes, aussi bien dans le cadre des Offices que dans celui du Groupe Aspersion, insiste particulièrement sur la nécessité de l'organisation des agriculteurs dans un cadre qui permettrait une participation plus accrue de leur part.

L'instauration de coopératives d'irrigation a été envisagée, mais elle ne peut être considérée que comme une phase ultime qui doit passer par des étapes intermédiaires au cours desquelles l'effort de l'administration sera constamment sollicité.

D'un point de vue pratique, il convient de retenir un certain nombre de dispositions qui faciliteraient l'intervention des Offices.

3.1. - Au niveau du projet de remembrement

Au niveau de la phase de remembrement, une meilleure connaissance de la situation foncière est primordiale.

Les états parcellaires de la conservation foncière ne sont pas souvent à jour et renferme parfois des imprécisions voire des erreurs. Une connaissance parfaite du patrimoine foncier du périmètre et de son exploitation actuelle et future,

par une enquête sur le terrain, guiderait le choix de l'équipement à la parcelle.

Cette enquête qui se voudrait relativement précise rallongerait certainement les délais de l'opération de remembrement qui sont déjà longs, mais sans aucun préjudice. Car, on constate, en fait que le décalage entre la fin du remembrement et de la mise en eau du secteur est au minimum de 3 ans et la prolongation de l'enquête d'une durée de 5 mois ne compromet nullement la phase travaux.

L'objectif de cette enquête foncière peut être d'ailleurs multiple : connaissance des statuts fonciers, des modes de faire-valoir, de l'organisation des exploitations avant remembrement etc...

Les moyens à mettre en œuvre doivent être plus importants que ceux affectés à l'actuelle enquête socio-économique.

3.2. - Au niveau de l'établissement du cahier de charge

Le lancement de l'Appel d'Offre relatif à la fourniture du M.M.I. ne doit pas être établi sur la base du bloc type. Dans la mesure où l'administration dispose des plans parcellaires après remembrement, le concepteur de l'équipement à la parcelle doit les exploiter au maximum et reporter sur tous les blocs le schéma et la liste du matériel nécessaire.

Dans le cas du petit parcellaire, un suréquipement en matériel (asperseur particulièrement) peut être envisagé dans un souci d'individualisation. Evidemment le coût supplémentaire doit être en deçà d'une limite que le projeteur fixera (par exemple 10 %).

En outre, le lot des pièces de rechange ne doit pas être omis dans le marché. Il doit représenter 5 à 10 % des quantités demandées selon le type de pièces.

3.3. - Réception du matériel au parc de l'Office

La livraison du M.M.I. par l'entretien doit être programmée 7 à 8 mois avant la mise en eau afin de procéder aux essais systématiques des tuyaux sur le parc de livraison qui doit être situé le plus proche possible du secteur.

Cette réception nécessite un certain nombre de moyens matériels et humains qui doit être défini au préalable en fonction de la dimension du secteur et du type d'équipement. A ce titre, il y a lieu de prévoir des remorques de transport du matériel adaptées qui peuvent être vendues ou louées aux agriculteurs.

3.4. - Structures de renouvellement du matériel

Des structures de renouvellement du matériel doivent être prévues et mises à la disposition des agriculteurs dans le périmètre.

Trois solutions peuvent être envisagées :

- L'administration peut exiger dans le cadre du marché M.M.I. l'installation d'un concessionnaire qui assurerait la vente de pièces détachées. Ceci exigerait de la part du fournisseur des frais supplémentaires difficiles à rentabiliser particulièrement dans le cas de petits secteurs.
- Il peut également être installé, au niveau du CMV le plus proche, un magasin de pièces de rechange où les agriculteurs viendraient faire leurs achats. Cette solution a l'inconvénient de surcharger l'administration.
- Parfois des agriculteurs commerçants formulent le désir d'entreprendre l'achat et la vente du matériel d'irrigation. Il peut alors être envisagé de mettre en contact des personnes avec le fournisseur pour convenir d'un accord de commercialisation.

De toutes les façons et selon les cas, un système de vente est nécessaire parce qu'on ne peut concevoir que chaque agriculteur s'adresse directement et individuellement au fournisseur de matériel installé généralement soit à Casablanca, soit à l'étranger.

3.5. - Ecartement des lignes dans les plantations de la canne à sucre

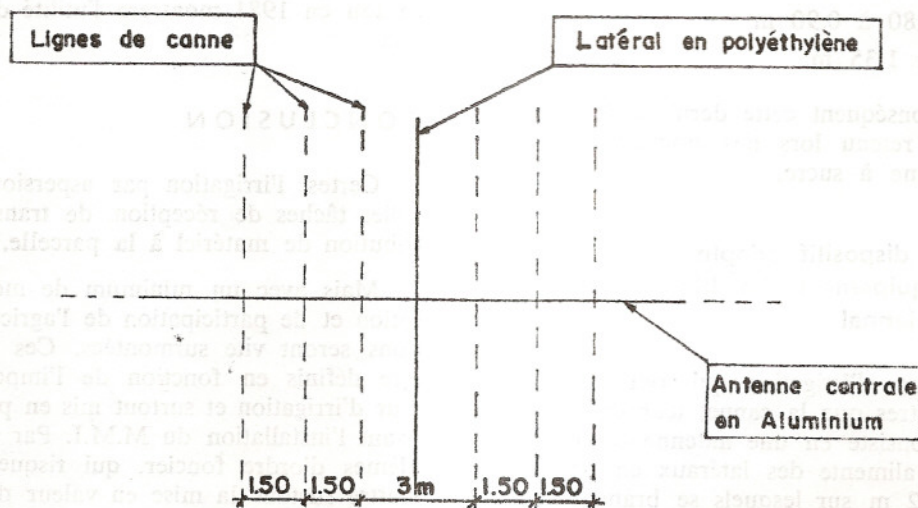
L'équipement à la parcelle des blocs canne à sucre consiste en un quadrillage 18 x 18 avec une antenne centrale en aluminium et des latéraux en polyéthylène placés entre les rangs de canne et munis de clapets. Avec le développement de la canne à sucre, le passage pour le déplacement des asperseurs est rendu très difficile par le feuillage dense de la culture.

Pour permettre cet accès, deux solutions peuvent être envisagées :

- a. supprimer une ligne de canne tous les 18 m, ce qui permet d'avoir un passage de latéral de 3 m au lieu de 1,5 m.

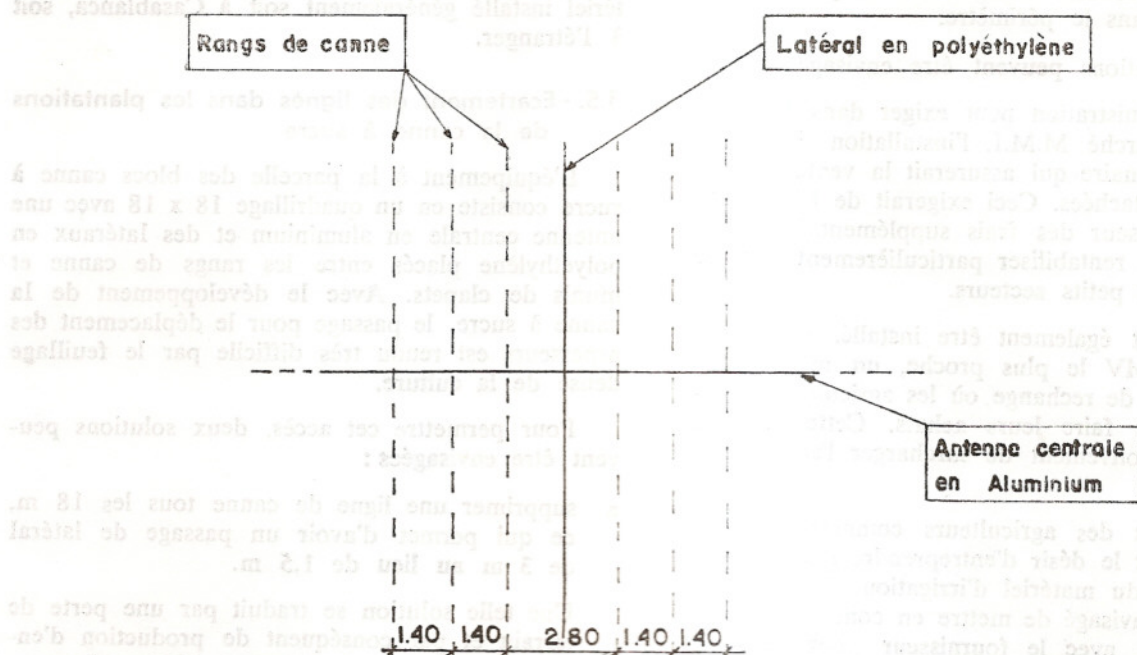
Une telle solution se traduit par une perte de terrain et par conséquent de production d'environ 8 %, ce qui n'est pas négligeable.

SCHEMA N° 4



- b. Réserver les rangs de canne de part et d'autre du passage du latéral à 1,40 m et ne pas planter une ligne de canne.

Sous réserve qu'une telle solution n'entraînerait pas une chute de rendement, elle permettrait d'avoir une largeur de passage de 2,80 m.



A titre de comparaison les écartements adoptés dans d'autres pays sont :

- Ile Maurice - Australie : 1,52 m
- Inde : 0,80 à 0,90 m
- Espagne : 1,35 m.

C'est par conséquent cette dernière disposition qui peut être retenue lors des nouvelles plantations de la canne à sucre.

3.6. - Nouveau dispositif adopté pour l'équipement des blocs réservés au quadriennal

Pour les blocs d'irrigation qui sont destinés à des cultures autres que la canne, leur équipement à la parcelle consiste en une antenne centrale en aluminium qui alimente des latéraux en polyéthylène tous les 72 m sur lesquels se branchent des traveaux par le biais de tuyaux souples de type tricoflex (cf. schéma n° 6 ci-joint).

Une disposition pareille ne différencie pas les propriétés entre elles, ce qui risque d'être une source de litiges entre les utilisateurs. Pour résoudre ce problème, nous avons retenu une nouvelle disposition qui consiste à faire coïncider le latéral

à une limite de parcelles. L'écartement entre ces latéraux ne sera plus régulier (cf. schéma n° 7).

L'expérience sur le secteur C3 qui sera mis en eau en 1981 montrera l'utilité d'une telle solution.

CONCLUSION

Certes, l'irrigation par aspersion crée de nouvelles tâches de réception, de transport et de distribution de matériel à la parcelle.

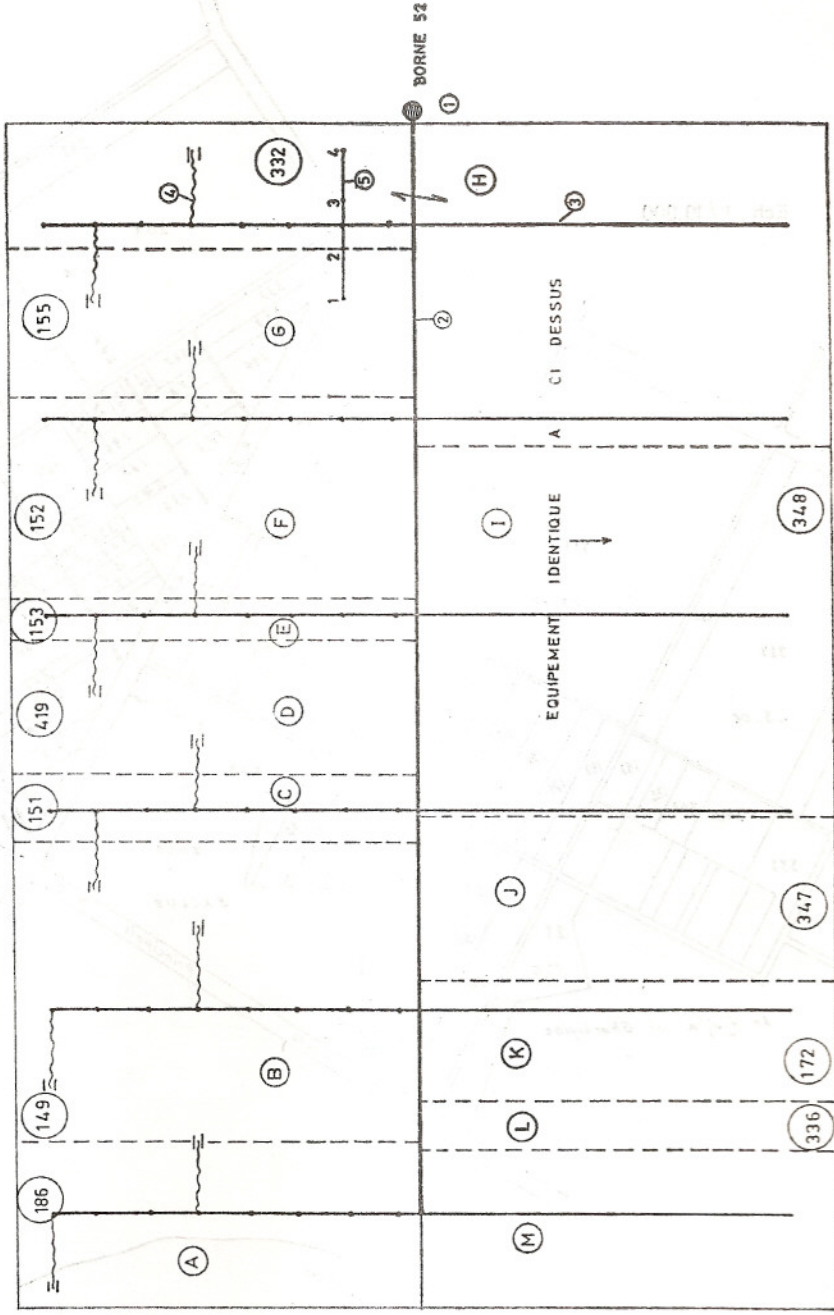
Mais avec un minimum de moyens, d'organisation et de participation de l'agriculteur, ces sujétions seront vite surmontées. Ces moyens doivent être définis en fonction de l'importance du secteur d'irrigation et surtout mis en place 2 à 3 mois avant l'installation du M.M.I. Par contre, les problèmes d'ordre foncier, qui risquent de compromettre surtout la mise en valeur du périmètre, ne peuvent être résolus par une technique d'irrigation ou par une autre.

Cette situation ne peut que s'aggraver dans le futur avec l'augmentation des héritiers pour les titres en co-indivision et du nombre des ayants droit sur les terres collectives, si de nouvelles dispositions ne sont pas prises.

schéma n° 6

BLOC C3_06

Borne 52 . Solution n° 1



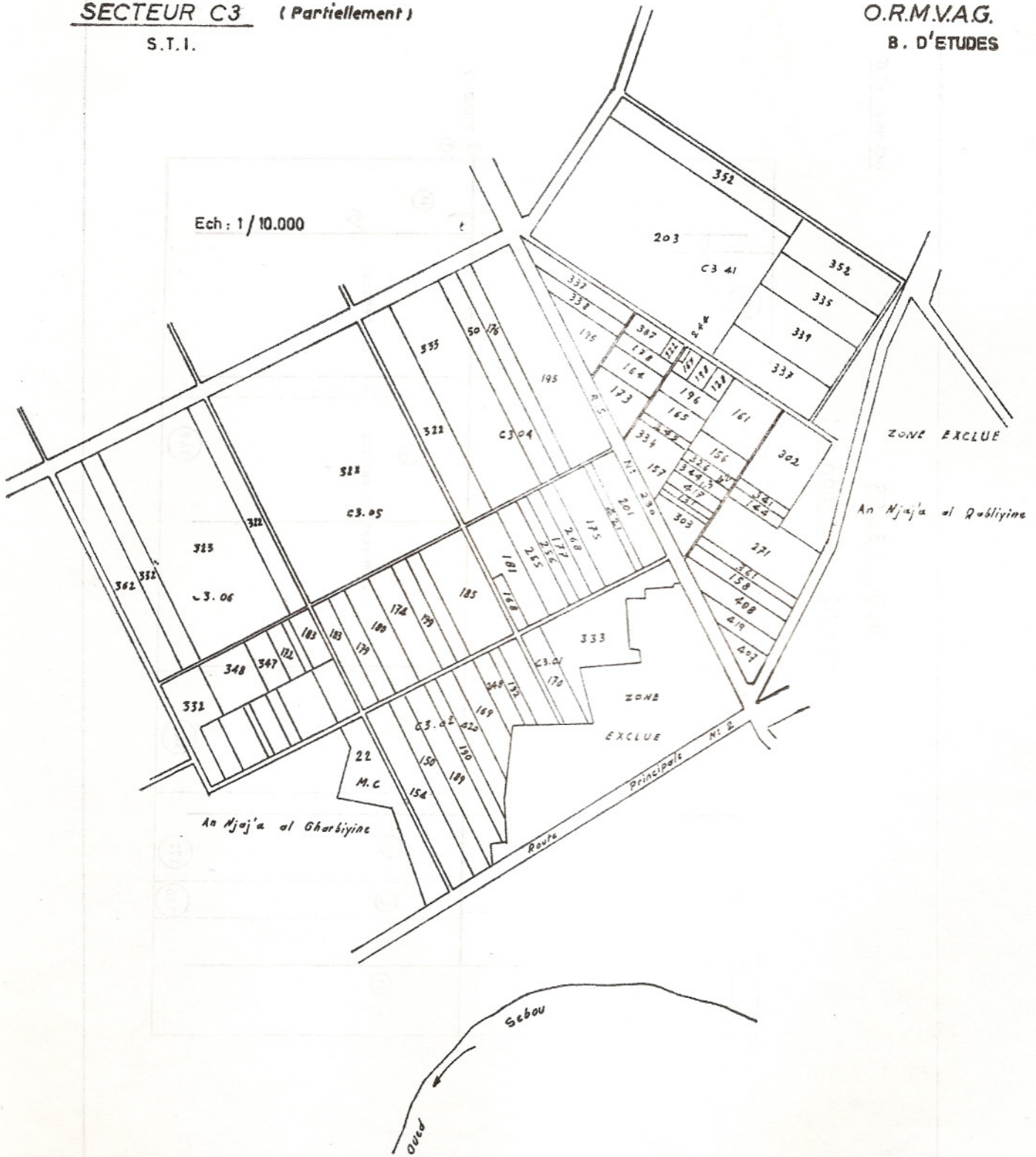
SECTEUR C3 (Partiellement)

S.T.I.

O.R.M.V.A.G.

B. D'ETUDES

Ech : 1 / 10.000



N° du Bloc	N° de propriete	Superficie	Nombre de copropriete
C3-42	418	0.86.93	1
	408	1.52.18	1
	407	0.75.49	14
	158	1.22.96	1
	361	0.84.25	8
	271	3.63.91	9
	144	0.51.67	1
	341	0.40.59	2
	302	3.08.00	1
	303	0.87.78	1
	131	0.24.92	1
	157	0.27.56	1
	417	0.55.78	14
	344	0.58.33	2
	326	0.42.90	1
	156	0.88.90	1
	161	2.42.78	7
	334	1.63.50	2
	245	0.32.30	1
	165	1.18.48	2
	196	0.85.08	3
	128	0.42.29	2
	198	0.35.61	6
	167	0.29.77	1
	244	0.07.26	1
	222	0.22.93	2
	173	1.21.10	1
	164	0.98.78	1
	178	0.63.45	1
	387	0.70.07	2
	195	1.76.74	11
	338	0.93.50	4
	337	1.38.50	2
C3-01	333	5.07.64	14
	170	1.05.39	11
C3-02	191	1.15.00	1
	192	0.56.78	1
	248	0.93.00	7
	169	1.73.40	1
	420	1.77.00	4
	190	1.49.00	1
	189	2.60.88	1
	150	2.22.00	1
	154	2.33.00	3

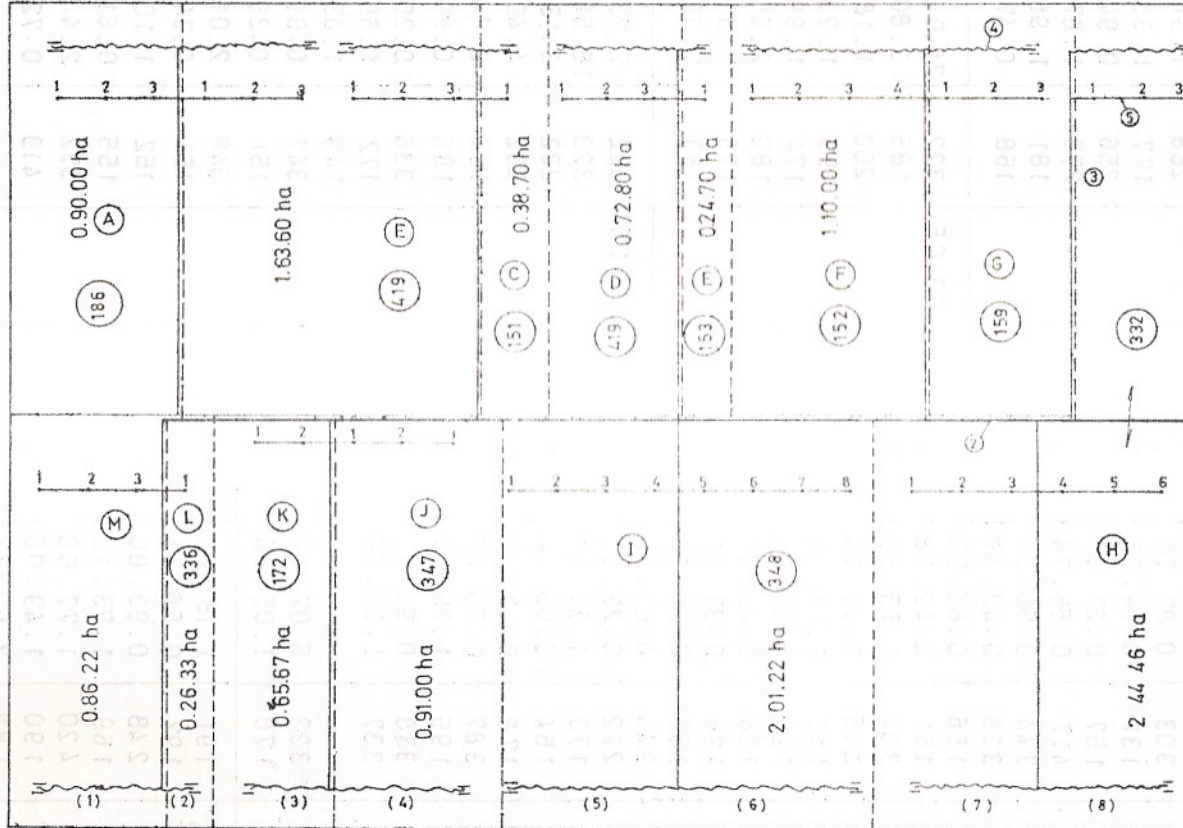
N° du Bloc	N° de propriete	Superficie	Nombre de copropriete
C3-04	195	6.86.03	11
	333	8.99.79	14
	176	2.30.12	1
	50	3.05.67	9
	322	4.45.70	14
	201	1.88.11	2
	175	2.78.67	4
	421	0.72.11	5
	268	1.31.78	1
	177	1.36.67	5
	256	0.94.00	1
	255	1.67.22	1
	181	1.96.22	1
	168	0.47.67	4
	C3-05	322	26.04.89
185		3.80.02	1
200		1.18.69	1
199		1.23.50	1
174		1.99.56	6
180		2.05.00	2
179		1.31.00	6
183		1.38.23	2
C3-06	322	2.73.57	14
	323	15.68.15	1
	332	3.13.95	1
	362	4.49.21	9
	183	0.86.22	2
	186	0.90.00	2
	336	0.26.33	1
	172	0.65.67	5
	149	1.63.60	1
	347	0.91.00	1
	151	0.38.70	1
	348	2.01.22	3
	153	0.24.70	7
	152	1.10.00	7
	155	0.81.30	1
332	2.44.46	1	
419	0.72.80	11	

BLOC C3_06

Borne 52

Solution n°2

Schéma n° 7



- ① BORNE
- ② ANTENNE
- ③ LATERAL
- ④ TRAINEAU ET TUBE SOUPLE
- ⑤ Nbre DE POSTES PAR TRAINEAU

① BORNE 52

OBSERVATIONS PERSONNELLES RELATIVES A L'IRRIGATION PAR ASPERSION DANS LE GHARB

par

Driss JELLOULI

Ingénieur du génie rural

Chef du Service de l'équipement hydro-agricole

à l'O.R.M.V.A. du Gharb

L'irrigation du Gharb par aspersion a été décidée en 1975, après présentation et discussion du dossier d'études préliminaires intitulé « Options fondamentales de la S.T.I. » qui a été établi par la Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc (C.N.A.R. B.R.L.).

L'irrigation par aspersion de la S.T.I. a été adoptée surtout pour répondre aux impératifs de mécanisation totale de la récolte de la canne à sucre, sur la base de critères techniques (longueur de ligne de canne suffisante) et pour des raisons de manque de main-d'œuvre nécessaire à la récolte, compte tenu des superficies importantes qui devaient être rapidement équipées et mises en valeur.

Toutefois, avec le ralentissement du rythme des équipements, et à la lumière de nouveaux éléments, ainsi qu'à l'expérience acquise depuis 1975 dans le domaine de la conduite de la culture de la canne, il semble utile, voire nécessaire, de réexaminer les options prises initialement.

Les facteurs ayant joué en faveur de l'adoption de l'irrigation par aspersion sont les suivants :

L'accélération du rythme des équipements

Le plan sucrier avait comme objectif la satisfaction rapide de la demande nationale en sucre, ce qui nécessitait une accélération du rythme des équipements.

Le périmètre du Gharb devait jouer un rôle important dans cette satisfaction des besoins, puisqu'il y était programmé 100.000 ha de canne à

sucre représentant les 3/4 des superficies nouvelles à équiper.

L'équipement devait se faire à une cadence annuelle de 20.000 ha et, dans la mesure où la mise en valeur suivait, les superficies en canne devaient atteindre 45.000 ha uniquement dans la S.T.I. vers 1985, et 15.000 ha environ dans la P.T.I. dès 1983.

Cette surface importante de canne à sucre nécessitait évidemment des moyens matériels et humains considérables ; il était apparu qu'une contrainte majeure était le manque de main-d'œuvre.

Les facteurs socio-économiques

Les besoins de main-d'œuvre, estimés sur la base de 140 journées de travail par hectare de canne, uniquement pour la récolte, étaient importants et le manque de main-d'œuvre nécessaire à la récolte devait se faire sentir rapidement, compte tenu des superficies importantes emblavées en canne. En plus, le manque de main-d'œuvre devait se traduire au niveau du coût de la récolte manuelle qui risquait d'augmenter considérablement, rendant alors la récolte mécanique plus compétitive et plus attrayante.

Compte tenu de ces éléments, les recommandations de l'étude étaient les suivantes :

- sur les petites exploitations : une semi-mécanisation consistant, après la coupe à la main, la mécanisation du ramassage et du chargement ;
- sur les grandes exploitations : une mécanisation totale avec récolteuse mécanique et chargement sur des remorques.

Du fait du choix du système de récolte mécanique, sur les secteurs de la S.T.I., les parcelles de canne devaient être aménagées de façon à permettre aux machines de travailler dans des conditions optimales, ou du moins satisfaisantes. Ces parcelles devaient avoir une longueur minimale de 250 m, avec des dégagements aux extrémités pour les manœuvres des machines.

La longueur de 250 m, jugée comme distance minimale à respecter, était imposée par des considérations économiques sur le rendement des machines ; le rendement des machines est en effet diminué de l'ordre de 30 % quand les longueurs de lignes passaient de 250 m à 100 m ; cette

perte de rendement est constituée par les temps de manœuvre en extrémité de champ qui représentent des temps morts.

