

# HOMMES TERRE & EAUX

*Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*



Trimestrielle

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

4ème Année

Volume 4

Numéro 17

Décembre 1975

# EXPERIMENTATION DRAINAGE DES SOLS LOURDS DU GHARB

(Premiers Résultats)

A. TABET (1)

*L'objectif essentiel de l'expérimentation est d'étudier sur un réseau de drains enterrés placés à différents écartements, les conditions de formation de la nappe et d'évolution de son niveau. La parcelle expérimentale est située dans la ferme d'application de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Les résultats doivent définir les modalités de drainage de certains secteurs de la plaine du Gharb ayant les mêmes caractéristiques pédologiques que la parcelle.*

*L'urgence de l'aménagement de la plaine du Gharb n'a pas permis d'attendre les résultats de l'expérimentation pour choisir les paramètres de calcul du réseau de drainage. Un certain nombre d'options ont été prises, compte tenu d'expériences et d'essais ayant fait leurs preuves dans d'autres pays tel que la TUNISIE (Vallée de la Mejerda), les U.S.A. (Imperial Valley) etc...*

*L'expérimentation en cours devra montrer si les options prises sont dans les normes d'un drainage efficace et économique.*

## 1. DISPOSITIF EXPERIMENTAL

La station expérimentale de drainage est implantée sur le périmètre de la ferme expérimentale de l'Institut Nationale Agronomique, 9 km au Nord de Moghrane, en bordure de la piste d'accès aux bâtiments de la ferme.

D'une superficie brute de 13 ha, la parcelle a la forme d'un parallélogramme (600 x 225 m) (fig. 1).

### 1.1. Equipement pour l'irrigation

L'équipement pour l'irrigation comprend un canal arroseur de 590 m de longueur, constitué

d'éléments semi-circulaires portés  $\varnothing 400$  mm en béton armé. Le canal est calé de manière que le plan d'eau domine le terrain de 30 à 40 cm.

Le passage de l'eau du canal sur le terrain s'effectue au moyen de tuyaux en polyéthylène (siphons).

Le terrain est nivelé en pente de 2 ‰ de part et d'autre de l'arroseur sur une longueur de l'ordre de 110 m (fig. 2).

### 1.2. Le réseau de drainage souterrain

Le sens du drainage est parallèle à celui de l'irrigation. Tous les drains sont raccordés

(1) Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. (Département Hydraulique)