Tous les facteurs d'ailleurs ne militaient pas en faveur de l'irrigation par aspersion notamment les critères techniques suivants :

Nature des sols

Les sols de la plaine du Gharb en général et ceux de la S.T.I. en particulier, sont des sols lourds argileux, ayant des capacités de rétention élevées, pour lesquels l'irrigation gravitaire convient le mieux.

La topographie

Les terrains de la plaine ont une topographie très plate, favorable à l'irrigation gravitaire. La pente est descendante à partir de l'origine de l'eau (Sebou), vers les zones à irriguer, ce qui joue en faveur de l'irrigation par gravité également.

Grâce à l'expérience acquise dans le domaine de la culture de la canne à sucre, les problèmes auxquels l'Office a été confronté et le changement des cadences des équipements, le problème a été éclairé sous un nouvel angle.

Besoins en eau

Les besoins nets d'eau d'irrigation de la canne à sucre, ayant servi de base au dimensionnement du réseau d'irrigation ainsi qu'aux prévisions de consommation globale, sont rapportés dans le tableau ci-dessous :

Quantité d'eau (en m ³) et nombre d'irrigation	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	T O T A L
Nombre d'irrigation	1	3	3	4	3	1	15
Dose nette d'irrigation	800	800	800	800	800	800	800
Quantité apportée	800	2.400	2.400	3.200	2.400	800	12.000

Consommation en eau enregistrée

Les consommations en eau réelles enregistrées diffèrent considérablement des consommations théoriques, surtout pour les secteurs irrigués gravitairement.

Secteur	Année de plantation
S13	1973
S17A	1973
S17B	1973
S7	1976
S3	1978

Consommation

Les consommations en eau, sur les zones de canne à sucre de la P.T.I., d'après l'enquête exhaustive effectuée par le Service de la Production Agricole, ainsi que l'exploitation des fiches

nombre d'irrigation	nombre de soles enquêtées	% du nombre de soles	superficie (ha)	% de superficie
1	33	4,5	145,39	4,53
2	97	13,38	440,03	13,71
3	135	18,62	619	19,30
4	172	23,72	768,72	23,96
5	100	13,79	409,82	12,77
6	100	13,79	446,66	13,92
7	47	6,48	205,71	6,41
8	21	2,90	94,42	2,94
9	17	2,35	66,69	2,08
10	3	0,41	12,09	0,38

Les doses nettes distribuées sont de 800 m³; le nombre d'irrigation est de 5 à 6, soit la moitié du nombre prévu d'irrigations.

Irrigation par aspersion

Le seul secteur équipé en aspersion est le secteur P7, de 2.700 ha.

La canne a été plantée sur ce secteur en 1977; il est peut-être encore trop tôt pour tirer des conclusions valables; toutefois les résultats des 2 premières campagnes d'irrigation ont donné

Irrigation gravitaire

Secteurs enquêtés

Le tableau donne les secteurs enquêtés ainsi que les dates de plantation :

de consommation en eau, ayant intéressé une surface de 3.700 ha, sont beaucoup plus faibles que les consommations théoriques, comme le montre le tableau suivant :

une consommation nette à l'ha de 12.000 m³, qui est pratiquement la dose calculée.

Ce que nous pouvons conclure, d'après ces renseignements, c'est que l'économie de l'eau, argument en faveur de l'irrigation par aspersion, n'a absolument pas joué ici. Au contraire, les consommations en eau, observées en irrigation gravitaire, sont beaucoup plus faibles qu'en irrigation par aspersion.

Certes, l'objectif à atteindre est la satisfaction des besoins en eau optimaux de la plante, mais

on peut s'interroger à l'échelle de toute la plaine du Gharb, dans quelle mesure les agriculteurs suivront la stricte application des consignes d'irrigation, et si la canne en gravité ne recevra par toujours des irrigations inférieures à la canne en aspersion.

Les résultats de la campagne de récolte 1980 montrera la corrélation entre ces consommations en eau et les rendements obtenus.

Ralentissement du rythme des équipements

Le rythme actuel d'équipement dans la plaine du Gharb est de l'ordre de 2.500 ha à 3.000 ha par an ; ce rythme sera vraisemblablement reconduit à court ou à moyen terme, sauf si une grande priorité est donnée aux projets hydro-agricoles, priorité qui doit être effective et qui suppose l'octroi et la mise en place des crédits nécessaires à la réalisation de ces projets. Dans tous les cas l'achèvement de l'équipement de la S.T.I. devrait intervenir dans une dizaine d'années au plus tôt.

Sans vouloir condamner l'avenir de l'irrigation par aspersion, ni les possibilités de récolte mécanique de la canne, en faisant reculer l'extension des surfaces en canne, nous pensons que la main-d'œuvre est disponible pour les superficies actuellement programmées.

Les besoins en main d'œuvre

Quand toute la S.T.I. sera mise en valeur, les besoins en main-d'œuvre pour la récolte, en supposant qu'elle sera encore entièrement manuelle, sur la base d'un rendement moyen par coupeur de 2 t/j, seront de 15.000 ouvriers. Ceux de la P.T.I. seront de 5.000 ouvriers.

A l'échelon de tout le Maroc, compte tenu du fait que les possibilités du plein emploi n'existent pas, il n'y aura aucun problème à trouver cette main-d'œuvre sous réserve que les salaires versés aux ouvriers soient suffisants. Il faudrait éventuellement envisager d'organiser des structures d'accueil pour ces ouvriers.

D'ailleurs, le Maroc connaît historiquement des mouvements saisonniers de main-d'œuvre, notamment à la période des moissons.

Cependant, l'agriculteur reste toujours seul maître dans le choix du système de récolte, lequel choix est dicté par des considérations pratiques de coût de la récolte manuelle ou éventuellement mécanique.

Le coût de la récolte

Dans la mesure où on double le salaire journalier de la main-d'œuvre, salaire qui passerait de 15 à 20 DH actuellement, à 40 DH, et en améliorant légèrement le rendement de la coupe manuelle, le problème de manque de main-d'œuvre ne devrait plus se poser.

Le coût de la récolte manuelle se situe alors entre 15 et 20 DH/t de canne coupée.

La récolte mécanique est beaucoup plus chère. La réactualisation du coût de cette récolte mécanique, faite pour 2 types de machines, la CAMECO et la CLASS, donne un coût à la tonne récoltée de 110 DH et 50 DH. Ces coûts restent très élevés, comparativement au coût de la récolte manuelle et les agriculteurs laissés à leur propre initiative préféreront de loin la coupe manuelle, meilleur marché.

Dans le cas où la coupe mécanique serait retenue, une question se pose : qui achètera les machines ?

Dans l'hypothèse où 3 usines seulement seraient en fonctionnement avec des capacités de traitement de l'ordre de 3.000 t/j, ce qui correspondrait à une superficie récoltée de l'ordre de 15 à 20.000 ha, les besoins en machine seraient de 100 récolteuses, soit un investissement minimum de l'ordre de 50 millions de dirhams en cas de mécanisation intégrale.

Si l'état ne consent pas à faire cet investissement en machines, c'est le secteur privé qui doit prendre la relève.

L'achat de ces machines ne pourra être fait que par de gros propriétaires fonciers ayant des superficies en canne suffisamment importantes, ou par des groupements organisés de petits agriculteurs.

Si l'état fait l'acquisition de ce parc, la facturation se fera en travaux à façon, sur la base d'un prix à déterminer qui doit être compétitif avec celui de la récolte manuelle et qui doit être subventionné dans une proportion importante.

Il faut signaler qu'actuellement la récolte mécanique en travaux à façon, est facturée à 20 DH/tonne de canne alors que le prix de revient est de 50 DH ou 110 DH suivant la machine utilisée.

Le coût de l'équipement

Le coût de l'équipement est donné ci-dessous en gravitaire et en aspersion, pour un secteur de 3.000 ha.

Nature des travaux	Coût / ha	
	Gravité	Aspersion
STATION DE POMPAGE		
STATION DE PRISE		
Génie civil	2.000	2.000
Équipement	1.600	1.600
STATION de REPRISE		
Génie civil		440
Équipement		1.600
Réservoir		1.060
RESEAU D'IRRIGATION		
Fourniture	4.600	9.000
Pose	4.000	
Bornes		500
ASSAINISSEMENT	1.500	1.500
DRAINAGE	1.200	1.200
NIVELLEMENT	2.500	
MATERIEL MOBILE		3.500
T O T A L	17.400	22.400

Il ressort de ce tableau une différence de coût de l'ordre de 5.000 DH, en faveur de l'irrigation gravitaire, ce qui représente un montant appréciable.

Le problème de maintenance du M.M.I.

Le matériel mobile d'irrigation a une durée de vie moyenne de 7 ans; sur cette base, la dépense supplémentaire est de l'ordre de 500 DH/ha/an en irrigation par aspersion.

Les redevances d'énergie

Les redevances d'énergie en irrigation par aspersion sont très lourdes. Le supplément par m³ pompé est de l'ordre de 5 centimes en irrigation par aspersion.

Sur la base d'une consommation de 12.000 m³, la différence est de l'ordre de 600 DH/ha/an.

L'utilisation des infrastructures existantes

Il faut rappeler qu'au Gharb il existe 2 usines de fabrication de canaux d'irrigation gravitaire permettant d'équiper une superficie comprise entre 5.000 et 6.000 ha/an.

L'irrigation par aspersion suppose l'importation de tout le matériel mobile en totalité, ou en partie. A moyen terme les asperseurs seront toujours importés. La fabrication des tuyaux en aluminium à l'échelon local ne dispense pas de l'importation de la matière première: l'aluminium.

Comme les études en aspersion des secteurs Nord de la S.T.I. sont terminées, le canevas hydraulique implanté et le projet de remboursement établi, il est assez difficile de revenir à l'irrigation par gravité; aussi il y a lieu d'examiner tout au moins la possibilité de retour au système d'irrigation gravitaire pour toute la zone Est de la S.T.I.

Lisez Hommes Terre et Eaux

*Revue Marocaine des
Sciences Agronomiques
et Vétérinaires*

DERIVATION PROVISOIRE
VIDANGE DE FOND ET EVACUATEUR DE CRUE
DU BARRAGE A CONTREFORTS D'AL MASSIRA
SUR L'OUM-ER-R'BIA, MAROC (*)

par

N. DINIA

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Directeur de l'Hydraulique

A. CHAOUI

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées

Directeur Adjoint de l'Hydraulique

R. BISCHOF

Ingénieur diplômé EPFZ

Directeur de Projet, Motor-Columbus,

Ingénieurs-Conseils SA

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du développement économique du Maroc, les ouvrages à buts multiples jouent un rôle prépondérant. Le barrage d'Al Massira sur le fleuve Oum-er-R'bia, situé à 160 km au sud de Casablanca, peut être considéré comme un exemple type d'aménagement hydraulique moderne dans un climat semi-aride.

Le développement économique de la région, située dans le bassin versant de l'Oum-er-R'bia, a fait l'objet d'une étude exhaustive de ses possibilités qui a abouti à un plan d'aménagement intégré dont l'un des éléments principaux est constitué par le barrage d'Al Massira. La retenue, une des plus importantes du Maroc, permet une régularisation interannuelle des apports naturels très irréguliers.

Les principales fonctions de cet ouvrage sont :

- L'irrigation du périmètre agricole des Doukkala d'une surface de 90 000 hectares environ.
- La fourniture d'eau potable aux villes situées dans le bassin inférieur de l'Oum-er-R'bia et notamment à toute la région côtière entre Casablanca et Safi.
- La fourniture d'eau pour les industries du phosphate, en particulier pour le futur port de Jorf Lasfar et de son complexe industriel.
- La fourniture d'énergie électrique de pointe.
- La protection contre les crues de l'Oum-er-R'bia.

**CARACTERISTIQUES DE L'AMENAGEMENT
D'AL MASSIRA**

Volume de la retenue	2 800 Mio de m ³
Volume utile	2 320 Mio de m ³
Volume mort	480 Mio de m ³
Volume de laminage des crues	450 Mio de m ³
Surface de la retenue	141 km ²
Puissance installée	150 MW
Débit des turbines	240 m ³ /s

(*) Temporary diversion, bottom outlet and spillway of Al Massira buttress dam on the river Oum-Er-R'bia in Morocco.

Communication présentée lors du 13ème congrès de la Commission Internationale des Grands Barrages tenu à New Delhi en 1979.

Le barrage principal est situé à l'entrée de la gorge que l'Oum-er-R'bia a creusé dans les quartzites du massif des Réhamna. Directement au nord du barrage principal, deux digues de col reposant sur un sol compact appelé fanglomérat complètent la fermeture de la vallée (fig. 1).

Pour l'avant-projet du barrage principal divers types de barrages ont été étudiés. L'estimation du coût des travaux montre une différence minime entre la variante barrage à contreforts et barrage en enrochements. Les deux types de barrage furent étudiés et mis au concours parallèlement. La décision fut prise en faveur du barrage à contreforts sur la base des offres reçues.

Pour les digues de col, fondées sur le fanglomérat, seuls des barrages en enrochements ou en terres pouvaient entrer en considération. Tandis que la solution d'un barrage en enrochements avec noyau étanche incliné, tapis et diaphragme était la mieux appropriée pour la digue du col n° 1, la solution pour la digue de col n° 2, de faible hauteur, consistait en un barrage en terre de profil homogène.

Pour les enrochements des digues de col, on utilisa en grande partie les matériaux provenant des fouilles du barrage principal et des ouvrages annexes (canal de dérivation, etc.).

BARRAGE A CONTREFORTS D'AL MASSIRA

Hauteur maximale sur fondation	79 m
Longueur du couronnement	390 m
Excavations	260 000 m ³
Bétons	351 000 m ³
Aciers d'armature	2 800 t
Coffrages	150 000 m ²
Surface du voile d'étanchéité	30 000 m ²

DIGUE DE COL N° 1

Longueur du couronnement	1 450 m
Hauteur maximale	37 m
Inclinaison du talus amont	1 : 2,8
Inclinaison du talus aval	1 : 2,0
Volume du remblais	1 200 000 m ³

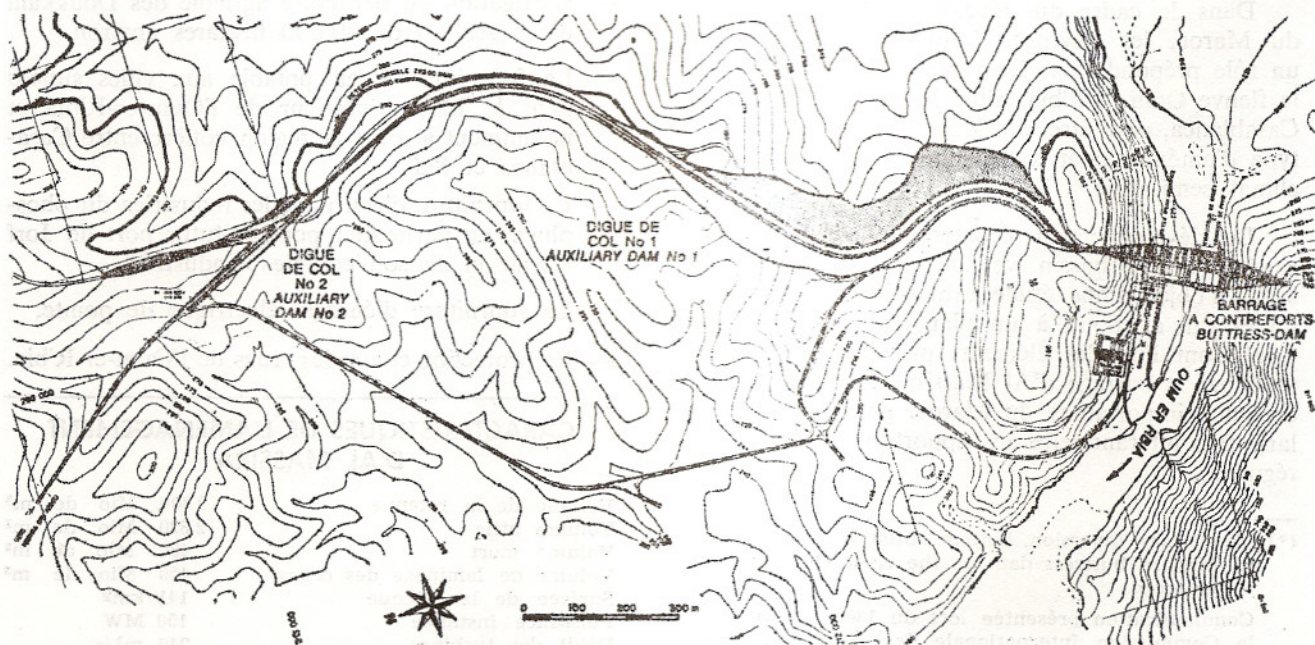
DIGUE DE COL N° 2

Longueur du couronnement	430 m
Hauteur maximale	10 m
Inclinaison du talus amont	1 : 2,5
Inclinaison du talus aval	1 : 2,0
Volume du remblais	40 000 m ³

Le 26 octobre 1978, sa Majesté le Roi Hassan II, lors de la cérémonie de lancement des travaux en présence du Secrétaire Général des Nations Unies, Monsieur Kurt Waldheim, a donné le nom d'Al Massira à l'aménagement connu jusqu'alors sous le nom de Sidi Chého.

FIG. 1

Vue d'ensemble de l'aménagement



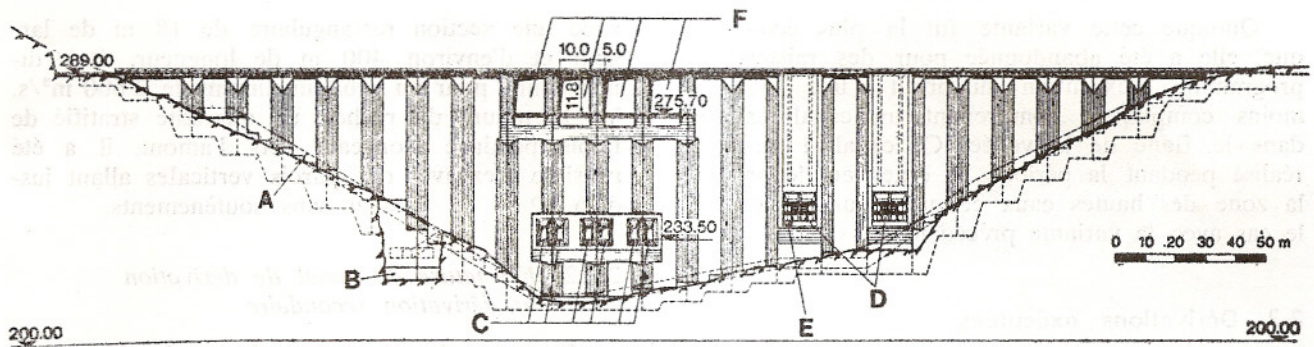


FIG. 2

Vue amont du barrage

A. Galerie de pied
B. Canal de dérivation

C. Vidange de fond
D. Prises d'eau

E. Prise d'eau auxiliaire
F. Evacuateur de crue

2. DERIVATION PROVISOIRE

2.1. Données hydrologiques

Le régime de la rivière Oum-er-R'bia est caractérisé par l'alternance des périodes de crue et des périodes sèches.

Le projet de la dérivation provisoire est basé sur des crues de fréquence vingtennale. Les débits de pointe atteignent les valeurs suivantes :

- Période de crue (déc.-mai) : 2 600 m³/s
- Période sèche (juil.-oct.) : 310 m³/s
- Période de transition (juin et nov.) : 780 m³/s.

2.2. Variantes étudiées pour la dérivation provisoire

Les études sommaires de différentes variantes de dérivation ont montré que les solutions avec dérivation à ciel ouvert étaient, dans le cas du barrage d'Al Massira, de loin plus économiques que celles avec galeries.

La solution de dériver la rivière en première phase à l'emplacement de deux contreforts, et en deuxième phase, par deux pertuis situés dans la tête de deux contreforts voisins fut étudiée en détail.

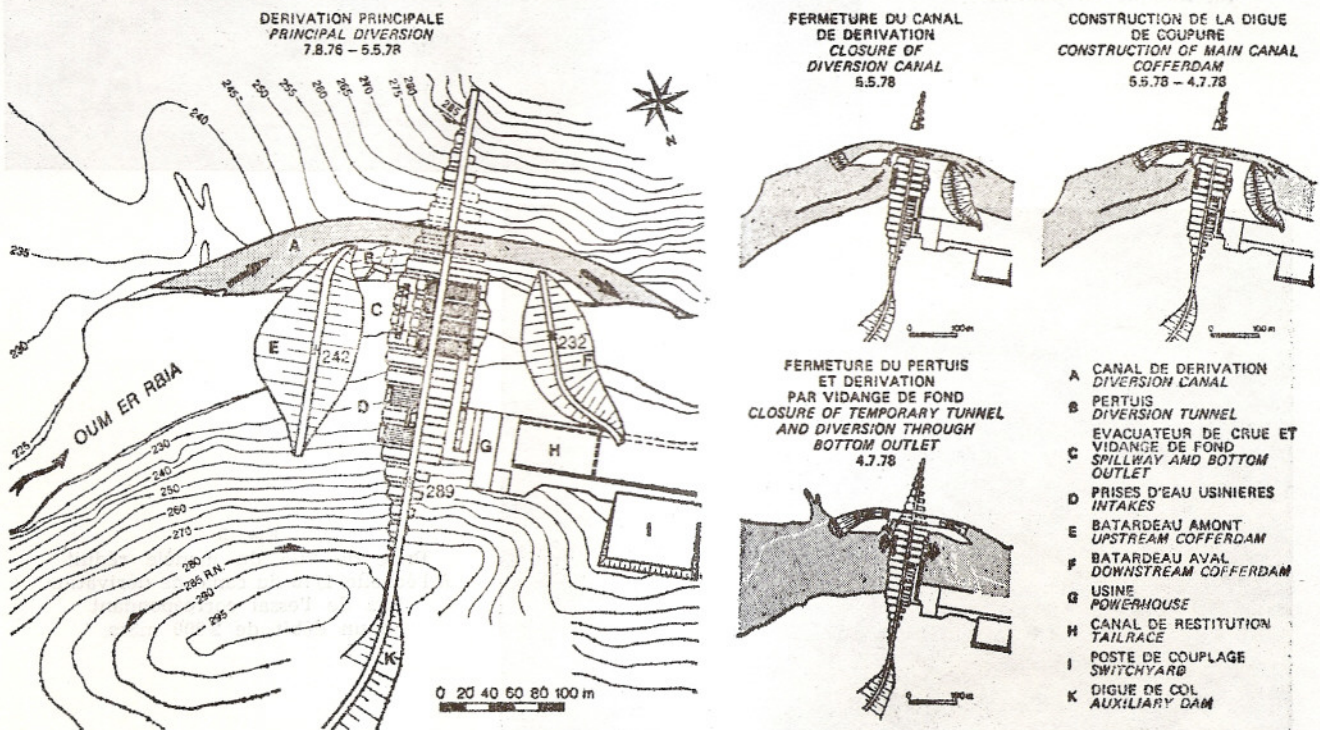


FIG. 3: Plan du barrage à contreforts et phases de dérivation

Quoique cette variante fut la plus économique, elle a été abandonnée pour des raisons de programme d'exécution au profit d'une solution moins compliquée comprenant un canal excavé dans le flanc de la vallée. Ce canal a pu être réalisé pendant la période de crues en dehors de la zone des hautes eaux ce qui n'aurait pas été le cas avec la variante précédente.

2.3. Dérivations exécutées

2.3.1. Dérivation principale de première phase

(voir fig. 3, 4 et 5)

La dérivation provisoire consistait en un canal miné dans le flanc gauche de la vallée, d'un batardeau amont en encochements avec noyau étanche fermant l'ancien lit de la rivière de près de 32 m de hauteur et d'un batardeau aval plus petit. Le canal et les batardeaux sont restés en service pendant la majeure partie de la construction du barrage. Le canal, entièrement taillé dans le rocher

avec une section rectangulaire de 18 m de largeur et d'environ 400 m de longueur, était dimensionné pour un débit maximum de 2 600 m³/s. Vu la nature du rocher, un quartzite stratifié de faible pendage plongeant vers l'amont, il a été possible d'excaver des parois verticales allant jusqu'à 32 m de hauteur sans soutènements.

2.3.2. Fermeture du canal de dérivation et dérivation secondaire

Dans la plupart des systèmes de dérivation, la rivière est dérivée par la vidange de fond ou des pertuis provisoires à travers le barrage durant la phase finale de construction.

Toutefois, les critères pour le calage de la cote du seuil de la vidange de fond qui sont donnés par les nécessités de l'exploitation, ne répondent souvent pas aux conditions requises pour une dérivation provisoire.

Dans le cas d'Al Massira, lors du basculement de la rivière pour la deuxième phase de

FIG. 4

Vue de la rive gauche avant le début des fouilles du canal de dérivation (le profil du futur canal est indiqué en pointillé).

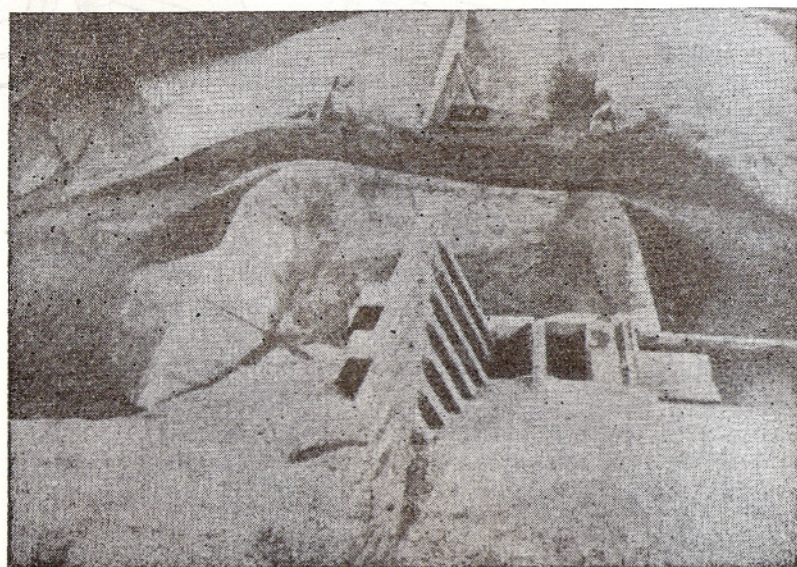


FIG. 5

Prise de vue du modèle réduit à l'échelle 1/75 du canal de dérivation lors de l'essai correspondant à un débit de 2 600 m³/s.

dérivation par la vidange de fond, la différence de niveau entre le plan d'eau amont et la vidange de fond était d'environ 10 m. Il s'agissait en fait de fermer le canal en eau courante avec montée immédiate du plan d'eau de 10 m, soit une solution difficilement réalisable.

Le problème a été résolu en exécutant un pertuis depuis la fouille à l'amont du barrage jusque dans le canal de dérivation (fig. 6).

Le basculement de la rivière a eu lieu en 3 phases, à savoir (fig. 6) :

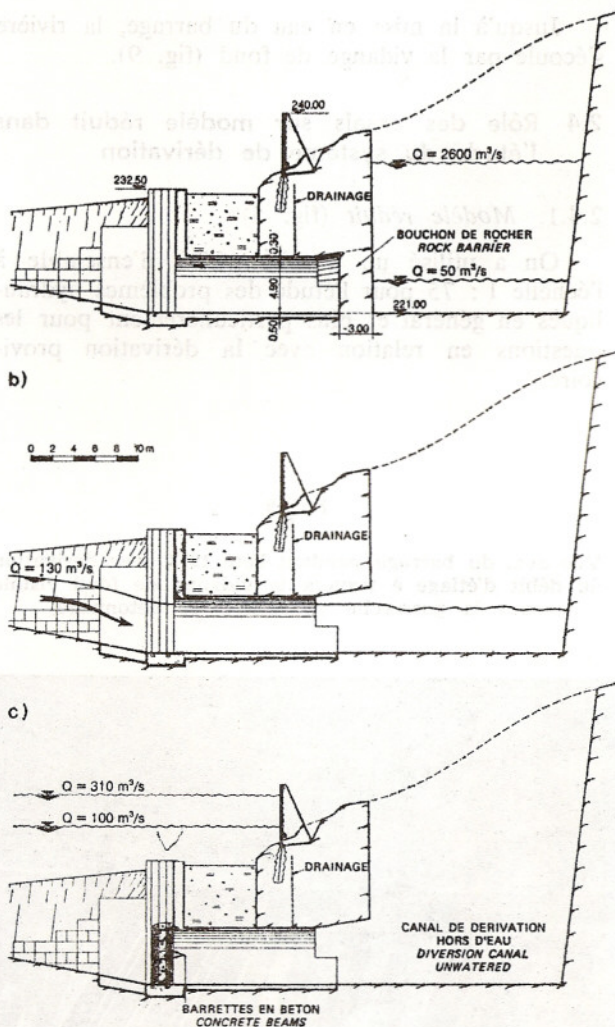


FIG. 6.

- Coupes longitudinales dans l'axe du pertuis
 a) avant la mise en service.
 b) En service avec débit $Q = 130 \text{ m}^3/\text{s}$.
 c) Après la fermeture au moyen de barrettes en béton.

(Phase a)

Pendant l'hiver 1977-78 à l'abri du batardeau principal amont, une galerie appelée pertuis a été excavée dans l'éperon rocheux en rive droite du canal à l'exclusion d'un bouchon de 3 m. Cette galerie a une section en fer à cheval de 21 m^2 . L'ouvrage d'entrée du pertuis qui comporte 2 rainures de chaque côté a été bétonné et la partie en galerie revêtue. Quatre blocs de béton ont été posés au pied de ces rainures pour empêcher un dépôt éventuel de matériaux entraînés par les eaux.

Un essai de fermeture à blanc avec des barrettes de béton a été effectué et il a donné de bons résultats (fig. 7).

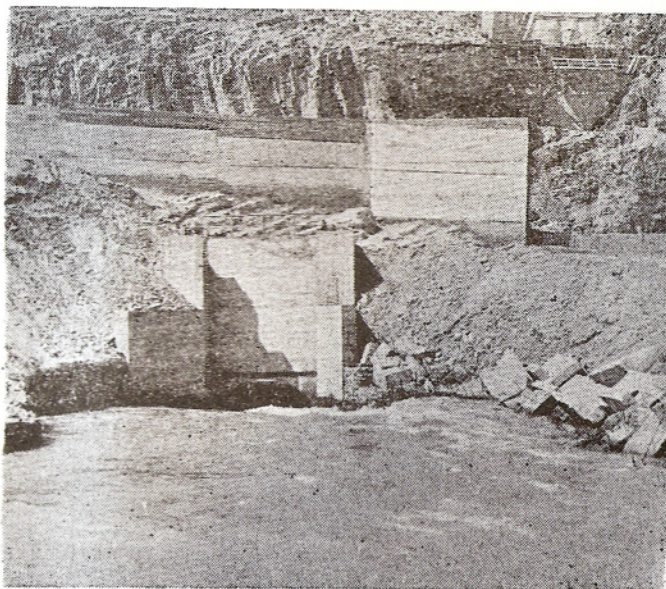
Une brèche de 20 m a été créée dans le batardeau principal amont jusqu'au-dessus du plan d'eau amont.

(Phase b)

Au début de mai 1978, le minage du bouchon rocheux dans la galerie a eu lieu et la brèche dans le batardeau principal amont a été descendue au-dessous du seuil d'entrée du canal de dérivation de manière à ce que la rivière puisse alors s'écouler par le canal de dérivation et le pertuis.

Un prébatardeau a été construit à l'entrée du canal de dérivation avec de gros enrochements et des blocs de béton de 1 m^3 (fig. 8). Le débit de la rivière était à ce moment de $130 \text{ m}^3/\text{s}$. Cet

FIG. 7.
Entrée du pertuis



ouvrage de fermeture terminé, un deuxième pré-batardeau a été construit dans le canal en eau calme juste à l'amont de la sortie du pertuis. Après assèchement de la zone entre les deux pré-batardeaux, la digue de coupure principale dans le canal fut exécutée à sec jusqu'à la cote 240.

Cette digue de coupure se composait d'un noyau de 3 m de largeur en grave-ciment (roll-concrete) et d'enrochements de part et d'autre. Ce type de noyau a permis d'éliminer le danger de renardage pouvant provenir d'une percolation au contact des parois rocheuses verticales.

(Phase c)

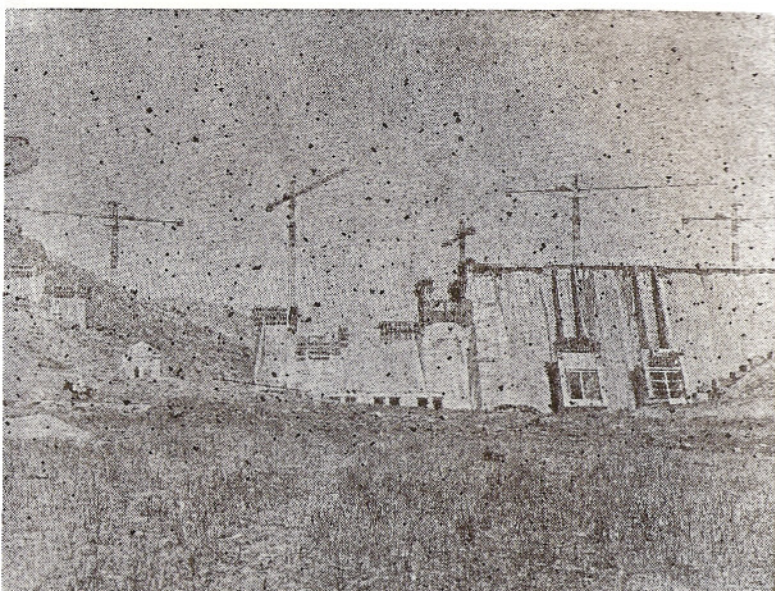
La fermeture du pertuis en eau vive ($Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$) a été réalisée par la mise en place de barrettes en béton à l'aide d'une grue mobile. Pour augmenter la sécurité de l'opération deux rideaux de barrettes ont été prévus.

L'opération de fermeture s'est ainsi déroulée :

- Enlèvement des deux blocs de béton protégeant les rainures amont.
- Pose d'une barrette amont faisant seuil et servant à arrêter un apport éventuel de cailloux.
- Enlèvement des deux blocs de béton protégeant les rainures aval.
- Pose des 6 barrettes du rideau aval.
- Pose des 5 barrettes restantes du rideau amont.
- Remplissage du vide entre les deux rideaux avec une terre à noyau.

FIG. 8

Vue du début de l'opération de coupure du canal de dérivation



Après l'opération de fermeture qui s'est déroulée sans aucun incident, le plan d'eau amont monta pendant 40 heures jusqu'à la cote d'entrée des vidanges de fond. On a profité de ces 40 heures sans écoulement à l'aval pour la mise en place d'un batardeau fermant le canal de dérivation à sa sortie.

2.3.3. Dérivation par la vidange de fond

Dès la mise en place du batardeau aval dans le canal, la zone du canal entre les deux batardeaux a été asséchée et la construction des contre-forts restants, situés au droit du canal, a été entreprise.

Jusqu'à la mise en eau du barrage, la rivière s'écoule par la vidange de fond (fig. 9).

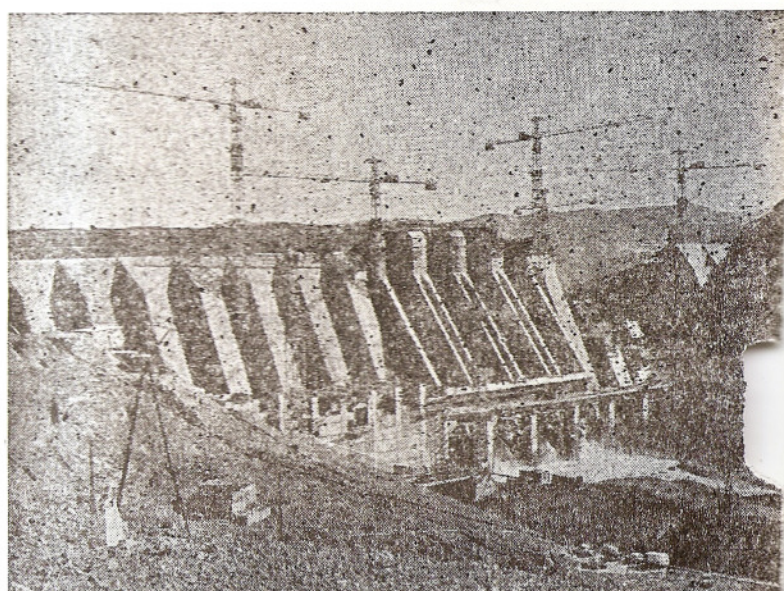
2.4. Rôle des essais sur modèle réduit dans l'étude du système de dérivation

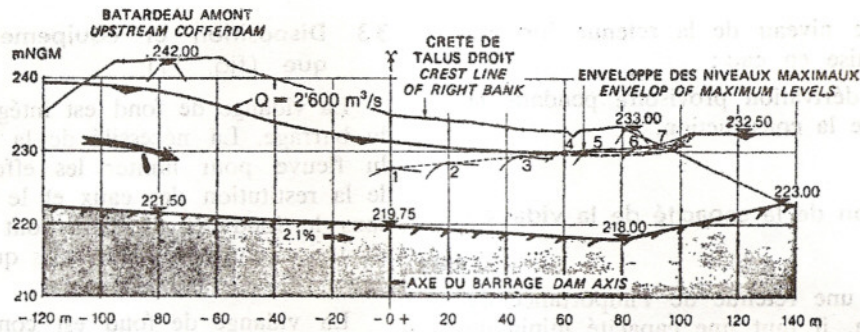
2.4.1. Modèle réduit (fig. 5)

On a utilisé un modèle réduit d'ensemble à l'échelle 1 : 75 pour l'étude des problèmes hydrauliques en général et plus particulièrement pour les questions en relation avec la dérivation provisoire.

FIG. 9

Vue aval du barrage pendant l'été 1978 avec dérivation du débit d'étiage à travers la vidange de fond visible sous la passerelle provisoire de bétonnage.





1	Q = 850 m ³ /s	3	Q = 1'300 m ³ /s	5	Q = 1'730 m ³ /s	7	Q = 2'200 m ³ /s
2	Q = 1'000 m ³ /s	4	Q = 1'500 m ³ /s	6	Q = 1'900 m ³ /s		

FIG. 10

Coupe longitudinale du canal de dérivation avec l'enveloppe des niveaux d'eau maximaux.

2.4.2. Programme des essais sur modèle réduit

2.4.2.1. Géométrie du canal et plan d'eau

Les essais sur modèle réduit ont permis de trouver, après étude de plusieurs variantes, la géométrie optimale du canal de dérivation. Le projet prévoyait un écoulement torrentiel pour les grands débits pour maintenir le niveau d'eau dans le canal relativement bas. Le volume d'excavation du canal a pu être minimaliser.

La figure 10 montre le profil longitudinal du canal de dérivation. Les numéros 1 à 7 indiquent les différentes positions du ressaut correspondant aux débits du fleuve entre 850 et 2 200 m³/s. On constate que dans la partie aval du canal (+ 60 jusqu'à + 100) le niveau maximum de l'eau n'est pas forcément le niveau du débit maximum.

Pour la géométrie du canal choisie, les niveaux d'eau constatés dans le modèle ont aussi permis de déterminer les cotes contractuelles définissant le cas de force majeure entre le Maître d'œuvre et l'Entrepreneur.

2.4.2.2. Etude de la protection des batardeaux contre l'érosion

Une série d'essais permet de définir les granulométries du rip-rap nécessaire dans les zones des batardeaux exposées à l'eau en vitesse. Les essais ont également permis d'évaluer le risque d'affouillement au pied du batardeau aval.

2.4.2. Etude de la courbe de tarage et influence de la rugosité du rocher du canal

Dans le cas d'Al Massira, la courbe de tarage a été établie sur la base de mesures directes jus-

qu'à un débit de 1 000 m³/s, si bien que l'extrapolation jusqu'à 2 600 m³/s (crue vingtennale) comporte une certaine incertitude. On a établi une courbe probable et deux courbes extrêmes indiquant le fuseau de l'incertitude. Lors des essais sur la recherche des plans d'eau, pour la détermination des cotes de couronnement des batardeaux provisoires et de la revanche le long du canal de dérivation, on a travaillé avec la courbe supérieure du fuseau.

Par contre, lors des essais d'affouillement au pied du batardeau aval, on a constaté que c'était la courbe inférieure du fuseau de tarage qui donnait les plus grands affouillements.

Aussi a-t-on procédé sur modèle réduit à une étude paramétrique de l'influence de la rugosité du rocher du canal de dérivation sur le régime d'écoulement dans le canal ainsi que sur les niveaux des plans d'eau.

3. VIDANGE DE FOND

3.1. But de la vidange de fond

La vidange de fond a pour but :

- d'abaisser le niveau de la retenue, éventuellement de vider le bassin afin de procéder à des réparations ou à des inspections ;
- de transiter une partie des débits de crues. Le règlement d'exploitation prévoit d'ouvrir en premier la vidange de fond. Par ce procédé on espère évacuer une bonne partie des apports solides sous forme de courant de densité ;
- d'assurer l'irrigation des périmètres agricoles pendant les mises hors services des turbines ;

- de maîtriser le niveau de la retenue lors de la première mise en eau ;
- de servir de dérivation provisoire pendant la phase finale de la construction.

3.2. Détermination de la capacité de la vidange de fond

Pour abaisser une retenue de l'importance de celle d'Al Massira, il faut une capacité minimale de la vidange de fond pour arriver à des temps d'abaissement acceptables. De plus, il faut limiter le débit aval lors d'une telle opération d'abaissement pour ne pas créer une crue trop importante. Pour la tranche au-dessus du seuil du déversoir, l'évacuateur de crue participe à l'abaissement. La retenue d'Al Massira peut être abaissée de sa cote normale de 285,00 à la cote 255,00 (moitié de charge) dans un laps de temps de 21 jours dans l'hypothèse d'un débit moyen entrant de 100 m³/s et d'un débit maximum aval de 2 000 m³/s. Il en résulte que la vidange de fond doit débitier 1 380 m³/s lorsque la retenue est au niveau normal de 285,00 m.s.m.

3.3. Disposition et équipement hydromécanique (fig. 11)

La vidange de fond est intégrée dans le corps du barrage. La nécessité de la placer dans l'axe du fleuve pour limiter les effets d'érosion lors de la restitution des eaux et le manque de place dans le fond de la vallée ont imposé son implantation entre les contreforts qui supportent également l'évacuateur de crues.

La vidange de fond est constituée de 6 conduites blindées d'une section de 2,30 x 4,00 m, disposées par groupe de deux à l'intérieur des alvéoles entre les contreforts (fig. 12). Chaque conduite est équipée d'une vanne de réglage de type segment et d'une vanne plane de garde. Un clapet permet la fermeture du carter de la vanne de garde et rend possible la révision de celle-ci.

La restitution des eaux à l'aval des vannes se fait par un canal revêtu d'un mortier d'époxy de 1 cm d'épaisseur. La sortie du canal est en forme de saut de ski à la cote 232,50 m.s.m., correspondant au niveau maximum aval pour le débit maximum autorisé à l'aval de 3 500 m³/s (voir § 4.1.).

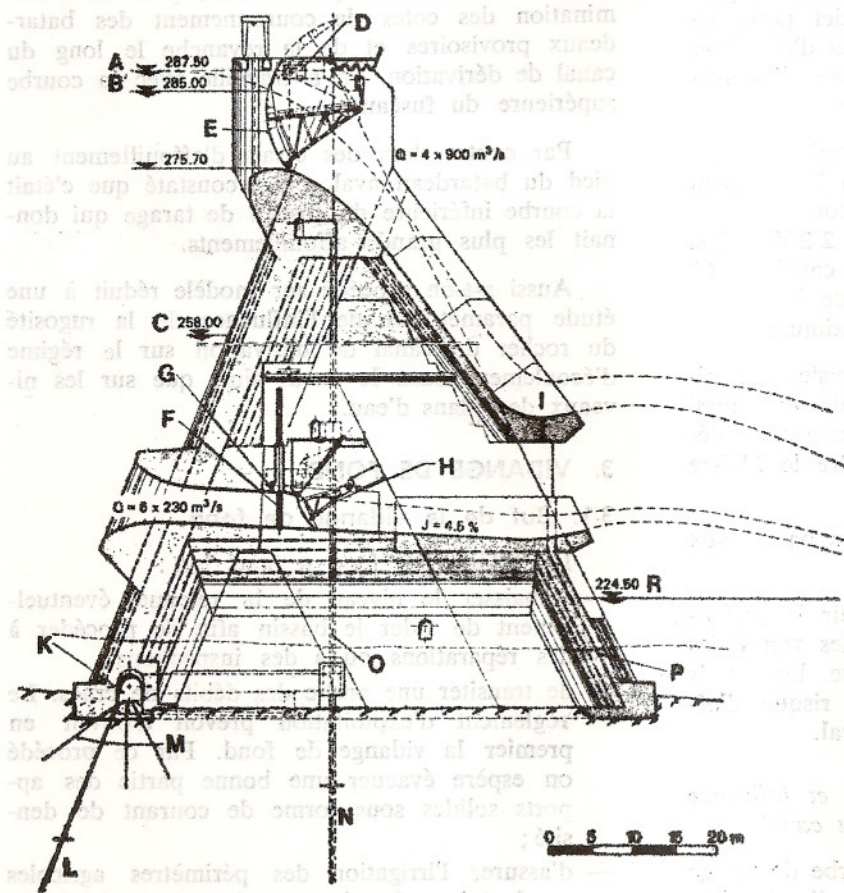


FIG. 11

Coupe transversale de l'évacuateur de crue et de la vidange de fond

- A. Niveau max. de la retenue
- B. Niveau normal de la retenue
- C. Niveau min. de la retenue
- D. Chambre de treuils
- E. Vanne segment
- F. Vanne plane de garde
- G. Clapet
- H. Vanne segment de réglage
- I. Auge de déflexion
- K. Galerie de pied amont
- N. Pendule inversé
- L. Voile d'étanchéité
- M. Aurécules de raccordement
- O. Pendule direct
- P. Contre-barrage
- R. Niveau normal aval

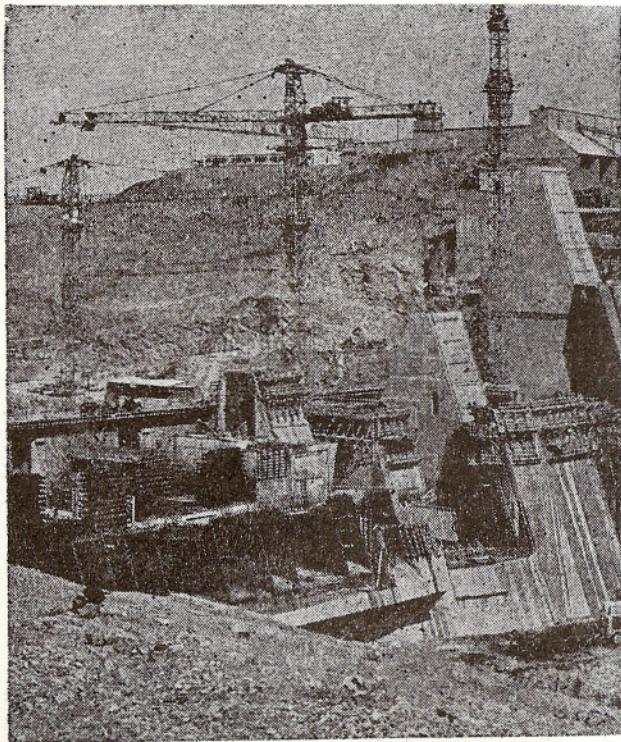


FIG. 12

Vue du barrage avec au premier plan le montage des blindages des 6 vidanges de fond.

3.4. Essais sur modèle réduit (fig. 13)

A l'aide d'un modèle réduit à l'échelle 1 : 30 les informations sur les points suivants ont été recherchées :

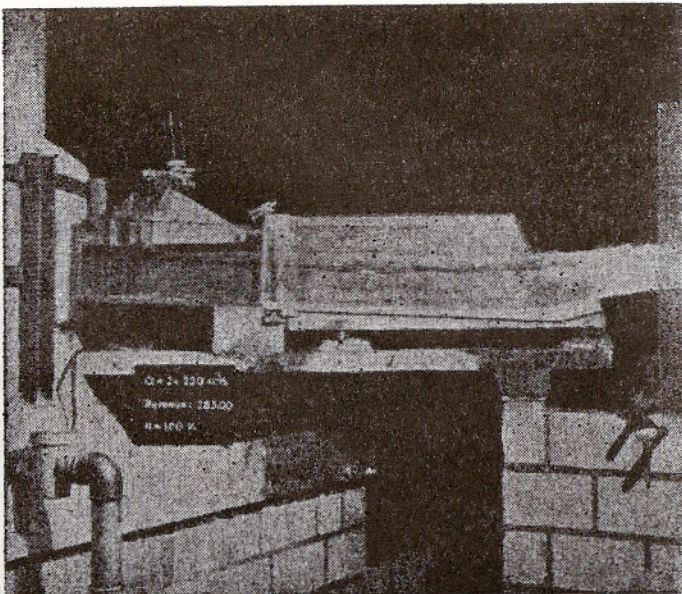


FIG. 13

Vue du modèle réduit d'une vidange de fond à l'échelle 1/30 lors de l'essai correspondant à un débit de 230 m³/s

- Contrôle de la capacité en fonction du niveau de la retenue et du degré d'ouverture des vannes.
- Répartition des pressions tout au long de la vidange de fond.
- Les fréquences des fluctuations de pressions pulsatrices pouvant éventuellement engendrer des phénomènes de vibrations.

Les résultats des deux premiers points étaient assez proches des valeurs calculées.

Les fréquences dominantes des fluctuations de pressions ont été trouvées entre 2 et 4,5 Hz. Par une légère modification du projet on a intéressé une plus grande masse de béton pour s'éloigner du domaine des fréquences d'excitation dues à l'écoulement.

4. EVACUATEUR DE CRUE

4.1. Capacité

La crue de projet est fixée par l'hydrogramme de crues de fréquence 1/1 000 avec un débit de pointe de 6 000 m³/s. Vu que les aménagements existants à l'aval d'Al Massira ne sont équipés que d'organes d'évacuation ne dépassant pas 3 500 m³/s, il était nécessaire que la retenue d'Al Massira joue un rôle d'amortisseur pour diminuer les crues exceptionnelles à des valeurs tolérables à l'aval. La grande surface de la retenue, de plus de 140 km², permet ce laminage avec une surélévation maximale du plan d'eau de 2.50 m.

L'évacuation des crues se fonde sur l'utilisation combinée de l'évacuateur de surface et de la vidange de fond. Selon le chapitre 3.2, la capacité max. de la vidange de fond a été fixée à 1 380 m³/s. En conséquence, la capacité théorique nécessaire de l'évacuateur de crues est de l'ordre de 2 100 m³/s. Pour garantir les 3 500 m³/s au total, même lors d'un blocage éventuel d'une vanne, la capacité totale installée dépasse les 3 500 m³/s.

4.2. Disposition de l'évacuateur de crue (Fig 11)

Les 4 passes déversantes de l'évacuateur ont chacune une largeur de 10 m et sont séparées par des piles de 5 m d'épaisseur. Les organes mobiles de fermeture et de réglage de l'évacuateur sont constitués de vannes segment de 9,50 m de hauteur. L'eau coulant le long du coursier est restituée à l'aval à l'aide d'un saut de ski d'un

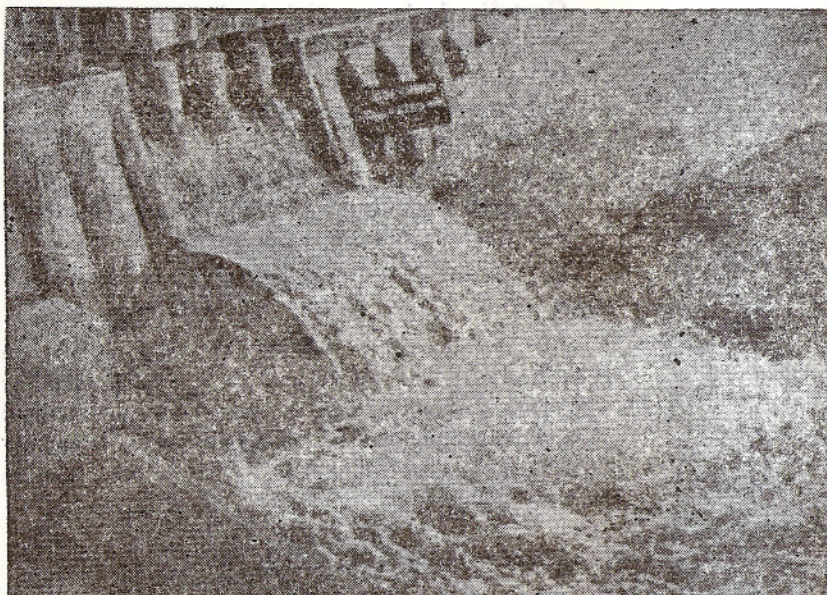


FIG. 14

Vue du modèle d'une vidange de fond à l'échelle 1/30 lors de l'essai correspondant à un débit de 230 m³/s

été nécessaire de construire à l'aval ni bassin amortisseur ni radier de protection. Toutefois, il était important de l'affouillement final dans le rocher afin de s'assurer qu'il ne mette pas en péril les fondations du barrage ou des ouvrages annexes.

rayon de courbure de 7,5 m qui dirige la lame d'eau selon un angle de 15° vers le haut et la projette à l'aval à quelque 75 m du pied du barrage dans le lit de la rivière. A cause de la présence d'une couche d'alluvions assez importante dans le lit de la rivière, les contreforts de la partie centrale sont fondés à environ 15 m sous le niveau d'eau aval minimum créant ainsi un coussin d'eau important. Par conséquent, il n'a

4.3. Modèle réduit

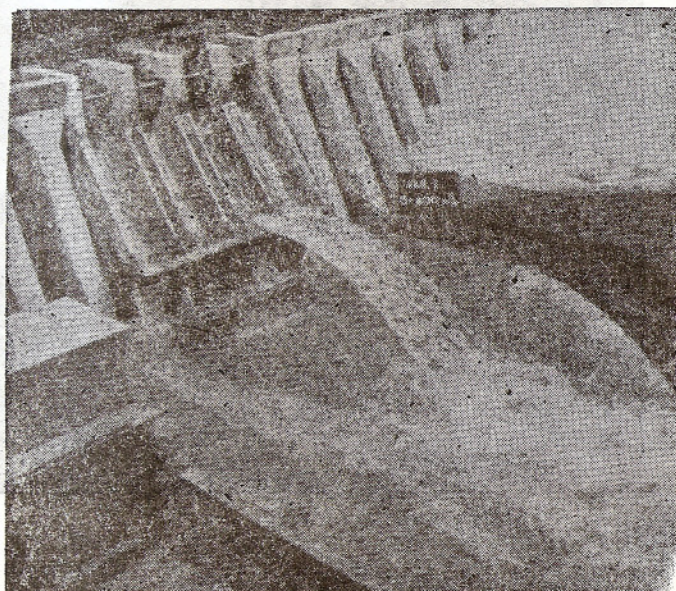
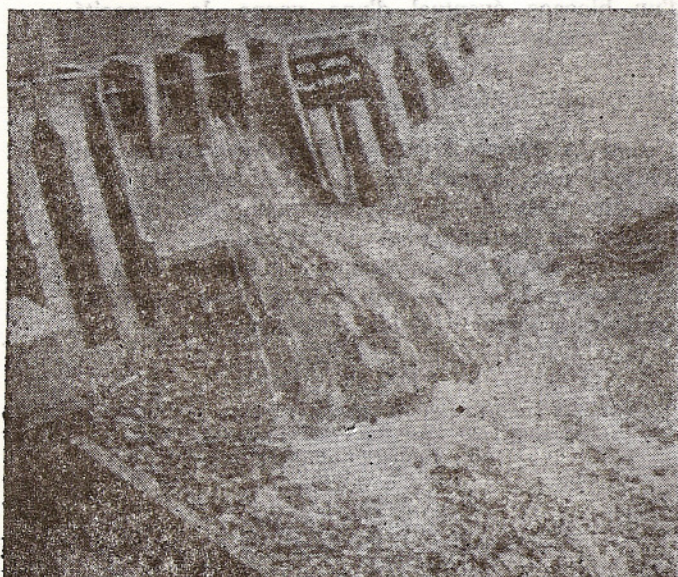
Initialement on avait prévu un coursier unique pour les 4 passes, limité seulement latéralement par deux murs bajoyers. Pour le cas de service normal avec ouverture uniforme des 4 vannes, aucun problème hydraulique ne se posait (voir fig. 14). Par contre, le cas exceptionnel d'une seule vanne ouverte (par exemple par blocage) montrait un large étalement de la nappe déversante. Le désavantage de cet étalement avec impact de l'eau d'un côté sur le versant gauche de la vallée et de l'autre côté à proximité de l'usine, nous a conduit à prévoir des murs bajoyers pour chaque passe. Les fig. 15a et 15b donnent une illustration de ces deux cas.

FIG. 15

Vue du modèle réduit au 1/75 de l'évacuateur de crue lors de l'essai d'un cas d'exploitation exceptionnelle avec ouverture complète d'une passe donnant un débit simulé de 600 m³/s sans bajoyer intermédiaire.

FIG. 15 b

Dito fig. 15 a, mais avec bajoyers intermédiaires



Une grande série d'essais a été consacrée au phénomène de l'affouillement du fond rocheux du lit du fleuve à l'aval du barrage dans la zone d'impact des jets. Les essais d'affouillement dans un lit rocheux présentent toujours quelques difficultés, car la résistance d'une roche est une grandeur qui ne peut être reproduite en modèle. Une approche de ce problème peut être envisagée en considérant que l'affouillement peut se décomposer en deux phénomènes successifs qui sont les suivants :

- dislocation de la masse rocheuse et fractionnement en blocs de dimensions variables,
- transport des blocs hors de la zone d'affouillement sous l'effet des fortes sollicitations de l'écoulement avec formation d'une cuvette d'affouillement et d'un dépôt à l'aval. Selon la force d'entraînement existante, il peut même se produire une érosion du dépôt immédiatement à l'aval de la cuvette d'affouillement, érosion qui influence de son côté la profondeur de l'affouillement.

Les essais sur modèle se sont limités à l'étude de ce deuxième phénomène, c'est-à-dire à la phase de transport en admettant que le premier phénomène ait pu s'effectuer complètement. Dans les essais sur modèle, le rocher avait été simulé par des blocs sans cohésion allant de 4 t à 28 t.

La figure 16 donne à titre d'exemple les résultats de deux essais d'affouillement. Les courbes de niveau représentent la surface finale du rocher après l'action simultanée de l'évacuateur de crue et de la vidange de fond sous un débit constant de $3\,500\text{ m}^3/\text{s}$. L'essai n° 3 correspond au cas où on laisse en place le dépôt qui se forme immédiatement à l'aval de la cuvette d'affouillement. Par l'essai n° 4 on avait simulé un cas plus extrême en enlevant ce dépôt.

Le résultat général de ces essais a montré que les affouillements dus aux jets issus de l'évacuateur de crues sont plus importants que ceux produits par la vidange de fond. De plus, on a constaté que le fonctionnement simultané de la vidange de fond et de l'évacuateur de surface n'occasionnait pas un affouillement plus profond que lorsque l'évacuateur de surface fonctionnait seul. Les résultats ont montré que les affouillements se situaient en dehors de la zone du rocher intéressé par les fondations du barrage.

RESUME

L'aménagement à buts multiples d'Al Massira sur l'Oum-er-R'bia est situé à 160 km au sud de Casablanca au Maroc. Les caractéristiques géné-

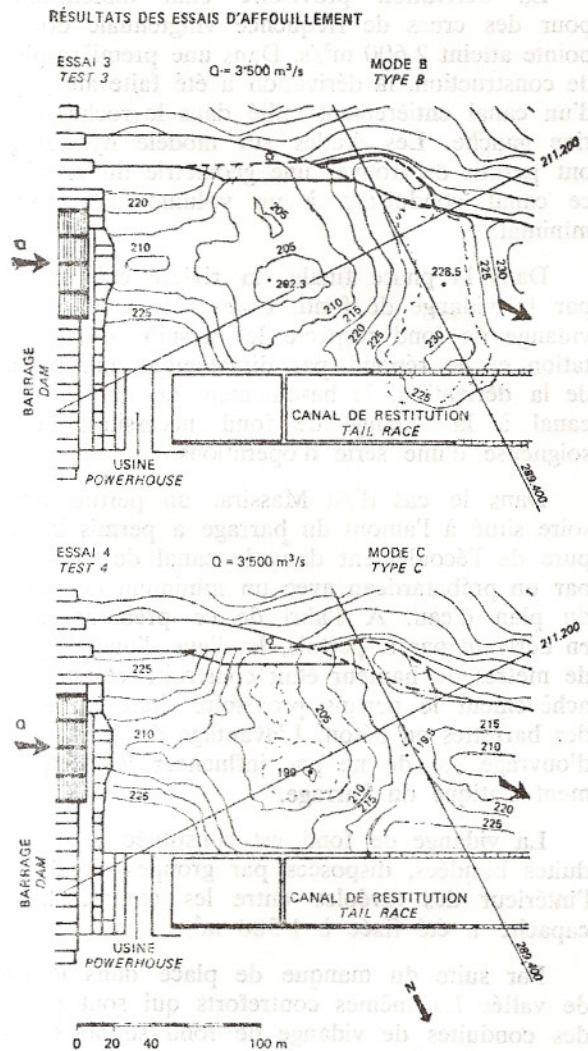


FIG. 16

Résultats des essais sur modèle réduit de l'affouillement final à l'aval du barrage dans les deux cas suivants :

ESSAI 3
Sans enlèvement du dépôt à l'aval de la cuvette d'affouillement.

ESSAI 4
Avec enlèvement du dépôt.

rales de l'aménagement comprennent un barrage principal du type à contreforts de 79 m de hauteur et deux digues de col d'une longueur totale en couronnement de presque 2 km. La retenue, une des plus importantes du Maroc, avec ses $2\,800\text{ hm}^3$ inonde une zone semi-désertique.

La puissance installée dans l'usine au pied du barrage est de 150 MW. A part la fourniture d'énergie électrique de pointe, l'aménagement d'Al Massira sert à l'irrigation, à l'alimentation d'eau potable et industrielle et à la protection contre les crues.

IMPACT DE LA DENSITE DU SOL SUR LE TAUX D'INFILTRATION SOUS LES CONDITIONS DE NON SATURATION (*)

par

M. BAZZA

*Enseignant à l'Institut Agronomique et Vétérinaire
Hassan II*

D. R. NIELSEN

*Encadrant de la présente recherche
Professeur à l'Université Californienne à Davis
Doyen associé de recherche*

Remerciements à M. Abdelaziz TABET qui a bien voulu
réviser la présente étude et suggérer quelques remaniements

RESUME

La présente étude est le résultat d'un travail de laboratoire dont l'intérêt primordial fut la détermination de la variation des paramètres caractérisant l'infiltration sous les conditions de non saturation et particulièrement la diffusivité de l'eau du sol, l'avancement du front d'humectation et le taux d'infiltration en relation avec la variation de la densité apparente sèche.

Deux types de sols ont été tassés dans des colonnes en plastique transparent à des densités différentes. Ces colonnes furent par la suite soumises à des charges négatives ne saturant pas les sols et les processus d'infiltration — horizontale et verticale ascendante et descendante — suivis. L'atténuation des rayons gamma a été utilisée pour tester l'homogénéité du sol et déterminer sa teneur en eau en tout moment.

A partir des résultats, on peut conclure que le comportement du mouvement de l'eau dans les sols étudiés (un sol argileux limoneux et un sol

(*) Le présent article est le résumé d'une partie de mémoire de fin d'études intitulé « Utilisation de l'atténuation des rayons Gamma pour déterminer l'impact de la densité du sol sur le taux d'infiltration sous les conditions de non saturation ».

Le mémoire en question a été déposé à l'Université Californienne à Davis pour l'obtention du Master of Science en août 1979.

sableux limoneux) est remarquablement affecté par la densité de ceux-ci. Pour une teneur en eau initiale donnée, l'intervalle des densités qu'on peut obtenir est limité et ses limites diffèrent de celles obtenues avec une teneur en eau initiale différente. Pour chaque teneur en eau initiale et l'intervalle de densités correspondant, le comportement de l'infiltration, sous des conditions de non saturation, suit la même allure. Le taux d'infiltration, l'avancement du front d'humectation et la teneur en eau maximale que le sol atteint à une suction donnée sont relativement faibles au début, puis augmentent rapidement avec l'augmentation de la densité du sol et finalement diminuent graduellement à mesure qu'on s'approche de la limite supérieure de l'intervalle des densités obtenues. Cependant, la diffusivité de l'eau du sol ne suit pas une allure propre.

INTRODUCTION

La connaissance des processus d'infiltration de l'eau dans le sol, sous les conditions de non saturation, revêt une importance primordiale dans différents domaines principalement en agriculture en zones irriguées, en aridoculture, en hydrologie et en génie civil. Ainsi, en zones irriguées, les processus d'infiltration, aussi bien en non saturation qu'en saturé, permettent de bien déterminer les quantités d'eau gaspillées par percolation au-delà de la profondeur atteinte par les racines. Il en est de même pour les quantités de fertilisants lessivés en solution. En ce qui concerne l'aridoculture, la connaissance des processus de mouvements d'eau, dans les sols non saturés, est vitale et permet de mieux valoriser les faibles quantités d'eau disponibles. En hydrologie et principalement l'étude de bilans de bassins versants, les quantités d'eau infiltrées constituant une composante de ceux-ci et leur connaissance est nécessaire pour prévoir les débits et périodes de ruissellement, leurs effets érosifs, les capacités de barrages et réservoirs et les dimensions de canaux et de rivières. Finalement, en génie civil et particulièrement les digues en terre constituent des lieux où la connaissance des phénomènes d'infiltration est absolument nécessaire.

Aussi bien en agriculture en zone irriguée qu'en aridoculture, la connaissance des changements en teneur en eau des sols après un apport d'eau naturel ou artificiel, pourrait contribuer, connaissant le comportement des plantes, à la détermination des doses d'arrosage. Quand l'eau est le facteur limitant, cette information serait d'un intérêt pri-

mordial afin de déterminer avec vigueur un programme d'irrigation tout en maximisant la conservation de l'eau.

L'accent doit être mis sur les conditions de non saturation parce que d'une part, les conditions de saturation ont fait l'objet d'études de plusieurs auteurs depuis des décennies et semblent être relativement bien comprises, et d'autre part, les conditions de non saturation prévalent pendant de longues périodes sauf dans certains cas spéciaux telle que la présence d'une couche imperméable. En effet, après un apport d'eau, les conditions de saturation prévalent généralement pendant une période de temps très courte, alors que les conditions de non saturation font l'objet d'un environnement où les plantes sont placées pendant des périodes très longues. Heureusement d'ailleurs qu'il en soit ainsi puisque les conditions de saturation ont des effets asphyxiants, effets qui font que les systèmes d'irrigation avec lesquels le sol n'atteint pas la saturation sont de plus en plus adoptés par les agriculteurs.

Bien que les phénomènes d'infiltration aient fait l'objet d'études pendant plusieurs décennies, peu d'intérêt a jusqu'ici été donné à l'influence de la densité du sol sur ces phénomènes. Certes, la densité apparente sèche d'un sol est implicitement incluse dans sa teneur en eau volumique mais les effets explicites de la densité sur les phénomènes d'infiltration ont généralement été ignorés. A la connaissance des auteurs, aucun travail n'a jusque là été fait en ce sens.

REVISION BIBLIOGRAPHIQUE

Nielsen et Vachaud (1965), utilisant un sol sableux limoneux ont trouvé que le taux d'avancement du front d'humectation était en relation avec la valeur de la densité volumique du sol. Pour des valeurs de la densité du sol inférieures à 1.50 g/cm³, on peut voir sur la fig. 1 que la valeur de $\phi(\theta)$ (cf. équation (5) pour définition) à proximité du front d'humectation ($\theta = 0.10$ cm³/cm³) varie remarquablement avec la densité volumique du sol étudié.

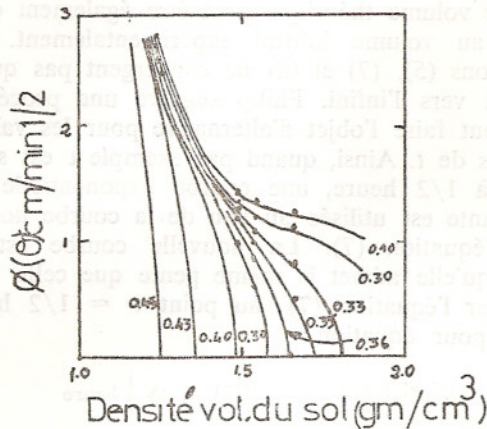


FIG. 1: $\phi(\theta)$ en fonction de la densité du sol; les paramètres sont des teneurs en eau volumiques (Nielsen et Vachaud, 1965).

Jackson (1963), utilisant trois sols différents a étudié l'infiltration horizontale à une charge de — 2 mb pour différentes valeurs de la densité volumique et de la porosité. Ses résultats montrent que pour de faibles variations de la porosité totale (0.05 —) et donc de densité volumique, et à teneur en eau constante, la diffusivité a manifesté un changement très remarquable.

La teneur en eau maximale (θ_0) que le sol a atteinte, pour la charge de — 2 mb utilisée, a également varié avec la variation de la densité volumique de chacun des sols utilisés. Il en est de même pour le paramètre $\phi(\theta)$, la diffusivité et la sorptivité de l'eau du sol.

ASPECT THEORIQUE DU PROBLEME

L'écoulement de l'eau dans un milieu poreux, sous des conditions de non saturation, est régi par la loi de Darcy, généralisée sous la forme :

$$J = -K \frac{dH}{dx} \quad (1)$$

où J est le débit d'eau par unité de surface (L^3/L^2T)

K la conductivité hydraulique du matériel (L^3/L^2T) supposée être une fonction univoque de θ , $K(\theta)$.

dH

et — le gradient de potentiel provoquant l'écoulement (sans unité).

H étant la charge totale (L) et x la distance suivant la direction de l'écoulement (L).

Le changement en teneur en eau du sol, en fonction du temps est donné par l'équation de la continuité ou conservation de masse. La combinaison de la loi de Darcy et de l'équation de la continuité donne l'équation de l'infiltration,

La combinaison de la loi de Darcy et de l'équation de la continuité donne l'équation de l'infiltration,

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(\theta) \frac{\partial \psi}{\partial x} \right] + K(\theta) \quad (2)$$

ψ étant le potentiel matriciel (L).

Si on suppose que θ est une fonction univoque du potentiel matriciel $\theta = \theta(\psi)$, on a :

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} = \frac{d\psi}{d\theta} \frac{\partial \theta}{\partial x}$$

et l'équation (2) devient

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[K(\theta) \frac{d\psi}{d\theta} \frac{\partial \theta}{\partial x} \right] + K(\theta) \quad (3)$$

$D(\theta)$, égale à $K(\theta) \frac{d\psi}{d\theta}$, est définie comme

étant la diffusivité de l'eau du sol (L^2/T) et est supposée être une fonction univoque de θ .

L'équation (3), sujette aux conditions limites,

$$\begin{aligned} \theta &= \theta_n, & t &= 0, & x &> 0 \\ \theta &= \theta_0, & t &> 0, & x &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

admet comme solution :

$$x = \phi(\theta) t^{1/2} + \chi(\theta) t + \psi(\theta) t^{3/2} + \omega(\theta) t^2 + \dots + f_m(\theta) t^{m/2}$$

$\phi(\theta)$ est une nouvelle variable, fonction univoque de θ , introduite pour réduire l'équation à une équation différentielle ordinaire. Elle est appelée équation de Boltzmann ou transformation de Boltzmann et est donnée par

$$\phi(\theta) = x t^{-1/2}$$

$\chi, \psi, \omega, \dots, f_m$ sont toutes des fonctions univoques

de θ et peuvent être calculées connaissant $D(\theta)$ et $K(\theta)$. Elles sont de la forme

$$\int_{\theta_n}^{\theta} f(\theta) d\theta = a \frac{df}{d\theta} - b$$

Les conditions aux limites (équation (4)) traduisent le fait que θ_n , la teneur en eau initiale du sol est constante à travers tout le sol avant l'apport d'eau; et θ_0 , la teneur en eau maximale que le sol atteint sous la charge en question est supérieure à θ_n et est constante. Il est aussi supposé que la colonne de sol est semi-infinie.

Dans le cas simple de l'infiltration horizontale, les forces de gravité agissant sur l'écoulement sont nulles, l'équation (5) devient:

$$x = \theta(\theta) t^{1/2}$$

Il est aussi nécessaire de noter que l'équation (5) nécessite certains changements de signes dans le cas d'infiltration ascendante.

En plus des conditions aux limites (équation (4)), l'équation (3) ne décrit l'écoulement que si les conditions suivantes sont remplies (Nielsen et al., 1963).

- le phénomène d'humectation ne cause aucun réarrangement des particules solides;
- le mouvement de l'air n'influence pas celui de l'eau, ceci parce que l'équation de l'écoulement ne tient compte que de la phase liquide;
- les propriétés physiques et chimiques de l'eau sont uniformes indépendamment de la position qu'elle occupe dans le sol;
- les conditions d'isothermie prévalent lors de l'expérimentation.

La transformation de Boltzmann (6), ne peut être vérifiée expérimentalement que si ces conditions sont remplies.

L'équation (5) est théorique donnant une courbe de x en fonction de θ à tout moment (répartition de l'humidité dans le sol); celle-ci peut être comparée à des courbes expérimentales.

La vitesse d'infiltration est obtenue théoriquement en intégrant l'équation (5) par rapport à θ et puis en différenciant par rapport à t (t étant le temps), c'est-à-dire:

$$v_0 = \frac{1}{2} t^{-1/2} \int_{\theta_n}^{\theta} \theta f(\theta) d\theta + (K_n + \int_{\theta_n}^{\theta} x(\theta) d\theta) + \frac{3}{2} t^{1/2} \int_{\theta_n}^{\theta} \psi(\theta) d\theta + \dots \quad (7)$$

K_n étant la conductivité hydraulique du sol quand $\theta = \theta_n$ (conditions initiales).

Le volume d'eau cumulé infiltré à un instant t donné est obtenu, théoriquement par:

$$i = \int_0^t x_0 dt$$

$$\text{ou } i = t^{1/2} \int_{\theta_n}^{\theta} \theta f(\theta) d\theta + (K_n + \int_{\theta_n}^{\theta} x(\theta) d\theta) + \dots \quad (8)$$

$$\text{Notons que } \int_{\theta_n}^{\theta} \theta f(\theta) d\theta$$

est définie comme étant la sorptivité de l'eau du sol (Philip, 1957 b).

Ce volume théorique peut être également comparé au volume infiltré expérimentalement. Les équations (5), (7) et (8) ne convergent pas quand t tend vers l'infini. Philip suggère une procédure qui peut faire l'objet d'alternative pour les valeurs élevées de t . Ainsi, quand par exemple t est supérieur à 1/2 heure, une courbe exponentielle décroissante est utilisée au lieu de la courbe donnée par l'équation (7). La nouvelle courbe est de sorte qu'elle admet la même pente que celle donnée par l'équation (7), au point $t = 1/2$ heure et a pour équation:

$$V_0 = K_0 + (V_0 - K_0) \exp[-a(t - 1/2)] / t, \quad t \gg \frac{1}{2} \text{ heure} \quad (9)$$

où V_0 est la vitesse d'infiltration au temps $t = 1/2$ h, a une constante obtenue en égalisant les pentes des 2 courbes au temps $t = 1/2$ h, et K_0 la conductivité hydraulique du sol quand $\theta = \theta_0$.

De manière similaire, quand $t > 1/2$ heure, l'équation suivante, dérivée à partir de l'équation (9) substituée pour l'équation (8):

$$i = \int_0^t V_0 dt = K_0 (t - \frac{1}{2}) + \frac{1}{a} (V_0 - K_0) [1 - \exp(-a(t - \frac{1}{2}))] \quad (10)$$

Finalement, quand $t > 1/2$ h, la forme de la courbe $x = f(\theta)$ est obtenue théoriquement en supposant que la forme de profil hydrique est invariable et est la même que quand t tend vers l'infini (Philip, 1976).

MATERIEL ET METHODES

Un sol rouge, argileux-limoneux, de nature kaolinique était choisi pour l'expérimentation du fait que la kaolinite est une argile non gonflante ayant des lattices fixes (7Å° d'espacement entre couches successives). Par la suite, les mêmes expériences étaient refaites sur un sol sableux-limoneux. Le sol a été séché à 2 températures différentes afin d'obtenir 2 teneurs en eau initiale distinctes, et puis tamisé dans une passoire de 2 mm (0,5 mm pour le sol sableux-limoneux). Par la suite, le sol était tassé dans des colonnes

cylindriques en plastique transparent (plexiglass) dont les dimensions sont connues. Afin de tasser le sol uniformément, on a procédé comme suit : le sol était ajouté, en petites quantités, à travers un entonnoir relié à un tube en plastique d'un cm de diamètre. Ce dernier reposait sur le sol déjà tassé, et en ajoutant du sol l'ensemble (entonnoir + tube) était soulevé doucement en tournant le bas du tube contre les parois du cylindre. Après chaque addition de sol, le support en bois du cylindre était frappé par un petit marteau.

Au préalable, les coefficients d'absorption de masse du plexiglass, de l'eau et des deux types de sol furent déterminés expérimentalement. Après avoir tassé une colonne, elle fut placée entre une source et un détecteur de rayon gamma et des mesures de l'intensité de radiation étaient faites tous les centimètres le long de la colonne afin de vérifier si la colonne était homogène. La teneur en eau initiale était déterminée simultanément, pour chaque colonne, en séchant 3 échantillons pendant 24 h à 105°C dans une étuve.

L'eau utilisée pour toutes les expériences avait une concentration de 0.01N de CaSO_4 .

L'apport d'eau était fait à travers une plaque en verre fritté (description donnée par Nielsen et Phillips, 1958). Les plaques étaient d'une porosité moyenne et fabriquées spécialement pour les colonnes utilisées. Au début de chaque expérience, la plaque était saturée d'eau et la charge négative désirée appliquée puis la plaque était mise en contact avec le sol. La pression appliquée au début était maintenue constante tout au long de l'expérience, grâce à une burette à niveau constant. Cette dernière était graduée et servait en même temps à déterminer, en tout moment, le volume d'eau qui s'est infiltré dans le sol. Le temps de référence ($t = 0$) correspondait au moment où le contact entre la plaque saturée et le sol fut réalisé. Cette opération doit se faire le plus rapidement possible. L'autre bout de la colonne était ouvert à l'atmosphère, dans toutes les expériences, en utilisant une plaque frittée sèche et à grande porosité.

Les mesures de teneur en eau du sol et de l'avancement du front d'humectation étaient faites indirectement en mesurant l'intensité de la radiation (rayons gamma) à travers la zone humide de la colonne. La variation de la teneur en eau de la zone du front d'humectation étant très rapide, plusieurs mesures étaient prises, (jusqu'à ce que la diminution de l'intensité des rayons gamma, due à l'augmentation de la teneur en eau du sol, était négligeable) avant de bouger à une autre position. De temps à autre, des mesures

étaient faites tout au long de la zone humide afin de déterminer expérimentalement $\theta = f(x)$. Les volumes d'eau infiltrés dans la colonne de sol étaient pris simultanément.

Les infiltrations horizontale et verticale — ascendante et descendante — furent étudiées pour 2 différentes valeurs de la teneur en eau initiale. Pour le sol argileux limoneux et pour les teneurs en eau initiales d'environ 0,085 et 0,035 cm^3/cm^3 , les charges étaient — 35 et — 20 cm d'eau respectivement. Pour le sol sableux limoneux, on était de 0,055 cm^3/cm^3 et la charge était de — 20 cm. Pour chacune de ces conditions, plusieurs expériences étaient conduites pour différentes valeurs de la densité apparente.

RESULTATS ET DISCUSSION

La figure 2 montre la variation de la teneur en eau aux niveaux de sections de la colonne situées à différentes distances du bout de la colonne par lequel se fait l'entrée d'eau. On remarque que pour les petites distances, cette variation est très rapide alors que pour les grandes, elle devient de plus en plus lente. Les figures 3 et 4 représentent les fronts d'humectation à 3 moments différents. Notons que la forme de ces fronts d'humectation s'aplatit avec le temps ; ce phénomène est en contact avec la forme théorique (cf. fig. 6). Pour des valeurs similaires ou presque de densité du sol, le front d'humectation atteint une distance un peu plus grande pour l'infiltration verticale descendante que pour l'infiltration horizontale. La valeur de celle-ci est à son tour un peu plus forte que celle correspondant à l'infiltration verticale ascendante. Les figures 5 et 6 montrent des graphes de la distance atteinte par le front d'humectation en fonction de la racine carrée de t (temps) pour différentes valeurs de θ . Ce tracé est dans le but de vérifier la transformation de Boltzmann. Dans le cas de l'infiltration horizontale (fig. 5), les courbes obtenues sont des lignes droites dont les coefficients de corrélation sont donnés par le tableau 1. Comme dans le cas de l'avancement du front d'humectation, on peut voir sur la fig. 6 que la différence entre les 3 types d'infiltrations est remarquable après environ 1/2 heure. Cependant, cette différence est encore faible après 300 mn d'infiltration.

La figure 7 montre la diffusivité de l'eau du sol argileux limoneux pour 5 valeurs de densité. Les variations de la distance atteinte par le front d'humectation, le volume d'eau infiltré par unité de surface et ϕ (θ) en relation avec la variation de la densité du sol sont données par les figures

9, 8 et 10 respectivement. Elles ont toutes la même allure. Finalement, la figure 11 montre le front d'humectation 600 mn après le commencement de l'infiltration pour trois différentes densités du sol sableux limoneux. Notons qu'aussi bien la distance atteinte par le front d'humectation que la teneur en eau maximale (θ_0) que le sol atteint, changent avec la densité.

CONCLUSION

La présente étude a montré qu'il existe un effet significatif de la densité des sols utilisés sur les paramètres caractérisant l'infiltration sous les conditions de non saturation. Si l'étude avait été conduite sous des conditions de non saturation, les résultats auraient probablement été différents puisque cette dernière met en jeu aussi bien les macropores que les micropores. Les différences entre l'infiltration horizontale, verticale ascendante et verticale descendante sont petites. En effet, toutes les caractéristiques sont presque similaires, pour les 3 types d'infiltration, quand la densité du sol est la même. Ceci peut être dû au fait que l'action de la gravité est relativement faible. Cette dernière n'a d'effet significatif qu'après que le front d'humectation ait atteint une dis-

tance d'environ 30 cm. Au début de l'infiltration, la force due au gradient du potentiel matriciel est la force principale faisant mouvoir l'eau, celle due au potentiel gravitaire est relativement très faible. L'objectif de l'étude étant la détermination de l'impact de la densité volumique du sol sur l'infiltration, l'homogénéité était d'une importance primordiale. Ainsi l'utilisation de longues colonnes où l'action de la gravité aurait apparu nettement, était limitée par le fait que de telles colonnes sont presque impossibles à remplir uniformément. La présente étude fut conduite avec des colonnes de 20 cm, et il serait difficile, sinon impossible, de mener la même étude, avec les mêmes objectifs mais pour de longues périodes d'infiltration, à moins que de nouvelles méthodes de tassement du sol soient découvertes.

La transformation de Boltzmann, décrivant l'avancement du front d'humectation a été vérifiée et a performé de manière parfaite. On peut voir (fig. 5) que la distance atteinte par le front d'humectation est proportionnelle au carré du temps d'infiltration pour différentes valeurs de teneur en eau, θ . Les coefficients de proportionnalité définissent les valeurs de $\phi(\theta)$ et sont donnés par les pentes des droites dont les coefficients de corrélation sont donnés par le tableau 1. Notons que pour la valeur de θ de $0,50 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$

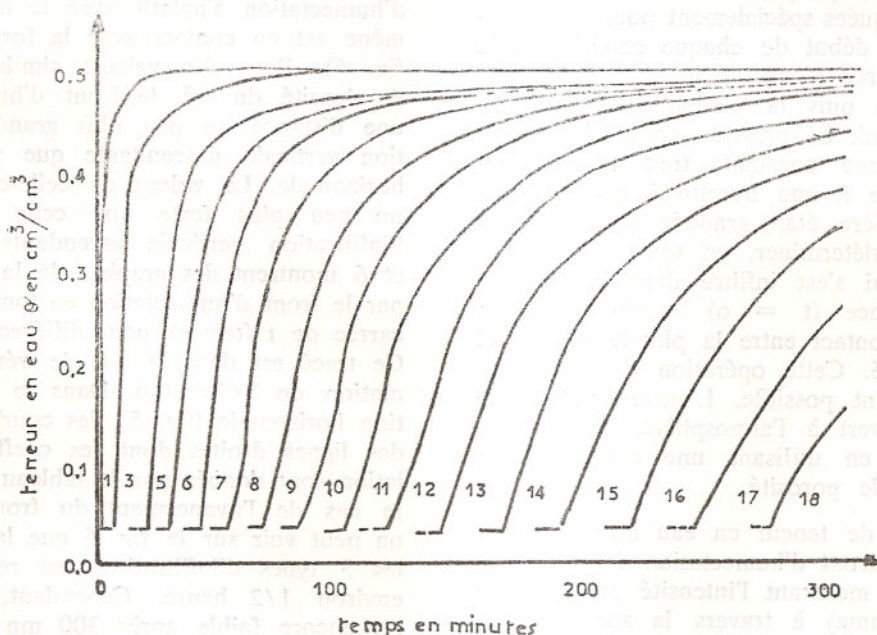


Fig. 2: Teneur en eau volumique du sol (argileux limoneux $\leq 2 \text{ mm}$) en fonction du temps pour l'infiltration horizontale. Les indices indiquent les distances en cm à partir du bout de la colonne par lequel se fait l'entrée d'eau. $h = 20 \text{ cm CE}$.
Teneur en eau initiale : $5,036 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$
Densité du sol : $1,10 \text{ gm}/\text{cm}^3$.

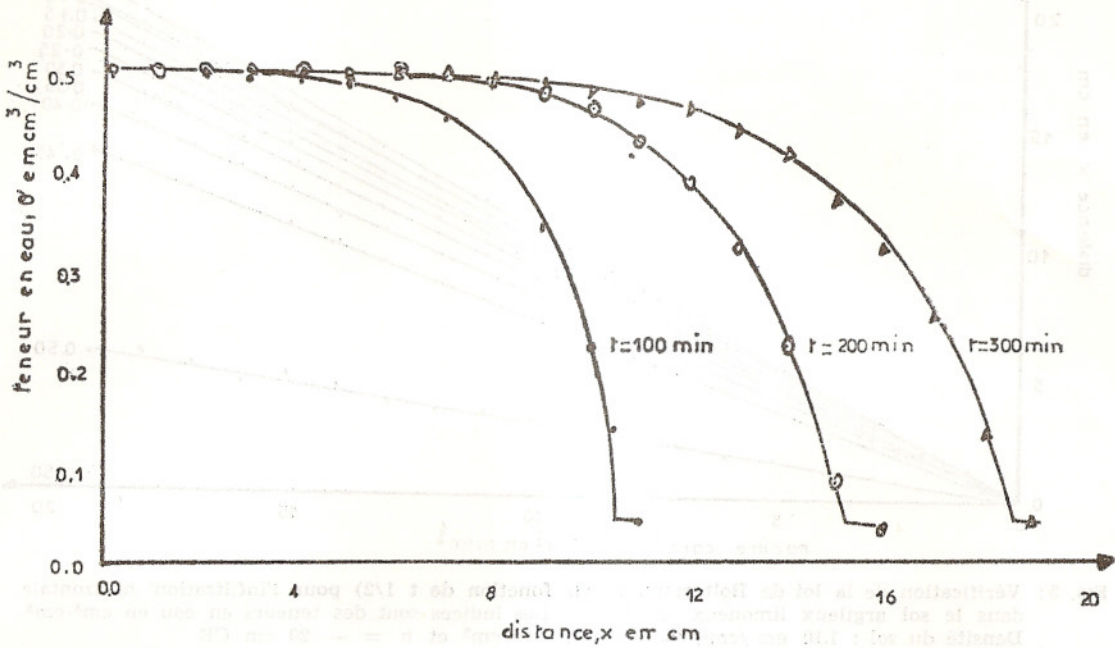


Fig. 3: Front d'humectation aux temps $t = 100, 200$ et 300 minutes. Infiltration horizontale dans le sol argileux limoneux ≤ 2 mm.
 Densité du sol: 1.10 gm/cm^3 .
 $\theta_n = 0.036 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$
 $h = -20 \text{ cm CE}$.

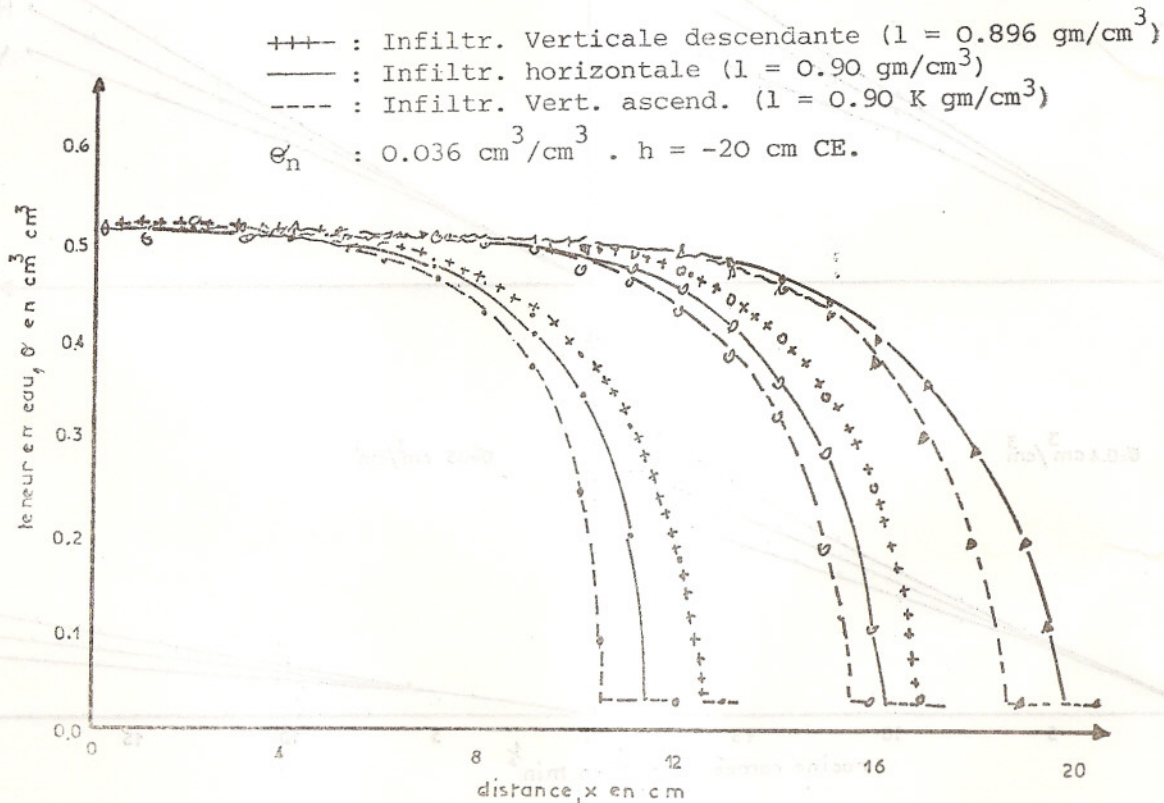


Fig. 4: Teneur en eau et fronts d'humectation aux temps $t = 100$ min. (---) $t = 200$ min. (-.-.-) $t = 300$ min. (o-o-o) et $t = 300$ min. (-Δ-Δ-). Sol argileux limoneux ≤ 2 mm.

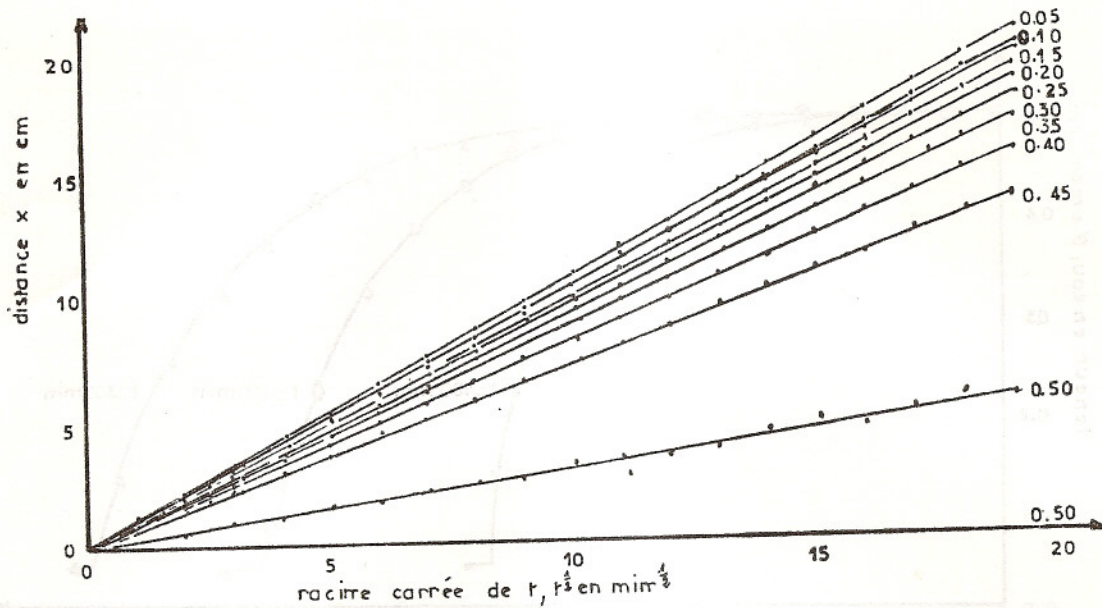


FIG. 5 : Vérification de la loi de Boltzmann (x en fonction de $t^{1/2}$) pour l'infiltration horizontale dans le sol argileux limoneux ≤ 2 mm. Les indices sont des teneurs en eau en cm^3/cm^3 . Densité du sol : $1.10 \text{ gm}/\text{cm}^3$, $\theta_n = 0.036 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ et $h = -20 \text{ cm CE}$.

Les points du graphique correspondent à des valeurs mesurées.

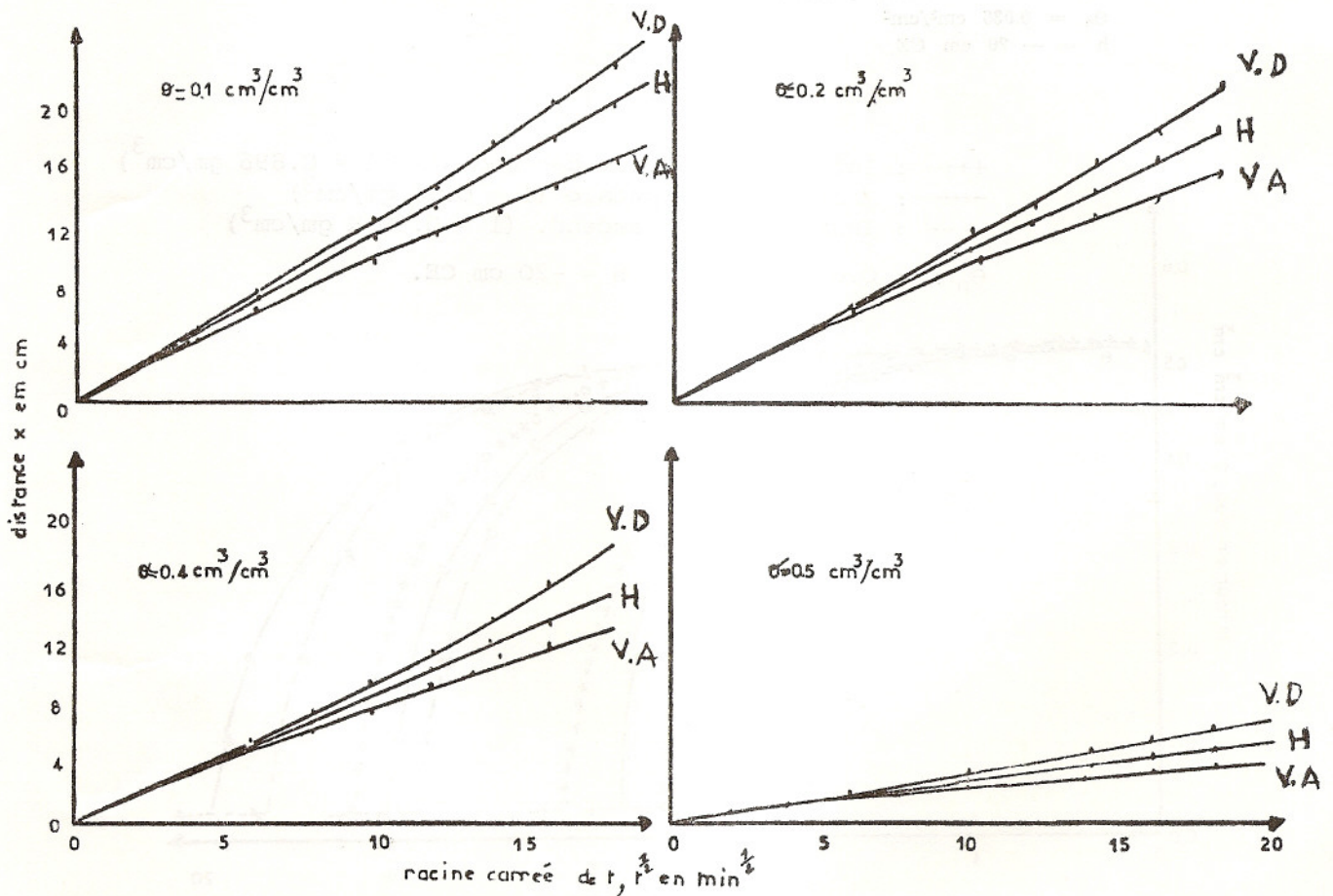
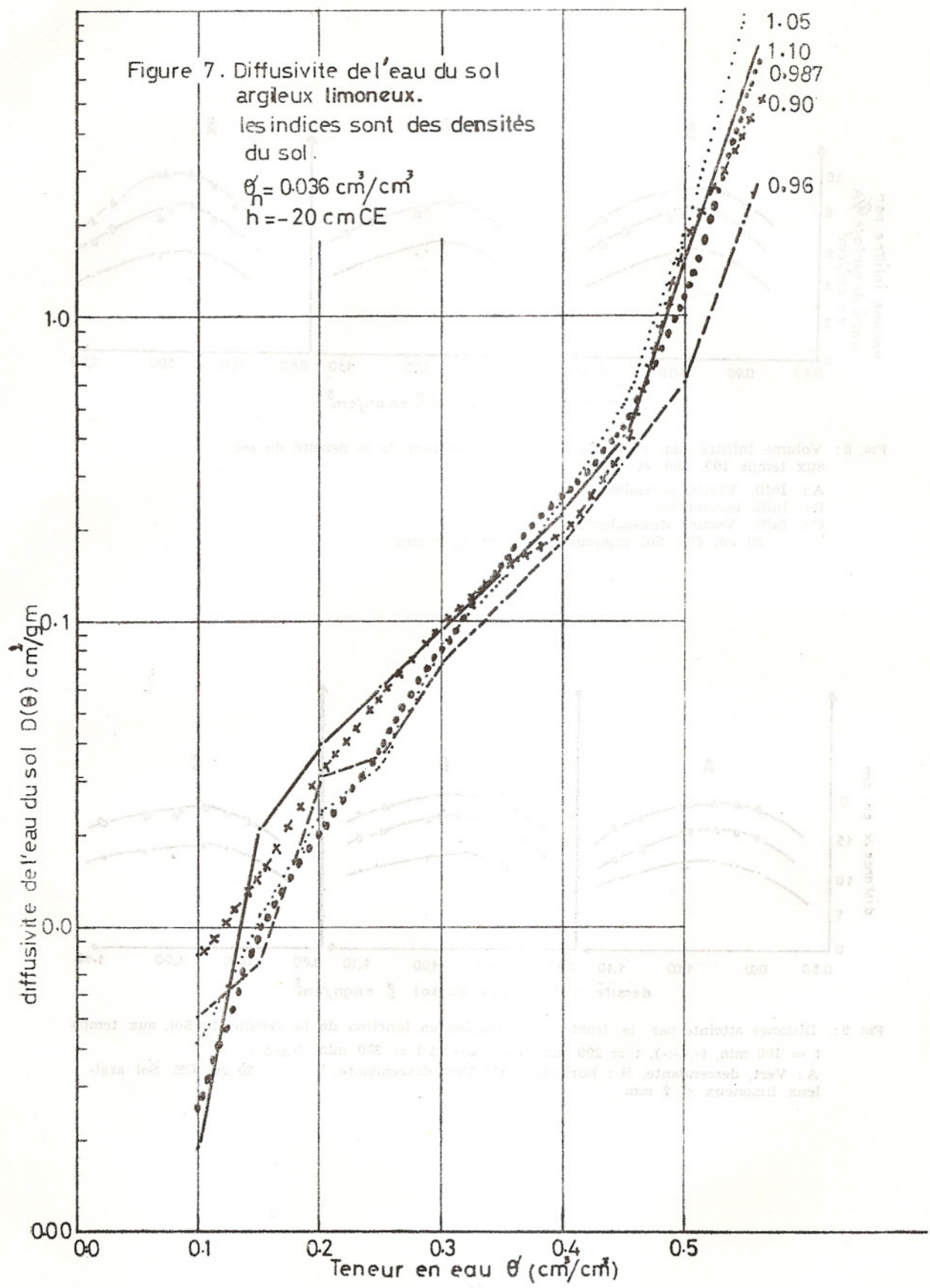


FIG. 6 : x en fonction de $t^{1/2}$ pour l'infiltration Vert. descendante (V.A), horizontale (H) et Vert. descendante (V.D) dans le sol argileux limoneux. La densité du sol est presque la même pour les 3 types d'infiltration $\theta_n = 0.036 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ $h = 20 \text{ cm CE}$.



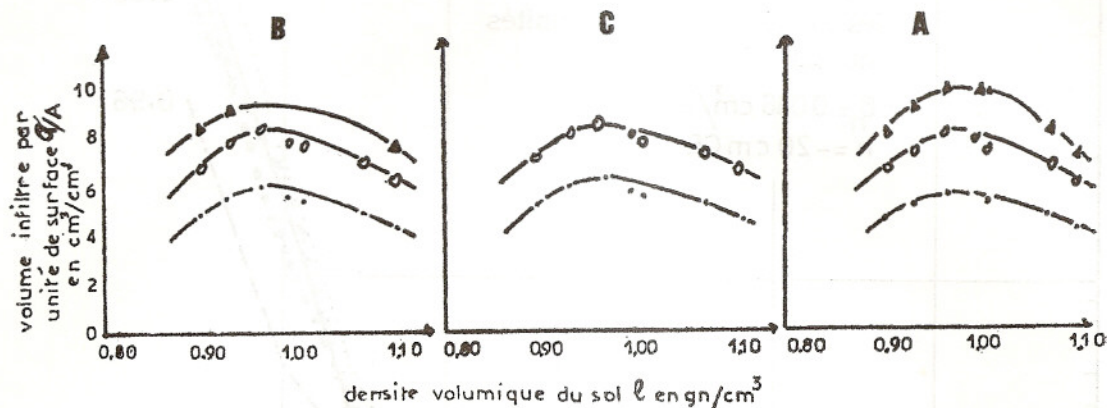


Fig. 8 : Volume infiltré par unité de Surface en fonction de la densité du sol aux temps 100, 200 et 300 min.

A : Infil. Vertic. ascendante
 B : Infil. horizontale
 C : Infil. Vertic. descendante
 h : — 20 cm CE; Sol argileux limoneux ≤ 2 mm.

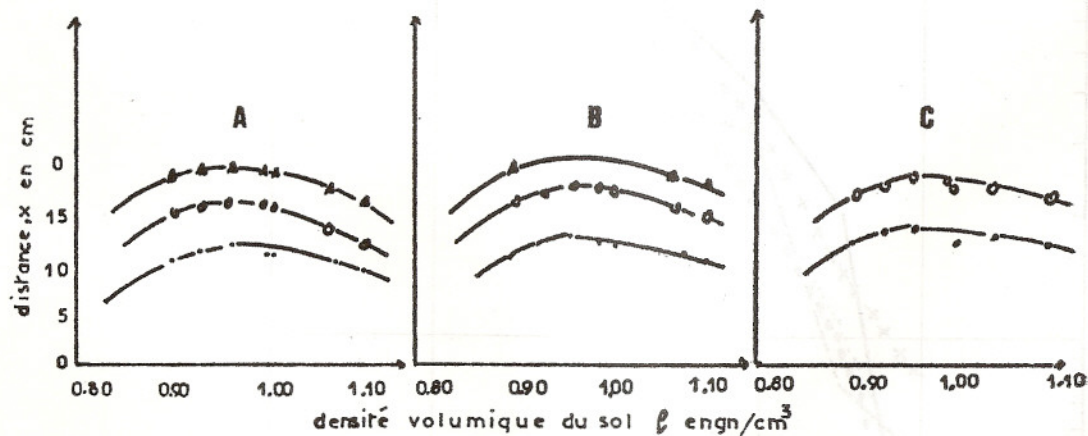


Fig. 9 : Distance atteinte par le front d'humectation en fonction de la densité du Sol, aux temps $t = 100$ min. (-.-.-), $t = 200$ min. (-o-o-o-) et $t = 300$ min. (-Δ-Δ-).

A : Vert. descendante, B : horizontale, C : Vert descendante, h : — 20 cm CE, Sol argileux limoneux ≤ 2 mm.

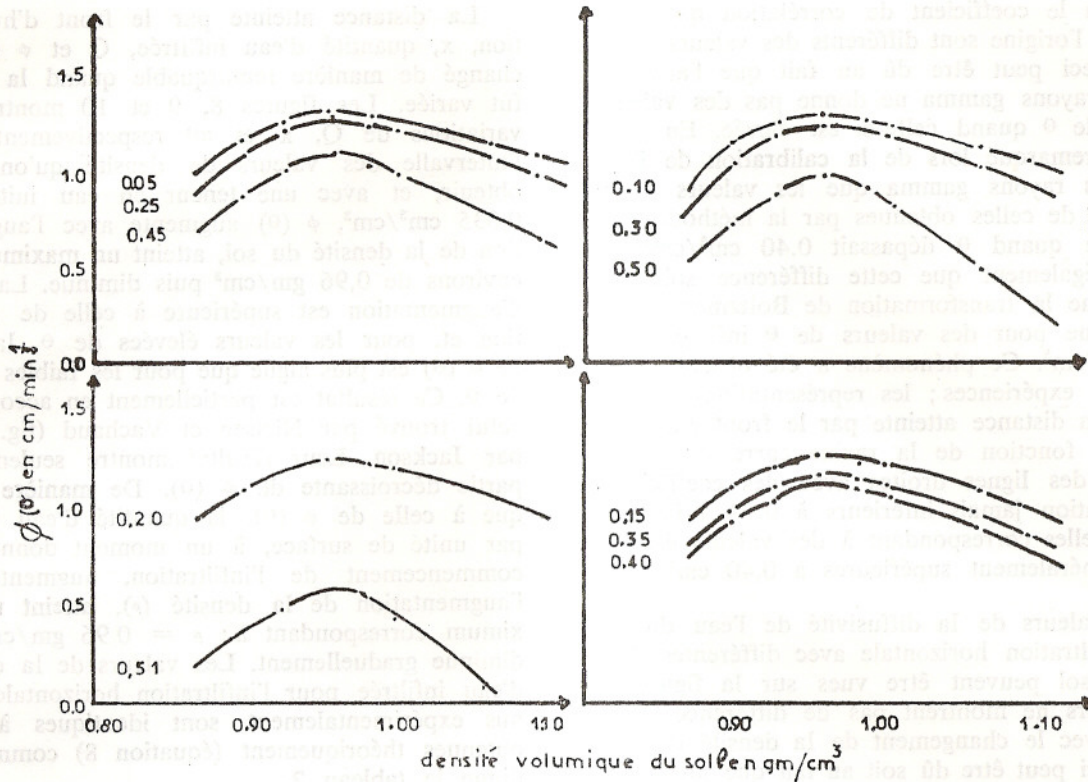


Fig. 10: $\phi(\theta)$ en fonction de la densité du sol pour sol argileux, limoneux ≤ 2 mm.

Les indices sont des teneurs en eau volumique.

$h = -20$ cm CE.

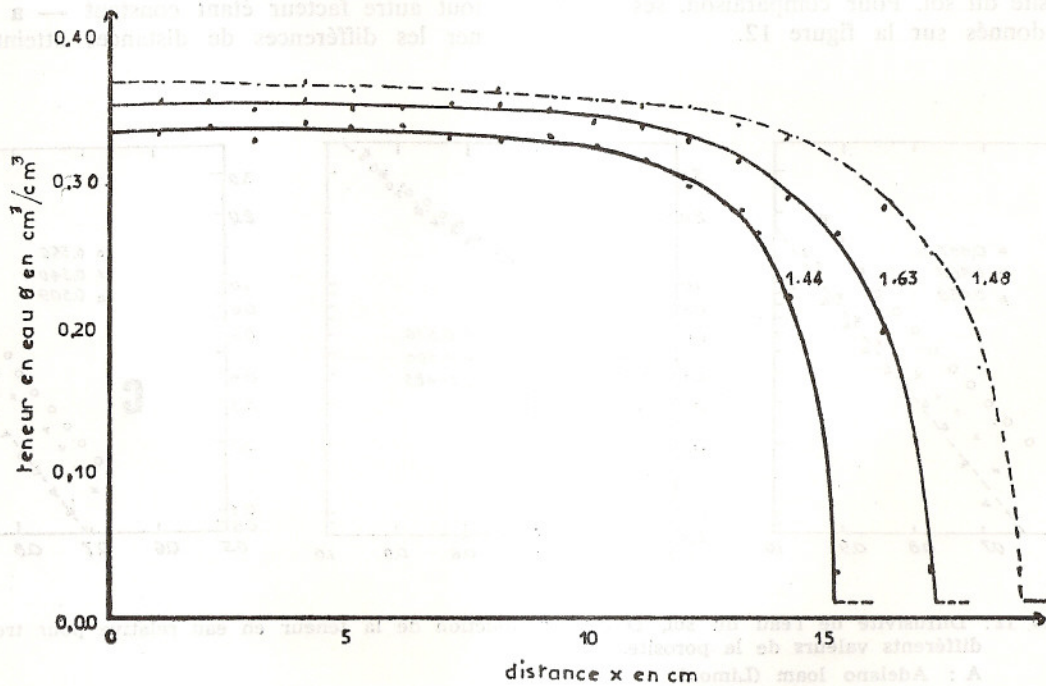


Fig. 11: Le front d'humectation 600 minutes après commencement de l'infiltration horizontale dans le sol sableux limoneux $\leq 0,5$ mm. Les indices sont des densités du sol en gm/cm^3 .

$h = -20$ cm CE

$\theta_n = 0.011 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$.

aussi bien le coefficient de corrélation que l'ordonnée à l'origine sont différents des valeurs théoriques. Ceci peut être dû au fait que l'atténuation des rayons gamma ne donne pas des valeurs précises de θ quand celle-ci est élevée. En effet il a été remarqué lors de la calibration de l'appareil des rayons gamma que les valeurs de θ différaient de celles obtenues par la méthode gravimétrique quand θ dépassait $0,40 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$. Il se peut également que cette différence soit due au fait que la transformation de Boltzmann n'est valable que pour des valeurs de θ inférieures à $0,45 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$. Ce phénomène a été observé pour toutes les expériences; les représentations graphiques de la distance atteinte par le front d'humectation en fonction de la racine carré du temps a donné des lignes droites avec des coefficients de corrélation jamais inférieurs à 0,97 à l'exception de celles correspondant à des valeurs élevées de θ (généralement supérieures à $0,40 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$).

Les valeurs de la diffusivité de l'eau du sol pour l'infiltration horizontale avec différentes densités du sol peuvent être vues sur la figure 7. Ces valeurs ne montrent pas de différence significative avec le changement de la densité du matériel. Ceci peut être dû soit au fait que les colonnes de sol n'étaient pas parfaitement uniformes soit au fait que la diffusivité n'est pas sensible aux variations de la densité du sol. Ce résultat est en contraste avec celui trouvé par Jackson et qui formule que pour des valeurs constantes de θ , la diffusivité est très sensible aux variations de la densité du sol. Pour comparaison, ses résultats sont donnés sur la figure 12.

La distance atteinte par le front d'humectation, x , quantité d'eau infiltrée, Q et $\phi(\theta)$ ont changé de manière remarquable quand la densité fût variée. Les figures 8, 9 et 10 montrent les variations de Q , x et $\alpha\theta$ respectivement. Pour l'intervalle des valeurs de densité qu'on a pu obtenir, et avec une teneur en eau initiale de $0,035 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$, $\phi(\theta)$ augmente avec l'augmentation de la densité du sol, atteint un maximum aux environs de $0,96 \text{ gm}/\text{cm}^3$ puis diminue. La vitesse d'augmentation est supérieure à celle de diminution et, pour les valeurs élevées de θ , la chute de $\phi(\theta)$ est plus aigue que pour les faibles valeurs de θ . Ce résultat est partiellement en accord avec celui trouvé par Nielsen et Vachaud (fig. 1) et par Jackson. Leur résultat montre seulement la partie décroissante de $\phi(\theta)$. De manière identique à celle de $\phi(\theta)$, la quantité d'eau infiltrée par unité de surface, à un moment donné après commencement de l'infiltration, augmente avec l'augmentation de la densité (ρ), atteint un maximum correspondant à: $\rho = 0,96 \text{ gm}/\text{cm}^3$ puis diminue graduellement. Les valeurs de la quantité d'eau infiltrée pour l'infiltration horizontale, obtenus expérimentalement, sont identiques à celles obtenues théoriquement (équation 8) comme l'indique le tableau 2.

La variation de la distance atteinte par le front d'humectation avec la densité du sol présente la même allure que celle de $\phi(\theta)$ et du volume d'eau infiltrée. Au bout de 200 à 300 minutes d'infiltration la variation de la densité du sol — tout autre facteur étant constant — a pu entraîner les différences de distances atteintes par le

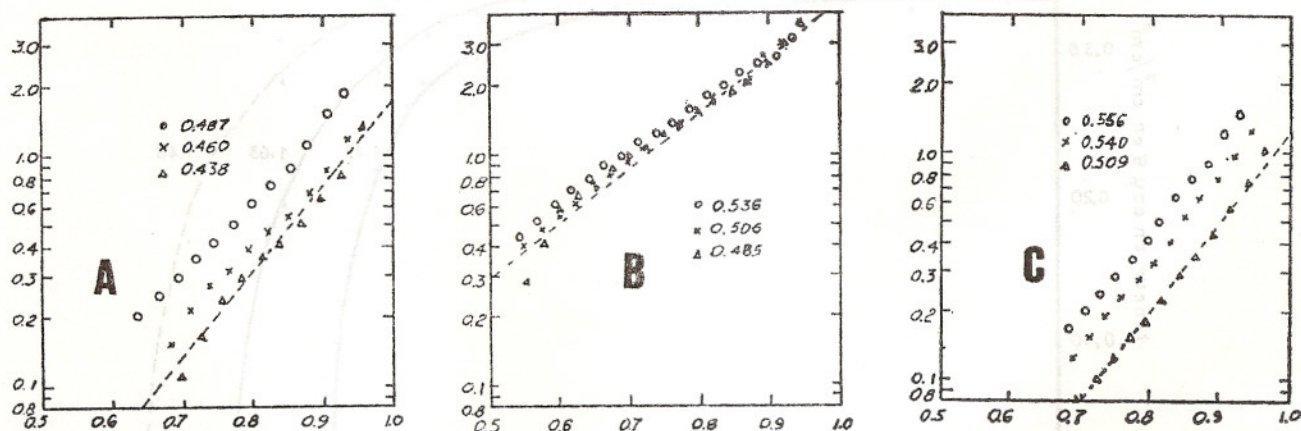


FIG. 12: Diffusivité de l'eau du sol, D (cm^2/s), en fonction de la teneur en eau relative pour trois différents valeurs de la porosité.

- A: Adelano loam (Limon)
- B: Pachoppa loam (Limon)
- C: Pine Silty clay (argileux limoneux) (Jackson, 1963).

front d'humectation allant jusqu'à 4 cm. Pour des périodes d'infiltration plus longues, cette différence serait encore plus accentuée.

Les mêmes expériences furent conduites avec le même type de sol mais à une teneur en eau initiale de 0,09 gm/gm et une pression de — 35 cm CE. L'intervalle des densités obtenues avec cette teneur en eau initiale se situait entre 0,79 et 0,98 gm/cm³. L'infiltration s'est comportée de la même manière que pour le cas cité ci-dessus (augmentation, maximum puis diminution graduelle) sauf que les maximums cette fois-ci ont eu lieu à 0,88 gm/cm³.

Avec un type de sol différent (sableux limoneux), les résultats de l'infiltration horizontale* furent similaires à ceux obtenus pour le sol argileux limoneux. La figure 11 montre le front d'humectation 600 mn après commencement de celle-ci, pour trois densités différentes. On peut remarquer sur cette figure que le front d'humectation a augmenté de 4 cm avec une augmentation de ρ 0.04 seulement. Cette augmentation fut suivie par une diminution légère quand ρ passa à 1,63 gm/cm³. Notons aussi que la teneur en eau maximale que le sol a atteinte suit la même allure que le front d'humectation.

Puisque l'infiltration sous les conditions de non saturation met en jeu seulement les micropores, le résultat de cette étude peut être expliqué par le fait que pour les faibles valeurs de densité, les particules du sol sont arrangées de manière à ce que la porosité est constituée essentiellement de macropores. A mesure que la densité augmente, la part relative des micropores augmente de plus en plus donnant ainsi une augmentation du taux d'infiltration. Quand on s'approche

de la limite supérieure de l'intervalle des densités obtenues, le nombre de micropores diminue de nouveau à cause du tassement résultant en une diminution du taux d'infiltration.

TABLEAU 1

Coefficient de corrélation des droites de la figure 5

θ	Pente (= $\phi(\theta)$)	Coefficients de corrélation	Ordonnée à l'origine
0,05	1,075	0,993	— 0,0100
0,10	1,058	0,996	— 0,0069
0,15	1,038	0,997	— 0,0018
0,20	1,012	0,995	— 0,0023
0,25	0,982	0,997	— 0,0037
0,30	0,945	0,985	— 0,0024
0,35	0,896	0,991	— 0,0006
0,40	0,826	0,982	+ 0,0170
0,45	0,720	1,000	+ 0,0150
0,50	0,330	0,982	— 0,0170
0,503	0,000	—	—

TABLEAU 2

Comparaison des valeurs théoriques et expérimentales de la quantité d'eau infiltrée.

$$\text{Sol argileux limoneux, } \frac{P}{eg} = 20 \text{ cmCE,}$$

$$= 1.10 \text{ gm/cm}^3, \text{ infiltration horizontale}$$

$$\theta_n = 0.036 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$$

Valeurs théoriques minutes	Q_1 (cm ³)	Valeur expérimentale Q_2 (cm ³)	Q_2/Q_1
100	157,47	159	1,01
200	232,72	229	0,98
300	275,46	279	1,01

REFERENCES

- DAVIDSON, J.M., NIELSON, D.R. and BIGGAR, J.W.: The Measurement and description of water flow through Columbia Silt Loam and Hesperia Sandy Loam. Hilgardia, volume 34, number 15, sept. 1963.
- FERGUSON, H. and W.H. GARDNER, 1962: Water Content Measurements in Soil Columns by Gamma Ray Absorption S.S.S.A. Proc., 26 (1), 11-14.
- GURR, C.G. and MARSHALL, T.J.: Trans. Congr. Soil Sci., 7th Madison Wisconsin 1 (1960), 306.
- GURR, C.G., soil Sci., 94, (1962), 224.
- GURR, C.G.: Aust. J. Soil Res. 2 (1964), 29.
- JACKSON, D.R., 1963: S.S.S.A., Proc., 27 (2), 123.
- KIRKHAM, D. and POWERS, W.L.: Advanced soil Physics, Ed. 1972, Wiley-Interscience.
- KIRKHAM D., D.E. ROLSTON and D.D. FRITTON: Isotope and radiation techniques in soil physics and irrigation studies. Proc. of a symp., Istanbul, 12-16 June 1967.
- KIRKHAM D. and C.L. FENG., 1949: Some tests of the diffusion theory and laws of capillary flow in soils. Soil Sci., 67, 29-40.
- LUTHIN, J.N.: Drainage engineering, 1973. Robert E. Krieger publishing Company, Huntington, N.Y.
- NIELSEN, D.R. and VACHAUD, G.J.: Indian soc. of soil sci., 13, (1), 15-23, 1965.
- NIELSEN, D.R., J.W. BIGGAR and J.M. DAVIDSON, 1962: Experimental consideration of diffusion analysis in unsaturated flow problems. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 26, 107-111.

* L'infiltration verticale n'a pas été étudiée pour ce sol.

NIELSEN D.R. and R.E. PHILLIPS, 1958 : Small fritted glass
lead plates for determination of moisture reten-
tion. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 22, 754-75.

PHILIP, J.R., 1955 : Numerical solution of equations of
the diffusion type with diffusivity-concentration
dependent. Trans. Faraday Soc., 51, 885-892.

— 1975a : Numerical solution of equation of the
diffusion type with diffusivity-concentration de-
pendent : 2. Austr. J. Phys., 10, 29-41.

— 1957b : The theory of infiltration : 2. The profile
at infinity. Soil Science, 83, 435-448.

— 1957c : The theory of infiltration : 1. The infil-

tration equation and its solution. Soil Science,
83, 345-357.

THAME, J.L., 1965 : Flow of water under transient con-
ditions in unsaturated soils. Ph. D. Dissertation,
University of Arizona.

VAN BAVEL, C.H.M., N. UNDERWOOD and S.R. ROGAR,
1957 : Transmission of gamma radiation by soils
and soil densitometry. Soil Sci. Soc. Am. Proc.,
21 (6), 588-591.

VOMOCIL, J.A., 1954 : In situ measurement of soil bulk
density. Agr. Eng., 35 (9), 651-654.

WHITTING, L.D. : Soil Mineralogy. Grad class given at
the Univ. of California Davis.

REFERENCES GENERALES

ASHCROFT, G.D.D., MARSH, D.D. EVANS and L. BOERSMA,
1962 : Numerical method for solving the diffu-
sion equation : 1. Horizontal flow in semi-infinite
media. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 26, 522-525.

BOLTZMANN, L., 1894 : Zur Integration der Diffusionsgléi-
chung bei variablen diffusionkoeffizienten. Anna-
len der Physik und Chemie, 53, 959-964.

BRUC, R.R. and A. KLUTE, 1956 : The measurement of
soil moisture diffusivity. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 20
458-462.

DARCY H., 1856 : Les fontaines publiques de la ville
de Dijon, pp. 570, 590-594, V. Dalmont, Paris.

S O M A G E C

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

EN MARGE DU SEMINAIRE « DEVELOPEMENT RURAL INTEGRE »

TENU A MONTPELLIER

DU 10 AU 15 DECEMBRE 1979

Principales conclusions

par

HANANE Abderrahman

Directeur de l'O.R.M.V.A. du Haouz

LAZZAOUI Mohamed

Chef du Service de la Production Agricole
de l'O.R.M.V.A. du Loukkos

1. ORGANISATION ET OBJET DU SEMINAIRE

Le séminaire a été organisé à l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier par l'Institut International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes dont le siège est à Paris et l'UNESCO. Il consistait en une table ronde sur les composantes et l'évaluation du développement rural intégré et était destiné aux participants originaires de pays arabes responsables des projets de développement rural dans leurs pays. Le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Lybie, le Soudan, l'Irak, Le Liban, la Syrie, l'Arabie Séoudite et la Fédération des Emirats Arabes Unis avaient été invités. Seuls le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, le Soudan (par le canal de son Ambassadeur à Paris pendant la première journée) et le Liban ont participé au séminaire à côté de représentants de l'UNESCO, de l'Institut International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes et le corps enseignant de l'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.

Au cours du séminaire, des visites de projets ou d'organismes s'occupant de développement dans le Sud de la France ont été organisées : Compa-

gnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc, Parc Régional du Lubéron, Conseil Régional de Provence-Alpes - Côte d'Azur. Le commentaire de ces visites figure en annexe de la présente note sur les conclusions de la table ronde.

2. PRINCIPALES CONCLUSIONS DU SEMINAIRE

2.1. Insuffisance de l'intégration dans les différents modèles de développement rural conçus

Les modèles de développement rural appliqués varient selon les pays. Au Maroc, 2 types d'interventions existent selon qu'il s'agit de zones irriguées à mise en valeur intensive ou du sec à actions plus diffuses. Des plans de développement de différentes productions ont été établis et mis en œuvre en vue d'atteindre l'autosuffisance alimentaire ou accroître les exportations (plantes sucrières, oléagineux, lait, maraîchage). L'action de l'Etat et l'initiative privée se complètent. En Tunisie, le modèle est similaire. Toutefois, à côté des plans sectoriels nationaux, des crédits sont mis à la disposition des gouvernorats pour concevoir et

mener à leur niveau des projets complémentaires qu'ils jugent nécessaires. Le Liban est le pays de l'initiative privée par excellence ; le rôle de l'Etat y est plutôt orientatif. Pour l'Algérie socialisante, il semble, d'après les déclarations des représentants de ce pays, que le développement rural placé dans le cadre du développement global, s'évalue en référence à des transformations sociales, économiques et culturelles. Ce n'est pas tellement les performances physiques qui comptent mais le mieux être des populations. Toutefois, le manque de données chiffrées ne permet pas de juger de l'efficacité du modèle. Quant au Soudan, il a de grands projets qu'il fait réaliser clé en main par des sociétés.

Malgré toute leur valeur, ces modèles pêchent tous à des degrés divers par une insuffisance de l'aspect intégration.

2.2. Les volets d'une intégration complète

Pour qu'elle soit parfaite, l'intégration doit :

- situer le développement rural dans le développement de l'économie globale ;
- être verticale et horizontale ;
- s'étendre aux structures administratives ;
- impliquer les populations concernées dans le processus de développement.

• *L'intégration du développement rural dans l'ensemble national*

Le développement rural est un élément de la stratégie globale. L'espace rural étant une partie du territoire national, son aménagement doit s'insérer dans celui général de tout le pays, à côté de l'espace urbain et en relation avec lui du fait de leur complémentarité. La ville doit assurer à la campagne la production industrielle et les services. La campagne doit, entre autres objectifs, assurer à la ville ses besoins alimentaires.

• *L'intégration horizontale*

Le développement rural concerne un espace caractérisé par la présence de plusieurs branches ou secteurs d'activité. Certes, l'agriculture constitue souvent la branche dominante qui emploie et fait vivre la quasi-totalité de la population en milieu rural, mais elle n'est pas la seule. D'autres secteurs économiques et sociaux la côtoient (infrastructure, mines, industrie non agricole, artisanat, tourisme, commerce, éducation, santé, etc...), sur lesquels l'action doit porter également, le tout dans un ensemble coordonné. S'il s'agit de projets à caractère agricole dominant, ce qui est généralement le cas, les secteurs les plus liés à l'agriculture doivent être pris en considération.

Une importance accrue est à accorder aux secteurs sociaux qui sont généralement défavorisés

en milieu rural (habitat, santé et hygiène, enseignement et activité culturelle, sport et loisirs...). Si l'augmentation de la production constitue pour l'immédiat la préoccupation majeure des pays en voie de développement, ces pays ont intérêt, plus que les autres, à accorder toute l'attention voulue aux secteurs sociaux, d'une part pour améliorer la productivité, d'autre part pour atténuer le déséquilibre ville campagne, cause de l'exode rural vers les métropoles. Outre les problèmes qu'il crée aux villes sur le plan des équipements et de l'emploi, l'exode rural peut être très préjudiciable à l'agriculture elle-même. Dans certaines zones à potentiel économique pourtant non négligeable, le développement n'est possible faute de main-d'œuvre. Tout doit par conséquent être mis en œuvre pour fixer la population rurale, surtout sa partie jeune qui est la plus dynamique mais aussi la plus encline à émigrer faute d'un cadre de vie acceptable.

La composante éducation doit mériter un intérêt particulier. Support indispensable au développement, elle favorise le degré de réceptivité et l'accès aux technologies nouvelles. Sans elle, la participation active des ruraux aux projets qui leur sont destinés est imparfaite. La gestion d'une coopérative exige un certain niveau. On cite l'exemple d'agriculteurs possédant un niveau technique correct en Inde et au Pakistan. L'amélioration de ce niveau atteint vite cependant une limite en l'absence de symbole écrit. La plupart des systèmes éducatifs des pays en voie de développement ne paraissent pas adaptés aux besoins réels de ces pays. Héritage d'une époque coloniale, ils restent figés alors que ceux des pays développés ne cessent d'évoluer. Consommant 25 à 27 % des budgets nationaux, ils sont très onéreux pour une efficacité réduite : 13 % d'enfants de 11 à 13 ans scolarisés en Haute-Volta, 90 % d'analphabètes en Egypte, taux de scolarisation de 85 % prévu pour l'an 2050 en Yemen du Sud avec le système actuel, sont quelques exemples très significatifs. On reproche à l'enseignement de former des chômeurs et de favoriser l'exode rural. En réalité, on doit ruraliser l'enseignement général dans les campagnes par l'introduction des matières appropriées dans les programmes et assurant une formation professionnelle en ménageant des passerelles avec ce type d'enseignement.

• *L'intégration verticale*

A côté de l'intégration horizontale entre secteurs, l'intégration verticale au sein d'un même secteur est indispensable, notamment l'agriculture, secteur complexe aux composantes variées et nombreuses (infrastructure, structures foncières, approvisionnement et équipement des exploitations, système de crédit, encadrement, organisation des pro-

ducteurs, commercialisation et transformation de la production...); chacune des composantes peut elle-même être subdivisée en plusieurs étapes ou opérations qui doivent faire l'objet d'intervention ou d'organisation à moins que l'on ait affaire à des agriculteurs très évolués. La composante irrigation d'un aménagement hydro-agricole englobe le remembrement, les équipements externe et interne, la maintenance et la gestion du réseau. Les exemples sont nombreux où la non réalisation du remembrement ou de l'équipement interne, la déficience du réseau ont de fâcheuses répercussions sur la mise en valeur. En matière de productions, une opération comme celle de la canne à sucre ou du riz exige, en milieu d'agriculteurs traditionnels, une organisation à toutes ces étapes. La formation du personnel responsable du développement a fait l'objet de longs débats de la part des séminaristes. La nécessité d'introduire les sciences sociales ou de leur accorder davantage de place dans l'enseignement agricole a été soulignée par tout le monde, ceci afin de permettre au technicien rural de mieux transmettre son message et lui éviter des positions trop technocratiques. L'exemple rapporté de l'échec de l'introduction de variétés naines productives de blé dans une région d'élevage qui a besoin de paille, en Tunisie, est à méditer à cet égard. L'ingénieur doit recevoir une formation suffisante dans le domaine des sciences sociales.

Pour les agents d'encadrement et les vulgarisateurs, on gagnerait à leur assurer une formation à la fois polyvalente, s'étendant à d'autres disciplines non agronomiques telles que l'hygiène, la lutte anti-pollution, et continue au moyen de recyclages réguliers dans le but d'améliorer constamment leur niveau et renforcer leur position et leur image de marque auprès des agriculteurs. On s'est étonné également de l'absence ou de la faible part réservée aux techniques d'action de masse dans les programmes des établissements d'enseignement agricole. L'échange d'expériences pédagogiques et de formation, de recherches sur le milieu rural entre pays méditerranéens qui s'affrontent à des problèmes similaires sinon identiques, a été enfin préconisé.

• *L'intégration administrative*

Les actions sectorielles multiples que nécessite un développement rural complet et équilibré supposent une coordination étroite entre les différents intervenants. A défaut d'une entité administrative unique, responsable de toutes les tâches du projet et difficile à faire admettre du fait qu'elle se substitue aux différents organismes compétents, il y a lieu d'instituer une structure d'appui chargée de suivre le projet et d'aider à la coordination des actions des opérateurs impliqués.

• *La participation des populations*

C'est un thème important qui a été longtemps débattu. L'adhésion des populations rurales aux projets de développement qui leur sont destinés et dont elles sont les véritables acteurs est une des conditions de réussite de ces projets. Il importe de faire en sorte que les ruraux comprennent le sens des efforts qu'on leur demande et qu'ils s'engagent véritablement. Si cette participation implique un important travail d'information et de préparation des gens, certains séminaristes sont allés jusqu'à faire de l'expression des besoins et des desiderata des ruraux, la base de formulation des projets. En plus de la diversité des situations, la conception n'est parfaitement valable que s'il n'y a pas, du point de vue national, d'objectifs précis assignés au projet au départ, les objectifs des populations peuvent différer des objectifs de l'Etat. Par ailleurs, les modèles de développement, bâtis essentiellement sur la dynamique propre des sociétés traditionnelles, peuvent être lents à donner leurs fruits. Or, le facteur temps constitue une grande contrainte pour les pays en voie de développement qui sont engagés dans une véritable course contre la montre.

Tout en respectant les valeurs et les traditions des sociétés rurales, il y a lieu d'éviter les 2 attitudes extrêmes, le paternalisme à outrance et le fait de s'en remettre totalement aux intéressés. La participation des ruraux peut revêtir plusieurs formes : enquêtes de sondage d'opinion, consultations des élus sur la façon de voir le développement de leur région préalablement à l'établissement du projet, exposition des choix et des orientations une fois le projet établi avec possibilité de procéder à des réajustements si nécessaire.

3. L'EVALUATION DU DEVELOPPEMENT RURAL INTEGRE

Peu de projets de développement rural ont fait jusqu'à présent l'objet d'une véritable évaluation, en dehors de l'estimation classique coûts-bénéfices des banquiers et organismes financiers internationaux bailleurs de fonds. Outre leurs défauts intrinsèques, les méthodes d'évaluation globale (ex-ante, in cursu, ex-post) sensées être utilisées s'appliquent bien à des données quantifiables mais s'avèrent insuffisantes pour mesurer tous les effets sociaux et les transformations qu'implique le développement. Des recherches sont encore en cours pour leur affinement de ce côté. Il est cependant utile d'y recourir et d'avoir une équipe pluridisciplinaire d'évaluation au niveau d'un projet. En attendant l'amélioration de ces méthodes, on doit se contenter d'une description des effets dont l'estimation, même grossière, pose des problèmes.

Visites de projets et organismes de développement rural dans le Sud de la France

1. La Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc

La Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc est une société d'économie mixte créée à l'origine, en 1925, dans le but de diversifier l'économie de la région axée sur la viticulture avec ses nombreux problèmes. La crise de 1907 avait provoqué des barricades. La diversification passait par l'aménagement hydro-agricole de cette zone à climat méditerranéen. La zone d'action de la Compagnie s'étend sur 250.000 hectares dont 120.000 dominés par le canal de dérivation des eaux du Rhône et le reste à partir de barrages sur des fleuves côtiers. De l'aménagement hydro-agricole, la compagnie en est venue à l'aménagement du territoire : établissement des plans d'occupation des sols (P.O.S.) pour les communes, construction ou réaménagement des villages, participation à l'aménagement des villes, aménagement de zones touristiques, reforestation, initiation et participation industrielle. La compagnie a formé, avec les autres sociétés d'aménagement régional françaises, un groupement d'études (GERSAR) très actif en France et de par le monde. Ses ressources financières proviennent essentiellement de la vente de l'eau agricole et industrielle. La ville de Montpellier est en partie approvisionnée par la Compagnie également.

2. Le parc régional du Luberon

Recelant de grandes richesses biologiques, archéologiques, architecturales et de paysages lui conférant la vocation à être une zone protégée, le massif du Lubéron a été déclaré Parc Naturel Régional au titre du décret du 24 octobre 1975, instituant les parcs naturels régionaux à côté des parcs nationaux. Géré par un syndicat mixte groupant les départements, les communes, les chambres d'agriculture et de commerce, il est doté d'un directeur (assurant l'administration conformément aux attributions qui lui sont déléguées par le syndicat) et d'un conseil scientifique pluridisciplinaire d'une quinzaine de membres choisis en raison de leur compétence. Il englobe 50 communes

rurales et s'étend sur 120 000 hectares. Plus que la conservation d'un parc, il s'agit en réalité de l'aménagement d'une zone de montagne. Son territoire est partagé selon le P.O.S. en trois zones :

- une zone de nature et de silence à vocation forestière et cinématographique, interdite à la construction, hormis la restauration de sites et de bâtiments existants, à l'ouverture de routes et à la circulation automobile ;
- une zone d'approche à faible densité d'occupation en dehors des villages existants et leurs aires d'extension ;
- une zone périphérique essentiellement agricole où les dispositions sont prises pour éviter la dispersion des nouvelles constructions en les disposant autour des bourgs et villages existants.

L'agriculture, base de l'économie de la zone, assure plus de la moitié de l'emploi. Elle fait l'objet d'efforts importants pour l'extension des périmètres d'irrigation, le développement des productions diversifiées dont une viti-viticulture de qualité. En matière d'habitat et de protection des paysages, une aide architecturale est dispensée pour le maintien des techniques et matériaux anciens, l'utilisation des techniques et matériaux modernes en harmonie avec l'environnement. Un contrôle foncier est institué pour freiner la migration de citadins et la prolifération de résidences secondaires dues à la proximité de la zone industrielle de Marseille. Le tourisme de masse est rejeté. Il est remplacé par le tourisme rural en développant les gîtes, le camping à la ferme, les auberges de campagne, les centres équestres liés à une exploitation agricole. La promotion de l'artisanat d'art existant dans la région est entreprise. Dans le domaine industriel, on se limite aux petites unités qui s'insèrent dans le paysage et non génératrices de nuisances.

3. Le Conseil Régional de Provence-Alpes-Côte d'Azur

La création des Conseils ou Etablissements Publics Régionaux à la tête des régions économiques date de 1974. Cette création entre dans le

cadre de la décentralisation. La région économique du Sud-Est englobe 6 départements de la Provence, des Alpes et de la Côte d'Azur. Son conseil qui a été visité à son siège à Marseille se compose de parlementaires, de conseillers généraux, de membres régionaux du Conseil Economique et Social, des élus locaux et de l'Administration Préfectorale.

Le Conseil Régional se trouve essentiellement confronté aux problèmes résultant d'une concentration industrielle et démographique à outrance le long de la côte méditerranéenne et un arrière-pays montagneux qui se vide au profit de la côte aggravant ses difficultés d'équipements sociaux et de pollution. Organe consultatif en matière de planification,

il accorde des subventions aux projets économiques et sociaux des collectivités locales et associations en fonction des priorités dégagées. Il fournit aux communes ou à leurs syndicats l'assistance technique et administrative en mettant à leur disposition le personnel qualifié pour les études et la préparation des dossiers et intervient auprès des organismes de financement pour les aider à obtenir les prêts nécessaires qu'il garantit. En ce qui concerne l'agriculture, une commission technique a été créée spécialement pour ce secteur. Elle s'attache à réorganiser ce dernier en s'appuyant sur le réseau coopératif existant et en programmant des actions de formation, de promotion commerciale, de vulgarisation et d'habitat rural pour fixer la population.

CANAL TETE MORTE

OFFICE REGIONAL DE
MISE EN VALEUR AGRICOLE
DU LOUKKOS



corsán

ENTREPRISE DE CONSTRUCTION, S.A.

ZURBANO, 76 MADRID - 3

DELEGATION AU MAROC : 12, RUE IBN BATOUTA. LARACHE

**ETUDE DES PREFERENCES ALIMENTAIRES
ET DE LA VALEUR NUTRITIVE DE LA RATION
DES OVINS SUR LA STATION PASTORALE
DE TIMAHDIT**

par

A. EL AICH
B.P.A. I.A.V. Hassan II
J. O'ROURKE
UTAH University
A. BOURBOUZE
I.N.A. Paris Grignon

Avec la collaboration technique du Dr. HIMEUR et M. ATIQUI
du Service d'Élevage de Meknès

INTRODUCTION

De nombreux parcours sont délaissés, se dégradent et doivent être remis en valeur pour maintenir la vie rurale en place, et produire de la viande en quantité suffisante pour le pays. L'étude présente s'est déroulée dans le cadre d'un projet d'aménagement des parcours, sur la station de recherche pastorale de Timahdit située dans le Moyen Atlas à 2 000 m d'altitude. La station bénéficie d'une moyenne annuelle de précipitations de l'ordre de 800 mm.

L'étude consiste à analyser selon la saison l'évolution des préférences alimentaires des ovins et de la valeur nutritive de la ration. Elle vise à contribuer à l'élaboration d'un schéma d'aménagement et de mise en valeur de ces pâturages.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La parcelle d'étude (0,75 ha) est une pelouse non dégradée caractérisée par des formations herbacées riches en graminées associées à des espèces ligneuses (*Thymus spp.* et *Helianthemum croceum*). Vingt cinq transects, distants de 3,2 mètres ont été tracés sur la parcelle dans le sens de la largeur. Chaque transect est marqué de 20 points équidistants de 4,1 mètres. Dix points sont réservés à l'estimation de la fréquence des

espèces mesurée dans un quadrat de 49 cm². Chaque mois, un point est tiré au sort parmi les 10 autres points et sert de repère pour le contrôle de la contribution des espèces à la biomasse, mesurée par la récolte manuelle de chacune des espèces à l'intérieur d'un cerceau de 0,33 m² de surface. Les espèces récoltées sont ensuite mises séparément dans des sachets, puis séchées et pesées. Trois brebis en octobre et quatre en novembre et avril, munies d'une fistule œsophagienne, ont été mises sur le parcours pendant 5 jours

TABLEAU 1

Fréquences moyennes et contributions moyennes des espèces pastorales végétales du site pelouse de la station pastorale de Timahdit pour les mois d'octobre, novembre (1978) et avril (1979)

	Fréquences moyennes			Contrib. à la comp. bot. de parcours		
	Octobre	Novembre	Avril	Octobre	Novembre	Avril
GRAMINEES						
<i>Festuca</i> spp	15,20a	17,20c	10,40b	8,35a	18,30a	11,21a
<i>Stipa logascae</i>	9,60a	12,00a	20,00b	6,16a	11,24a	5,85a
<i>Poa bulbosa</i>	31,20b	35,60a	67,60b	16,55a	14,37a	19,86a
<i>Phleum phleoïdes</i>	4,80a	8,00a	22,00b	2,72a	4,94a	2,83a
<i>Dactylis glomerata</i>	4,40a	5,60a	8,40a	1,40a	1,52a	3,24a
<i>Koeleria splendens</i>	7,20a	3,60a	3,60a	5,65a	0,01a	3,84a
<i>Dasypyrum hordeaceum</i>	3,60a	1,60a	0,40a	0,46a	0,01a	0,48a
<i>Bromus tectorum</i>	0,00a	0,00a	2,00b	0,00a	0,00a	0,85b
"GRASS LIKE"						
<i>Carex divisa</i>	48,80a	36,80a	60,00a	11,58a	11,17b	4,98c
"FORBS"						
<i>Bellis silvestris</i>	0,00a	0,00a	2,40b	0,00a	0,00a	0,50a
<i>Ranunculis orientalis</i>	0,00a	0,00a	10,00b	0,00a	0,00a	1,92a
<i>Alyssum</i> spp	14,80a	13,20a	17,20a	1,90a	1,94a	4,61b
<i>Thymelea</i> sp	0,00a	0,00a	13,60b	0,72a	0,57a	2,53b
<i>Tunica illyrica</i>	8,00a	8,00a	0,00b	1,19a	0,93b	0,00c
<i>Evacidium discolor</i>	9,60a	8,80a	3,20b	1,16a	2,51a	0,14a
<i>Minuartia tenuifolia</i>	13,20a	10,80a	0,00b	0,02a	0,68a	0,00b
<i>Crucianella angustifolia</i>	7,20a	6,80a	0,40b	1,10a	0,49b	0,00c
<i>Hieracium pseudopilosella</i>	2,00a	2,40a	0,80a	1,53a	2,28a	1,41a
<i>Vicia lothyroïdes</i>	2,40a	2,40a	0,00b	1,38a	0,65a	0,00a
<i>Trifolium glomeratum</i>	0,80a	1,60a	1,20a	1,48a	2,47a	0,27a
<i>Dianthus gaditanus</i>	-	-	-	0,11a	0,53a	0,00a
<i>Veronica rosea</i>	1,60a	1,20a	0,00a	0,00a	0,00a	0,75a
<i>Taraxacum leavigatum</i>	0,00a	0,00a	0,40b	0,00a	0,00a	1,16a
<i>Romulea bulbocodium</i>	0,00a	0,00a	8,00b	0,00a	0,00a	0,00a
<i>Asphodelus acaulis</i>	3,20a	1,60a	0,00b	0,27a	0,68a	
LIGNEUX						
<i>Tymus</i> spp	46,00a	38,00a	36,00a	29,91a	20,71a	30,70a
<i>Genista pseudopilosa</i>	0,40a	2,80a	0,40a	3,61a	0,74a	0,58a
<i>Helianthemum croceum</i>	0,06a	3,20b	4,00b	2,10a	5,03a	2,53a
GRAMINEES				41,29a	50,39a	48,16a
GRASS LIKE				11,58a	11,17b	4,98c
FORBS				10,86a	11,73a	13,35a
LIGNEUX				35,62a	26,48b	33,81a

a, b, c : Deux valeurs de fréquences moyennes ou contributions moyennes d'une espèce, sont significativement différentes ($P < 0,05$) quand elles n'ont aucune lettre suffixe en commun.

consécutifs et nous ont permis de collecter un total de 55 bols alimentaires représentatifs de la végétation pâturée durant ces différentes périodes. Avant chaque période expérimentale, les animaux séjournaient plusieurs jours sur un parcours de même type afin de tenir compte de l'adaptation.

L'analyse de la composition botanique de la ration a été effectuée pour tous les échantillons, selon la technique des points microscopiques (Harker, Torell and Vandyne, 1964). Deux cent points étaient observés sur le matériel végétal étalé au préalable sur un plateau mobile. L'espèce végétale et l'origine morphogénétique de chaque fragment étaient notées.

Une corrélation était ensuite appliquée afin d'estimer la composition botanique de la ration sur la base du poids sec, à partir du contrôle opéré sous loupe binoculaire sur la base de l'analyse fréquentielle. A cet effet, des mélanges artificiels à composition botanique connue sur la base des poids secs furent reconstitués à partir d'échantillons monospécifiques de bols alimentaires, puis furent soumis à l'analyse fréquentielle. Huit mélanges au printemps et 6 en automne ont permis de calculer les droites de régression pour une dizaine d'espèces végétales.

A chaque période, des indices d'acceptabilité (Krueger, 1972) furent calculés pour chaque espèce et catégorie d'espèces.

Des proportions identiques des bols alimentaires de tous les animaux, pour une même journée de mesure, étaient mélangées et soumises d'une part à l'analyse chimique complète (matières minérales, cellulose brute, matières azotées totales, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, acid detergent lignin) et d'autre part à l'analyse de la digestibilité in vitro (Tilley et Terry, 1964).

RESULTATS ET DISCUSSION

La végétation disponible

A l'examen des fréquences moyennes rapportées dans le tableau 1, nous distinguons 3 groupes d'espèces :

— Les espèces dont la répartition est uniforme. Entrent dans celle-ci : *Poa bulbosa*, *Carex divisa*, et *Thymus spp.*

— Les espèces localisées (*Dactylis glomerata*, *Koeleria splendens*, *Dasyphyrum hordeaceum*, *Bromus tectorum*, *Bellis silvestris*, *Hieracium pseudopilosella*, *Vicia lathyroides*, *Trifolium glomeratum*,

Veronica rosea, *Taraxacum laevigatum*, *Asphodelus acaulis*). Ces espèces sont caractérisées par de faibles fréquences.

— Les autres espèces ont une répartition intermédiaire, ni uniforme, ni localisée.

Le facteur « période » apparaît nettement pour plusieurs espèces :

Tunica illyrica, *Minuartia tenuifolia*, *Vicia lathyroides*, *veronica rosea*, *Asphodelus acaulis* ne sont présentes qu'en automne. Les faibles températures signalées au début printemps, et le maintien de la couverture neigeuse ont vraisemblablement défavorisé ces espèces. D'autres espèces par contre ne sont présentes qu'en avril (*Bromus tectorum*, *Bellis silvestris*, *Ranunculus orientalis*, *Taraxacum laevigatum*, et *Romulea bulbocodium*). Ces espèces sont précoces.

La production fourragère en kg MS/kg a été plus faible en avril qu'en octobre et novembre (1 623,3 en octobre, 1 614,9 en novembre et 706,9 en avril). Ceci s'explique par le retard du démarrage de la végétation, consécutif au maintien de la couche neigeuse jusqu'à fin avril ; à certains endroits les contributions des graminées à la biomasse a peu varié et fut de 41,29 % en octobre, 50,39 % en novembre, et 48,16 % en avril. Les contributions, particulièrement de *Festuca spp.*, *Stipa lagascae*, *Poa bulbosa* et *Phleum phleoides*, sont restées inchangées entre l'automne et le printemps. La contribution des « Forbs » est restée à peu près constante. Les herbacées non graminées qui ont le plus contribué en automne ont été *Alyssum spp.*, *Evacidium discolor*, *Hieracium pseudopilosella* et *Trifolium glomeratum*. Alors qu'en début printemps les contributions spécifiques importantes pour cette catégorie sont celles de *Ranunculus orientalis*, *Alyssum spp.*, *Tymelea sp.* et *Hieracium pseudopilosella*. Les contributions des ligneuses ont varié notablement en novembre sans cause apparente.

Composition des bols alimentaires

Ce sont les graminées qui ont le plus largement contribué à la ration des ovins, leur contribution n'étant jamais inférieure à 56 % (tableau 2).

Par contre, des différences significatives apparaissent pour les ligneuses et les « forbs » entre lesquelles il semble y avoir une substitution car leur contribution est respectivement de plus de 24,7 % et moins de 1,4 % en automne, 2,6 % et 20,7 % en avril. La catégorie « grasslike » avec *Carex divisa* est fortement représentée, excepté en novembre, sans cause apparente. L'in-

TABLEAU 2

Contributions des espèces pastorales à la composition botanique
du bol alimentaire, leur indice d'acceptabilité et leur rang des mois d'octobre,
novembre (1978) et avril (1979) du site pelouse de la station pastorale
de Timahdit

	Protéines brutes		Celluloses brutes		Matières minérales	
	Automne	D. pr.	Automne	D. pr.	Automne	D. pr.
en % de la matière sèche						
GRAMINEES						
.Festuca spp	3,07	14,31	34,76	25,20	5,48	10,16
.Stipa tagascae	3,54	13,94	36,64	25,98	4,63	7,98
.Phleum phleoides	3,52	20,70	32,75	20,45	5,40	13,24
.Dactylis glomerata	2,69	16,79	35,88	22,85	4,53	11,60
.Koeleria splendens	2,82	14,42	39,97	21,96	4,09	11,09
.Poa bulbosa	-	19,09	-	21,16	-	11,66
"GRASS LIKE"						
.Carex divisa	4,69	24,08	31,72	21,07	5,68	8,50
"FORBS"						
.Tunica illyrica	6,15	-	28,27	-	9,41	-
.Alyssum spp	7,55	-	28,06	-	18,34	-
.Bellis silvestris	-	15,86	-	11,07	-	16,11
.Ranunculus orientalis	-	14,79	-	23,03	-	12,11
LIGNEUX						
.Thymus sp	6,90	13,06	29,15	23,09	7,72	11,40
.Genista pseudopilosa	10,28	10,76	30,97	33,57	3,68	3,61
.Helianthemum croceum	4,96	14,10	30,08	19,77	6,89	7,73
GRAMINEES	3,13	16,54	36,00	22,93	4,83	11,07
"GRASS LIKE"	4,69	24,08	31,72	21,07	5,69	8,50
"FORBS"	6,85	15,32	28,16	17,05	13,88	14,11
LIGNEUSES	7,38	12,64	30,07	25,48	6,10	7,58

(1) Les données de ce tableau n'ont pas fait l'objet d'une analyse statistique.

dice d'acceptabilité par catégorie indique qu'en octobre, novembre et avril, les catégories préférées furent respectivement les graminées, les ligneuses et les « forbs ».

Les graminées sont donc importantes dans la ration tantôt parce qu'elles sont recherchées tantôt parce qu'elles sont abondantes sur le parcours et vraisemblablement pour les deux raisons à la fois. Les différences sont significatives entre l'automne et le printemps pour les contributions de toutes les graminées, soit parce qu'elles ont augmenté (*Stipa lagascae*, *Poa bulbosa*, *Dactylis glomerata*, *Koeleria splendens*, *Dasyphyrum hordeaceum*, *Bromus tectorum*) soit diminué (*Festuca spp.*, *Phleum phleoides*). Néanmoins, les espèces *Festuca spp.* qui représentaient en automne plus du tiers de la composition botanique du bol alimentaire, atteignaient encore 12 % en avril. Les fétuques, et dans une moindre mesure *Stipa lagascae*, résistent bien à la sécheresse et sont disponibles en fin de saison, alors que *Dasyphyrum hordeaceum*, *Bromus tectorum* sont précoces et très recherchées en avril mais absentes du parcours en automne. Quant à *Poa bulbosa*, c'est une espèce très abondante sur le parcours; elle est totalement rejetée en automne mais notablement consommée en avril malgré un faible indice d'acceptabilité. Parmi les « forbs », *Bellis sylvestris*, *Ranunculus orientalis* et *Tymelea sp.* furent très recherchées en avril, en particulier la première pour ses fleurs. Mais, elles disparaissent de la ration en automne malgré leur présence inchangée sur le parcours. Le rejet manifesté par les animaux est sans doute dû à l'état de litière sous lequel elles se trouvent à cette époque.

Dans la catégorie des ligneuses, *Genista pseudopilosa* quoique peu abondante est très recherchée en automne et représente un quart de la ration. *Thymus spp.*, très abondant en toutes saisons n'est consommé qu'en novembre. Au printemps, quand des plantes vertes beaucoup plus appétentes apparaissent, ces ligneuses disparaissent de la ration.

La consommation des parties de la plante (feuilles, tiges, fleurs ou graines) a varié au cours des périodes et entre espèces (tableau 3). Comme l'indique le tableau 3, en avril, la proportion des feuilles a été très élevée en conformité avec le stade de développement auquel se trouvent les espèces présentes dans la ration (Van Dyne, 1963 et Buchanan et al., 1972).

Cette période de mesure se place en début de printemps à une époque où la floraison n'est pas avancée. Les fleurs sont donc à peu près absentes de la ration, contrairement à ce qu'avait

trouvé Laraisse (1978), sur un site proche au mois de mai.

En automne, la proportion des tiges augmente pour chacune des espèces, en particulier pour *Carex divisa*, *Genista pseudopilosa*, *Thymus spp.* et plus modestement pour *Festuca spp.*, *Stipa lagascae* et *Phleum phleoides*. Cette dernière espèce produit aussi une proportion notable de graines (17 %).

Valeur nutritive de la ration

Pour la valeur nutritive, la plupart des espèces analysées qui composent le bol alimentaire marquent un abaissement brutal de la teneur en protéines brutes entre le printemps et l'automne. Seule *Genista pseudopilosa* reste à un taux supérieur à 10 %. Il est vraisemblable que cette haute teneur contribue à la forte appétabilité de cette espèce en automne et explique son indice d'acceptabilité élevé, comme le soulignent certains auteurs pour les ligneux en général (Van Dyne, 1965, Bredon, Torrel et Marshall 1967, Scale Streeter et Demman (1971).

En automne *Tunica illyrica*, *Alyssum spp.* et *Thymus spp.* sont les seules autres espèces à avoir une teneur en protéines brutes supérieure à 5 %. Au printemps certaines espèces comme *Phleum phleoides*, *Dactylis glomerata*, *Poa bulbosa*, *Carex divisa* et *Bellis sylvestris* ont des teneurs qui dépassent 15 % (tableau 4).

La teneur en cellulose brute a augmenté entre avril et l'automne. Chez les ligneuses par contre, cette augmentation est moins marquée et s'inverse pour *Genista pseudopilosa*.

Les teneurs en matières minérales des différentes espèces végétales ont évolué de façon similaire à celles des protéines brutes. Les changements dans la composition chimique des bols alimentaires étaient surtout saisonniers. Les teneurs moyennes en protéines brutes des bols alimentaires étaient de 7,11 % en Octobre, de 6,77% en novembre et 17,52 en avril. Ces résultats sont donc conformes à l'analyse par espèce que nous avons présentée ci-dessus. Mais les seuls changements de la composition chimique n'expliquent pas toute la variation. Les feuilles, nous l'avons vu, sont très largement préférées aux tiges en avril. Or, leur teneur en protéines brutes est supérieure à celle des tiges (VAN DYNE, 1963).

Nous avons tenté de recouper nos données, en calculant la teneur espérée de la ration totale, à partir des teneurs partielles et des contributions des différentes espèces végétales qui constituent la

TABLEAU 3

Evolution pendant octobre et novembre (1978) et avril (1979)
des parties de la plante pour 6 espèces du site pelouse de la station pastorale
de Timahdit

	Feuilles (%)			Tiges (%)			Fleurs ou graines (%)		
	Oct.	Nov.	Avr.	Oct.	Nov.	Avr.	Oct.	Nov.	Avr.
.Festuca Spp	84 a	88 a	96 b	16 a	12 a	4 b	0	0	0
.Stipa lagascae	96 a	98 a	90 b	4 a	2 a	10 b	0	0	0
.Phleum phleoides	77 a	80 a	99 b	6 a	17 b	1 c	17 a	3 b	0 b
.Carex divisa	25 a	34 b	79 c	74 a	65 b	21 c	1 a	1 a	0 a
.Thymus spp	69 a	56 b	90 a	31 a	44 b	4 c	0	0	0
.Genista pseudo-pilosa	33 a	27 b	00 c	67 a	73 b	0 c	0	0	0
% des parties de la plante consommées au cours des 3 mois (1).	61	64	93	35	35	6	4	1	1

(1) Les données n'ont pas fait l'objet d'une analyse statistique.

ration. Les teneurs en protéines brutes sont du même ordre en avril et un peu différentes en automne respectivement 17,88% contre 17,52% et 5,12% contre 6,95% quand on oppose le calculé au mesuré. La simulation manuelle et le calcul sous-estiment les teneurs réelles en protéines brutes des rations sélectionnées par les moutons ce qui rejoint les conclusions de Cable et Shumway, 1966 et Galt et al, 1969.

La teneur des différentes rations en constituants membranaires est significativement plus élevée en automne qu'au printemps. Les teneurs en ADL et ADF semblent rendre compte en outre du phénomène de signification entre les mois d'octobre et novembre.

Ces fortes teneurs observées en automne doi-

vent être rapprochées du fait que les tiges relativement plus consommées en automne (35%), sont plus celluloses que les feuilles (Van Dyke, 1963). Comme pour la protéine, nous avons comparé la teneur du bol alimentaire en cellulose à celle recalculée. Ces dernières sont assez nettement inférieures, ce qui n'est pas en accord avec les conclusions de Kiesling et al. (1968) et Scales et al. (1971). L'ensemble des coefficients de digestibilité de la matière sèche et de la matière organique a été significativement plus élevé en avril qu'en octobre et novembre (tableau 5). La valeur productrice de la digestibilité des différents composants chimiques de la ration a été testée (Tableau 6).

Compte tenu de l'évolution de ces différents facteurs, la valeur énergétique de la ration a été

TABLEAU 4

Résultats (1) de l'analyse chimique des espèces récoltées
en octobre et novembre (1978) et avril (1979)
du site pelouse de la station pastorale de Timahdit

	Contr. à la comp. botani.			Indice d'accept. et rang					
	Oct.	Nov.	Avr.	Octobre		Novembre		avril	
				I.A.	rang.	I.A.	rang.	I.A.	rang.
GRAMINEES									
.Festuca spp	34,85b	37,21b	12,83a	27,46	5	12,01	3	11,01	8
.Stipa tagascae	8,24a	2,35a	14,41b	11,15	6	5,37	4	12,31	7
.Poa bulbosa	0,00a	0,00a	19,08b	-	-	-	-	1,49	12
.Phleum phleoïdes	9,67c	7,05b	3,63a	53,25	3	16,54	2	5,93	9
.Dactylis glomerata	3,17b	0,41a	7,75c	44,60	4	4,11	5	28,48	5
.Koeleria splendens	0,13a	3,17b	0,42a	1	8	1	8	1,22	13
.Dasypyrkum hordeaceum	0,03a	0,00a	0,68b	1	8	-	-	262,34	1
.Bromus tectorum	0,00a	0,00a	3,01b	-	-	-	-	153,45	3
"GRASS LIKE"									
.Carex divisa	15,55b	0,30a	12,21b	2,02	7	1	8	4,06	11
"FORBS"									
.Bellis silvestris	0,00a	0,00a	2,70b					225,0	2
.Ranunculis orientalis	0,00a	0,00a	6,72b					35,0	4
.Alyssum spp	0,07a	1,33b	0,35a	1	8	1,09	7	1	
.Thymelea sp	0,00a	0,00a	7,54b	-	-			21,41	6
AUTRES FORBS									
"LIGNEUSES"									
.Thymus spp	0,82a	12,23b	1,79a	1	8	1,45	6	1	14
.Genista pseudopilosa	23,69b	26,99b	0,68a	1197	1	1133	1	1	14
.Helianthemum croceum	0,23a	0,47a	0,14a	182	2	1	8	1	14
INDETERMINEES	2,59b	1,17a	3,25b						
GRAMINEES	56,09a	56,79a	61,88a						
GRASS LIKE	15,55a	0,30b	12,21a	1,36	1	0,93	2	1,39	2
FORBS	0,96a	1,39a	20,74b	0,09	3	0,12	3	1,55	1
LIGNEUSES	24,74a	39,69a	2,61b	0,29	2	1,50	1	0,88	3

(1) Les données de ce tableau n'ont pas fait l'objet d'une analyse statistique.

Résultats de l'analyse chimique des bols alimentaires en automne (1978) et au début printemps (1979) du site pelouse de la station pastorale de Timahdit

	Octobre	Novembre	Avril
Matière sèche	90,48	89,85	89,55
Protéines brutes	7,11 a*	6,77 a	17,52 b
Celluloses brutes	35,77 a	36,50 a	24,80 b
N.D.F. (1)	66,25 a	64,57 a	49,40 b
A.D.F. (2)	45,55 a	49,85 b	32,86 b
A.D.L. (3)	8,69 a	10,21 b	3,84 c
Matières minérales	5,72 a	5,42 a	7,17 b
D.I.V. M.S. (4)	50,68 a	49,74 a	72,00 b
D.I.V. M.O. (5)	49,84 a	48,70 a	72,0% b
U.F.L./kg vert (6)	0,56 a	0,54 a	0,93 b
U.F.L./kg M.S.	0,50 a	0,49 a	0,83 b
M.A.D./kg M.S. (7)	36,07 a	33,77 a	125,99 b

(1) « Neutral Detergent Fiber »

(2) « Acid Detergent Fiber »

(3) « Acid Detergent lignin »

(4) Digestibilité in vitro de la matière sèche

(5) Digestibilité in vitro de la matière organique

(6) UFL/kg vert : Unité fourragère lait par kg de matière verte

(7) MAD/kg M.S. : matières azotées digestibles en g par kg de matière sèche.

a, b, c : Deux valeurs moyennes de la teneur en un composant chimique sont significativement différentes ($P < 0,05$) quand elles n'ont aucune lettre suffixe en commun.
X = $P < 0,01$.

plus élevée en avril qu'en automne. L'apport énergétique a été de 0,5 UF/kg MS en octobre, de 0,49 UF/kg MS en novembre, mais atteint 0,83 UF/kg MS en avril (tableau 5). De même l'apport azoté de la ration en M.A.D. a été notamment plus élevé en avril. Il a été de 36,1 g/kg MS en octobre, de 33,8 g/kg MS en novembre et de 126 g/ g MS en avril (tableau 5). Il apparaît clairement que l'équilibre de la ration n'est pas assuré en automne et un complément d'azote est indispensable, même pour des ovins à l'entretien.

L'étude de la végétation disponible a montré pour chacune des trois périodes expérimentales, la dominance des graminoides (*Festuca* spp., *Poa bulbosa* et *Carex divisa*) et de *Tymus* spp.

La composition botanique, en fréquence et en contribution, n'a pas beaucoup évolué entre les deux saisons étudiées. Cependant les choix alimentaires des brebis ont varié dans d'assez fortes proportions. Les graminées contribuaient fortement à la ration en toutes circonstances (*Festuca* spp. en particulier en automne et *Stipa lagascae* en avril) alors que les « forbs » (*Thymelea* sp., *Ranunculus orientalis*) n'étaient activement recherchées qu'en avril, et les ligneuses (*Genista pseudopilosa*) en automne.

La consommation des feuilles, forte en toutes saisons, était plus élevée en avril qu'en automne et celles des tiges, plus élevée en automne qu'en avril. Ces différences, jointes à celles observées dans la composition chimique des différentes espèces conduisaient des rations d'avril à forte teneur en protéines brutes (17,5 %) et à faible teneur en constituants membranaires.

TABLEAU 6

Equations de régression (*) établies entre la digestibilité et les provinces brutes et les constituants membranaires du site pelouse de la station pastorale de Timahdit

Y = Digestibilité de la matière sèche

X = Protéine brute (1)

cellulose brute (2)

ADF (3)

ADL (4)

$$(1) y = 36,40 + 2,01 x \quad r = 0,95$$

$$(2) y = 111,83 - 1,68 x \quad r = 0,91$$

$$(3) y = 111,21 - 1,30 x \quad r = 0,91$$

$$(4) y = 82,95 - 3,32 x \quad r = 0,92$$

y = Digestibilité de la matière organique

$$(1) y = 35,15 + 2,08 x \quad r = 0,94$$

$$(2) y = 112,88 - 1,73 x \quad r = 0,90$$

$$(3) y = 64,05 - 1,35 x \quad r = 0,91$$

$$(4) y = 83,47 - 3,48 x \quad r = 0,92$$

(*) Equations de régression faites pour les données d'octobre, novembre et avril.
Nombre d'observations = 15.

En automne ces proportions étaient inversées et les teneurs en protéines brutes étaient notamment proches de 7 % malgré la forte contribution de *Genista pseudopilosa* dont la teneur en protéines brutes était la seule de toutes les espèces à se maintenir au-dessus de 10 %. Les graminées en particulier avaient toutes une teneur inférieure à 5 %. Les coefficients de digestibilité

de la matière sèche et de la matière organique furent significativement plus élevés en avril (0,72) qu'en automne (0,50).

De ce fait la ration sélectionnée en automne par les brebis, paraissait très nettement hypoazotée et ne pouvait même pas convenir à des animaux à l'entretien.

REMERCIEMENTS

Nous remercions MM. Fouad Guessous, Pierre Witevrongel, Benchekroun, Chicha, Adbiza, Hammoudi, Shonenberger, Don Torell, Kohen, Atiqui, Dr. Himeur, Dr. Aydi et Dr. Bougnine pour leur coopération à la bonne réalisation de cet article.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BREDON, R.M., D.T. TORELL and B. MARSHALL, 1967 : Measurement of selective grazing of tropical pastures using esophageal fistulated steers. — *J. Range Manage.*, 20, 317-320.
- BUCHANAN, M.W.A., LAYCOCK and D.A. PRICE, 1972 : Botanical and nutritive content of the summer diet of sheep on no tall forb range in Southwestern Montana. — *J. An. Sci.*, 35, 423.
- CABLE, D.R. and R.P. SHUMWAY, 1966 : Crude protein in rumen contents and forage. — *J. Range Manage.*, 19, 124-128.
- GALT, H.D., B. THEURER, J.H. EHRENREICH, W.H. HALE and S.C. MARTIN, 1969 : Botanical composition of diet of steers grazing a desert grass land range — *J. Range Manage.*, 22, 14-18.
- JOHNSTON, A. and L.M. BEZEAU, 1962 : Chemical composition of range forage plants of the *Festuca Scabrella* association. — *Coriad. J. Plant Sci.*, 42, 105-115.
- KEISLING, H.E., A.B. NELSON, and C.H. HERBEL, 1968 : Effect of the esophageal fistula on chemical composition of feeds. — *J. Ani Sci*, 27, 11 T8 T3.
- SAMPSON and KOZLOWSKI, 1960 : In nutritive value of shrubs - Donald R. Dietz. — U.S.D.A. For. Ser. Gen. Techn. Rep. Int., 1, 289-302.
- SCALES, G.H., CL. STREETER and A.H. DEHMAN, 1971 : Nutritive value and consumption of range forage. — *Proc. west. Sci. Amer. Soc. Ani. Sci.*, 22, 83.
- TILLEY J.M.A. and R.A. TERRY, 1963 : A two stage technique for the in vitro digestion for forage crops. — *J. Bristhish Grass. Soci.*, 18, 104-111.
- VAN DYNE, G.M., 1963 : Comparative chemical and botanical composition of fistula forage samples. Paper presented at 16th Ann. Meeting. — *Anner. Soc. Range Manage.*, 45-46.
- VAN DYNE, G.M., 1965 : Chemical composition and digestibility of plants from annual range and from rime stand plat. — *J. Range Manage.*, 18, 332-337.

DIFFICULTES D'APPROVISIONNEMENT DES UNITES D'ALIMENTS DU BETAIL :

BILAN ET PROJECTIONS POUR 1980

par

J. CAZEMAJOU

Directeur de la SOTREP

L. DEFOORT

Directeur de l'INAM-PROVIMI

Communication présentée à l'occasion du séminaire sur l'aviculture organisé par l'ANPA, le 20 avril 1979.

Dans chaque pays, à un moment donné de sa croissance, l'élevage intensif vient compléter l'élevage extensif, pour progressivement le remplacer partiellement ou totalement.

Cette mutation s'opère sous l'influence de nombreux facteurs dont les plus apparents sont :

1. La variation du rapport $\frac{\text{Nombre de consommateurs}}{\text{Hectares cultivés}}$
2. La mise en culture de terrains de parcours.
3. L'amélioration du revenu des productions végétales légumières et industrielles.
4. La modification des habitudes des consommateurs lors de l'évolution du niveau de vie.

Cette mutation s'inscrit dans un processus général de développement économique et procède de 3 disciplines :

- La génétique.
- L'hygiène.
- L'alimentation rationnelle.

Or, aujourd'hui, au Maroc, l'alimentation des animaux est gênée dans ses approvisionnements.

Cet état de fait est grave pour l'avenir des productions animales, dont l'aviculture est le secteur le plus rationalisé, le secteur qui sera le plus touché en cas de rupture de stocks.

Il est donc intéressant d'analyser cet état de fait, de réfléchir sur ses conséquences et de proposer des solutions.

Vous avez sous les yeux, un tableau qui est un essai du bilan des disponibles et des besoins en céréales et autres concentrés pour l'alimentation des animaux, aussi bien de l'élevage fermier que des productions rationnelles.

Ces chiffres sont les moyennes ou les approximations généralement retenues et publiées dans des documents officiels.

Quelles réflexions pouvons-nous faire sur ce tableau ?

Ceux de la colonne 1 sont ceux des productions, ils sont là, ils s'imposent, il n'y a pas d'interprétation à faire dans le cadre de notre sujet.

Les colonnes 2 et 3 mesurent les quantités autoconsommées ; il est intéressant de comparer ces chiffres à ceux admis internationalement.

Les quantités de céréales consommées par habitant dans les pays en voie de développement, en Europe de l'Ouest et en Amérique sont les suivantes :

	Pays en voie de développement	Europe Ouest	U.S.A.
Céréales			
Consommation humaine	236	189	164
Consommation animale	11	281	595
	247	470	759

Il est à peu près certain qu'il existe un glissement d'une colonne à l'autre, une bonne part des céréales supposée consommée par les humains est en fait consommée par les animaux, parce que la satisfaction des besoins en blé est assurée par l'importation tandis que les quantités disponibles de céréales secondaires sont limitées dans les faits.

En d'autres termes, une partie de blé d'importation sert, par orge interposée, à l'alimenta-

tion animale et, pour une plus juste appréciation de l'importance de l'alimentation animale fermière, il convient de modifier le chiffre officiel de 1.200.000 tonnes d'orge autoconsommées par les humains et d'en comptabiliser au moins la moitié dans la colonne 3.

La colonne 4 mesure les quantités disponibles sur le marché.

Il s'agit toujours de valeurs approchées ; quand par exemple, le chiffre 0 apparaît dans la colonne orge, cela ne veut pas dire que l'industrie provençienne n'utilise pas du tout d'orge, elle en utilise un peu, mais rarement de manière économiquement justifiable, et pour en utiliser une faible quantité elle est contrainte de surpayer ; l'ayant fait, il est vraisemblable qu'elle en a privé l'élevage fermier qui lui, sera gêné dans sa production, ou bien compensera comme déjà dit plus haut, par le blé, qui ne fait pas défaut sur le marché.

Avec cette colonne l'étroitesse du marché apparaît de façon telle qu'il est sûr que le pays devra choisir entre l'importation des matières premières nécessaires au développement de l'élevage et l'importation de viande.

Il semble clair que refuser ou limiter la première c'est à terme, provoquer automatiquement la seconde.

Les colonnes 5 et 6 donnent des appréciations des besoins de l'industrie provençienne pour l'aviculture en 1980 ou 1981 en valeurs approchées et compte tenu des contraintes limitatives du marché. Il n'y a pas de légumineuses prévues dans ces besoins parce que les quantités disponibles sont pratiquement nulles, en revanche la farine de viande pourrait être utilisée si sa commercialisation était débloquée par des mesures judicieuses.

La colonne 7 indique les déficits prévus par la profession provençienne en 1980 ou 81.

La disponibilité des matières premières est un problème, leur coût en est un autre.

A ce sujet, il est utile de souligner que dans l'état actuel des textes, des comportements et des mentalités, l'élevage marocain est en situation de mauvaise compétitivité.

Si un pays comme la Hollande qui importe pratiquement toutes ses matières premières est compétitif et fortement exportateur de viande, ce n'est pas seulement grâce à sa situation géographique mais surtout parce que ses comportements, ses mentalités, ses textes législatifs sont favorables au développement de l'animaliculture.

Quelles sont les principales causes de cette situation de non compétitivité, et que pouvons-nous proposer ?

	1	2		3	4	5		6	7
	Production annuelle moyenne en tonnes	Auto-consommation		Alimentation animale en tonnes	Disponible en tonnes	Besoins de l'industrie de l'alimentation Volaille		Déficit en tonnes	
		Alimentation humaine en tonnes				en 1980 en tonnes de	ou 1981 en tonnes à		
— Prémixes et divers						3 250	+		
— Carbonate de calcium						4 062	+		
— Phosphates	2 000					4 062	+	2 062	
— Sel						812	+		
— Drêches de maïs	2 500				2 500	3 250	+	750	
— Farine basse de riz	1 000				1 000	3 250	+	2 250	
— Mélasse	100 000				100 000	3 250	+		
— Son de blé	650 000			635 000	15 000	6 500	19 500	0 à 4 500	
— Gluten de maïs	800				800	812	+		
— Farine de poisson	30 000				30 000	13 000	39 000	0 à 9 000	
— Farine de viande	0				0	3 250	10 000	9 à 10 000	
— Tourteaux de soja	42 000				42 000	32 500	52 000	0 à 10 000	
— Tourteaux de coton	5 000				5 000	3 250	9 750	0 à 4 750	
— Tourteaux de tournesol					7 000	3 250	9 750	0 à 2 750	
— Légumineuses	350 000	300 000	50 000		0				
— Sorgho		32 500	26 000		6 500	3 250	22 750	0 à 16 250	
— Orge	2 200 000	1 200 000	1 000 000		0	3 250	16 250	0 à 16 250	
— Maïs	400 000	300 000	70 000		30 000	146 000	211 250	116 000 à 181 250	
			1 781 000				+ ou - 325 000	124 062 à 259 810	

DROITS DE DOUANE ET TAXES

La totalité des produits nécessaires à l'élaboration des Condiments Minéraux Vitaminés, appelés additifs, adjuvants, prémixes de vitamines, d'oligo-éléments, d'acides aminés, d'anti-cocci-diens, d'antibiotiques, est importée puisque non fabriquée au Maroc.

Ces produits, mélangés ou non, sont soumis à des droits de douane et taxes grevant leur prix de 13,152 % au minimum lorsque le droit de douane est de zéro, à 28,842 % pour un droit de douane de 15 %.

Pourquoi pénaliser les matières premières entrant dans l'aliment ce qui en augmente d'autant le prix et par voie de conséquence augmente le prix du kg de poulet ou de la douzaine d'œufs produits, ce que supporte le consommateur en fin de compte.

Ceci alors que :

1. les importations de viande (bovine, ovine, et de coqs, poules et poulets) sont exemptées de droits de douane selon arrêté du Ministre des Finances n° 551/77 du 29 avril 1977 ;
2. les importations de bétail vivant (bœufs, moutons) sont exonérées de droits de douane et taxes spéciales, de taxes sur les produits selon arrêté du Ministre des Finances n° 665/77 du 11 juillet 1977.

Recommandation :

Supprimer la perception de droits et taxes pour permettre de produire moins cher de la viande de poulet et des œufs.

OPPORTUNITE DU MARCHÉ INTERNATIONAL

L'Europe importe d'importantes quantités de manioc à bas prix : l'équivalent de 55,00 Dirhams à Rotterdam actuellement.

La France, pour sa part, a importé en 6 mois, jusqu'au 31 janvier 1979, 438.000 tonnes.

Le manioc rentre en substitution du maïs dans les formules chair et ponte et en fait baisser son prix de revient.

Bien que le Maroc ne soit pas producteur de manioc, son importation est formellement interdite (liste C).

Pourquoi ?

PHOSPHATE

Il est anormal de constater :

1. que le Maroc qui est un des premiers pays exportateurs du monde de phosphate naturel ne mette pas à la disposition des fabricants d'aliments du bétail les qualités de phosphate nécessaires à l'alimentation animale telles que phosphate monocalcique, phosphate bicalcique à teneur maximum en calcium de 20 à 25 %, et surtout défluorés ;
2. que par moment, il y ait pénurie sur le marché local des seuls produits que veulent bien nous offrir :
 - a) un fabricant de phosphate bicalcique minéral non défluoré et trop riche en calcium,
 - b) un ou deux fabricants de poudre d'os calciné trop riche en calcium également ;
3. que certains fabricants ont été obligés de recourir à des importations de phosphate d'Europe après avoir payé droits et taxes à l'entrée, doublant leur juste prix, ceci alors que ces phosphates importés sont issus du traitement par des groupes européens du phosphate naturel au Maroc.

Recommandation :

— Développer dans le cadre de l'industrie marocaine du traitement des phosphates naturels, la fabrication de phosphates pour l'alimentation animale.

TOURTEAUX DE SOYA

Tous les nutritionnistes et zootechniciens du monde sont unanimes à reconnaître qu'une production avicole développée passe par l'utilisation de ce tourteau, nous en voulons pour preuve les avicultures américaine, brésilienne et française qui sont grosses exportatrices de viande de poulets, dindes et œufs.

Pourtant :

1. nous ne pouvons omettre de mentionner que durant de nombreuses années, 1966 à fin 1972, notre profession n'a pu disposer d'un gramme de ce tourteau, l'huilerie n'important, pour des raisons économiques, que des graines à meilleur rendement huilier, telles que colza ou tournesol, alors que de 100 kg de graines de soja on ne tire que 18 % d'huile.

Mais n'oublions pas que ce qui est un sous produit d'huilerie est une matière première

noble indispensable à l'alimentation des volailles.

2. Les prix de ces tourteaux sont fixés maintenant depuis mai 1977 à 1,50 dirhams le kg départ huilerie, prix auquel s'ajoutent les frais de sacherie, magasinage, financement qui font monter leur prix à 1,60, voir 1,67 dirhams le kg.

Ceci alors que les cours mondiaux durant ces deux années n'ont jamais atteints ces niveaux. Actuellement, les prix en disponible en France sont de 0,97 FF, soit 0,89 DH, et il serait facile de faire un graphique de la différence entre le prix mondial et le prix local durant ces deux années.

Recommandation :

Le tourteau de soja est en liste C, interdit à l'importation ; pourquoi ne pas autoriser librement son importation, la sortie de devises existant de toute façon pour l'achat de graines de soja ?

PROGRAMME GENERAL D'IMPORTATION

Tous les ans, des commissions interministérielles se réunissent pour fixer la liste des produits libres, autorisés sous contrôle, ou interdits à l'importation.

C'est ainsi qu'en 1974 ont été passés en liste B depuis la liste A, tous les additifs adjuvants et prémixes destinés à l'alimentation animale, alors qu'aucune des matières premières entrant dans leur composition n'est fabriquée et ne sera fabriquée au Maroc avant longtemps.

Nous devons noter que jamais les professionnels n'ont été consultés pour donner leur avis.

Recommandation :

Participation de la profession des fabricants d'aliments à titre consultatif à la commission ad hoc.



"CICALIM"

LEADER DE L'ALIMENTATION ANIMALE

- 60.000 tonnes d'aliment par an, obtenues en appliquant les dernières recherches en matière de nutrition animale.
- Une capacité de production de 130.000 tonnes an.
- Une gamme variée (volailles, bovins, porcins, équins...).
- Un aliment de qualité garanti par l'assistance technique des meilleurs spécialistes mondiaux.
- Un service Technico-Commercial dynamique, une documentation technique toujours actualisée au service de l'éleveur.
- 100 points de vente dans tout le Maroc.
- Renseignements : « CICALIM »

Téléphone : 35.09.03 ou 04

NOUVELLES BREVES

COLLOQUES - EXPOSITIONS

L'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II a organisé, fin décembre 1979, conjointement avec les Comités MAB-Maroc et MAB-France (programme de l'UNESCO), des « Journées sur les zones arides ».

L'Association des Ingénieurs de la Recherche Agronomique (A.I.R.A.) a organisé au Rabat-Hilton, les 21 et 22 janvier, un colloque sur le thème : « La recherche agronomique au service de l'agriculture ». Ce colloque a été présidé par Monsieur le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire et a traité des thèmes suivants :

- Organisation, réalisation et évolution de la recherche agronomique ;
- Impact de la recherche agronomique sur le développement agricole ;
- Perspectives de la recherche agronomique au Maroc.

Dans le but de rechercher les moyens à mettre en œuvre pour l'amélioration du verger d'abricotiers, l'Office du Haouz a organisé, le 10 janvier 1980, au siège de la Chambre d'Agriculture de Marrakech, une journée d'étude consacrée à l'abricotier dans le Haouz. Plusieurs exposés furent présentés, notamment :

- la situation de la production d'abricots dans la région et ses problèmes avec proposition d'un plan pour l'amélioration de ce secteur ;
- situation du marché extérieur, problèmes rencontrés par l'exportation ;
- essais entrepris pour l'amélioration de la protection phytosanitaire de l'abricot.

Au terme d'un débat qui a suivi ces exposés, des résolutions ont été adoptées susceptibles de

dégager un programme d'action visant l'amélioration et le développement de ce secteur.

Notons que l'abricotier couvre une superficie de 6.000 ha dans la région de Marrakech, ce qui représente 80 % du patrimoine national. La production varie de 20.000 à 60.000 tonnes par an et une grande partie de celle-ci est absorbée par 25 unités de transformation concentrées dans la ville de Marrakech.

Le Maroc a participé à la Semaine Verte de Berlin qui s'est tenue du 25 janvier au 3 février. Le stand marocain exposait les principaux produits agricoles nationaux et visait à faire connaître la place qu'occupe l'agriculture dans l'économie nationale. Notons que le stand marocain comportait, cette année, en plus de l'exposition des produits marocains, une exposition spéciale (films, diapositives, tableaux, cartes et produits agricoles), consacrée à l'aménagement hydro-agricole du périmètre du Loukkos, projet en partie financé par la Kreditanstalt für Wiederaufbau (K.F.W.), organisme bancaire de financement allemand.

Le 5 février, s'est tenu un séminaire sur la culture du maïs à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Ce séminaire groupait les agents d'encadrement des Offices Régionaux de Mise en Valeur Agricole et des Directions Provinciales d'Agriculture du Royaume et des agriculteurs chez qui des essais de maïs seront installés au cours de cette campagne.

Les comptes-rendus des Cinquièmes Journées de Phytatrie et de Phytopharmacie Circum-Méditerranéennes tenues à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, du 15 au 20 mai 1977 sont parus. Dans ces comptes rendus sont publiées toutes les communications présentées lors des

Journées et relatives à la protection des cucurbitacées, du palmier dattier, des légumineuses alimentaires et fourragères et des agrumes. Les aspects récents de lutte contre les viroses, les bactérioses, maladies cryptogamiques, insectes, acariens, nématodes et mauvaises herbes de ces spéculations y sont traités. Les comptes rendus, totalisant 676 pages et présentés sous forme de 2 volumes sont disponibles au prix de 100 DH auprès de : M. Mohamed Besri. Laboratoire de Phytopathologie, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 704, Rabat-Agdal.

**

Après les Journées de Phytologie et de Phyto-pharmacie Circum-Méditerranéennes qui se sont tenues successivement à Marseille, Nice, Sassari, Montpellier et Rabat, les 6èmes journées se tiendront en mai 1981, à Perpignan, à la frontière espagnole. Les participants découvriront — du revers — avec intérêt les aspects agricoles de cette région très riche.

Après nous être intéressés, au cours des années passées, aux agrumes, à l'olivier, au cotonnier, aux cultures florales et maraîchères, à la betterave et aux arbres à noyaux, aux céréales et aux plantes à parfum ou fourragères... nous compléterons les aspects agronomiques méditerranéens par les plantes herbacées, oléagineuses, la vigne, le tabac, sans oublier les arbres d'alignement et les brise-vent, ainsi que les problèmes que pose la généralisation de l'emploi du plastique en agriculture. Nous pensons ainsi intéresser, non seulement les spécialistes, mais aussi de nombreux praticiens.

Les personnes désirant recevoir les comptes rendus des journées passées et celles qui souhaitent participer aux Journées à venir, pourront adresser leur demande au Secrétaire Général des Journées :

Monsieur JEAN LHOSTE

163, Avenue Gambetta - 75020 Paris

qui leur fera parvenir les renseignements demandés.

INAUGURATIONS

L'Office pour le Développement Industriel (O.D.I.), en collaboration avec l'O.R.M.V.A. de Ouarzazate, a entamé, à Zagora, la réalisation d'une unité de traitement et de conditionnement de dattes de la région du Draâ, pour l'exportation. L'unité a été équipée de 6 chambres frigorifiques, d'une capacité de stockage totale de 2.500 tonnes de dattes. La capacité de production prévue est de 2.000 tonnes par an. Le coût total de l'in-

vestissement pour cette unité s'élève à 23 millions de DH.

**

Au cours d'une visite, le 21 janvier, dans le périmètre du Gharb, Monsieur le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire a procédé aux inaugurations suivantes :

- Inauguration du dernier secteur irrigué de la P.T.I. (35.000 ha). L'équipement de ce secteur rentre dans le cadre du projet Sebou (226.000 ha irrigués). Coût total : 65.000.000 de DH.
- Inauguration du premier secteur irrigué de la S.T.I. dit C 1 (superficie 3.215 ha). Coût total (secteur C 2 compris) : 99.700.000 DH.
- Inauguration de deux centres de mise en valeur et de deux centres de collecte de lait. Coût total des C.M.V. : 1.800.000 DH. Coût total des centres de collecte : 220.000 DH.
- Distribution de 440 ha aux 84 bénéficiaires d'une coopérative (Bir Anzarane).

**

Le 22 janvier, Monsieur le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire a procédé à une distribution de terres dans le périmètre du Loukkos. Cette distribution intéresse la première tranche d'irrigation (10.000 ha) du secteur R'Mel (15.000 ha) et porte sur une superficie irriguée de 5.156,60 ha. Douze coopératives ont été constituées. Le nombre de bénéficiaires est de 884. Les premières distributions dans le périmètre ont eu lieu en 1977. Huit coopératives avaient été formées intéressant une superficie de 3.537,64 ha pour 311 bénéficiaires. Notons que ces distributions ont porté essentiellement sur les terres collectives (4.045,90 ha de terres collectives distribuées en 1980, 1.029,95 ha en 1977), ce qui constitue la première opération dans le genre au Maroc : melkisation des terres collectives dans un périmètre irrigué au même moment de la mise en eau de ce périmètre. Un nouveau programme de distribution se rapportant à la seconde tranche d'irrigation du secteur R'Mel (5.000 ha) sera réalisé (5 coopératives) et intéressera une superficie de 1.950 ha pour 307 bénéficiaires.

**

Le 15 février, Monsieur le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire a posé la première pierre pour la construction de l'unité de surgélation de fruits et de légumes d'El Aouamra (périmètre du Loukkos) : la SURLOUK. Le promoteur de l'usine est la SEKOM, Société d'études koweïto-marocaine. Les investissements consentis,

30.000.000 de DH proviennent pour 50 % du privé marocain et pour 50 % du privé koweïtien.

Sa capacité de production atteindra 4.000 t/an et elle conditionnera les produits maraîchers du périmètre. Sa production est entièrement destinée à l'exportation.

Notons que c'est la seconde unité de ce type réalisée dans le périmètre du Loukkos, quelques années à peine après la création de cet Office. La première unité (S.I.A.D.) d'une capacité de 4.000 t/an environ a été réalisée en 1978 près de Moulay Bousselham, dans la même année où le secteur Drader Rive Droite a été mis en eau par l'ORMVA du Loukkos. Cette première unité a déjà transformé en 1979, 702 t de fraises et 295 t de haricots verts. La seconde unité est lancée la même année où le secteur R'Mel est mis en eau.

NOMINATIONS

Au mois de janvier, nous avons appris avec plaisir les nominations suivantes :

- M. Driss Toulali, Directeur des Affaires Rurales au Ministère de l'Intérieur.
- M. Ali Bastos, Chef du Service des Grands Périmètres à la Direction de l'Équipement Rural.
- M. Mohamed Jaouad Tazi, Chef du Département des Moyens de Production à la SODEA.

Au mois de février, il s'agit de Messieurs :

- Abdelhay Bouzoubaa, Directeur de la Production Végétale au M.A.R.A.
- Mohamed Mouline, Directeur de la Vulgarisation et de la Réforme Agricole au M.A.R.A.
- Abdelhakim Saïssi, Directeur de la Planification et des Etudes Economiques au M.A.R.A.
- Abdelaziz Arifi, Directeur de la Protection des Végétaux, des Contrôles Techniques et de la Répression des Fraudes au M.A.R.A.
- Abderrahmane Sbai, Directeur des Affaires Administratives au M.A.R.A.

- Houcine Faraj, Directeur de l'Institut de la Recherche Agronomique.
- Othmane Lahlou, Directeur de l'O.R.M.V.A. du Gharb.
- Mouloud Safine, Directeur de l'O.R.M.V.A. du Loukkos.
- Driss Jellouli, Directeur de l'O.R.M.V.A. de Ouarzazate.
- Mohamed Lazzaoui, Directeur de l'O.R.M.V.A. du Tadla.

Nous leur souhaitons à tous un plein succès dans l'accomplissement de leurs nouvelles fonctions et leur présentons, en cette occasion, nos meilleures félicitations.

PRIX ANAPPAV

L'Association Nationale pour la Production, la Protection et l'Amélioration Végétale (ANAPPAV) organise un concours pour l'obtention de deux prix ANAPPAV.

Le premier prix d'un montant de 1.000 DH récompensera l'auteur ou les auteurs de toute publication scientifique à caractère agronomique (production, protection et amélioration végétale). Le second prix du même montant récompensera un travail individuel ou collectif ayant eu ou susceptible d'avoir un impact significatif sur le développement agricole. Ces travaux doivent avoir été réalisés au cours des trois dernières années dans une institution de recherche nationale.

Les candidats à ce prix doivent adresser le texte de leurs travaux en 5 exemplaires dactylographiés suivant les normes internationales de publication à :

*Monsieur le Secrétaire Général
de l'ANAPPAV*

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
B.P. 704 - Rabat Agdal

Un jury examinera tous les travaux ; les prix seront distribués lors de la prochaine assemblée générale de l'ANAPPAV.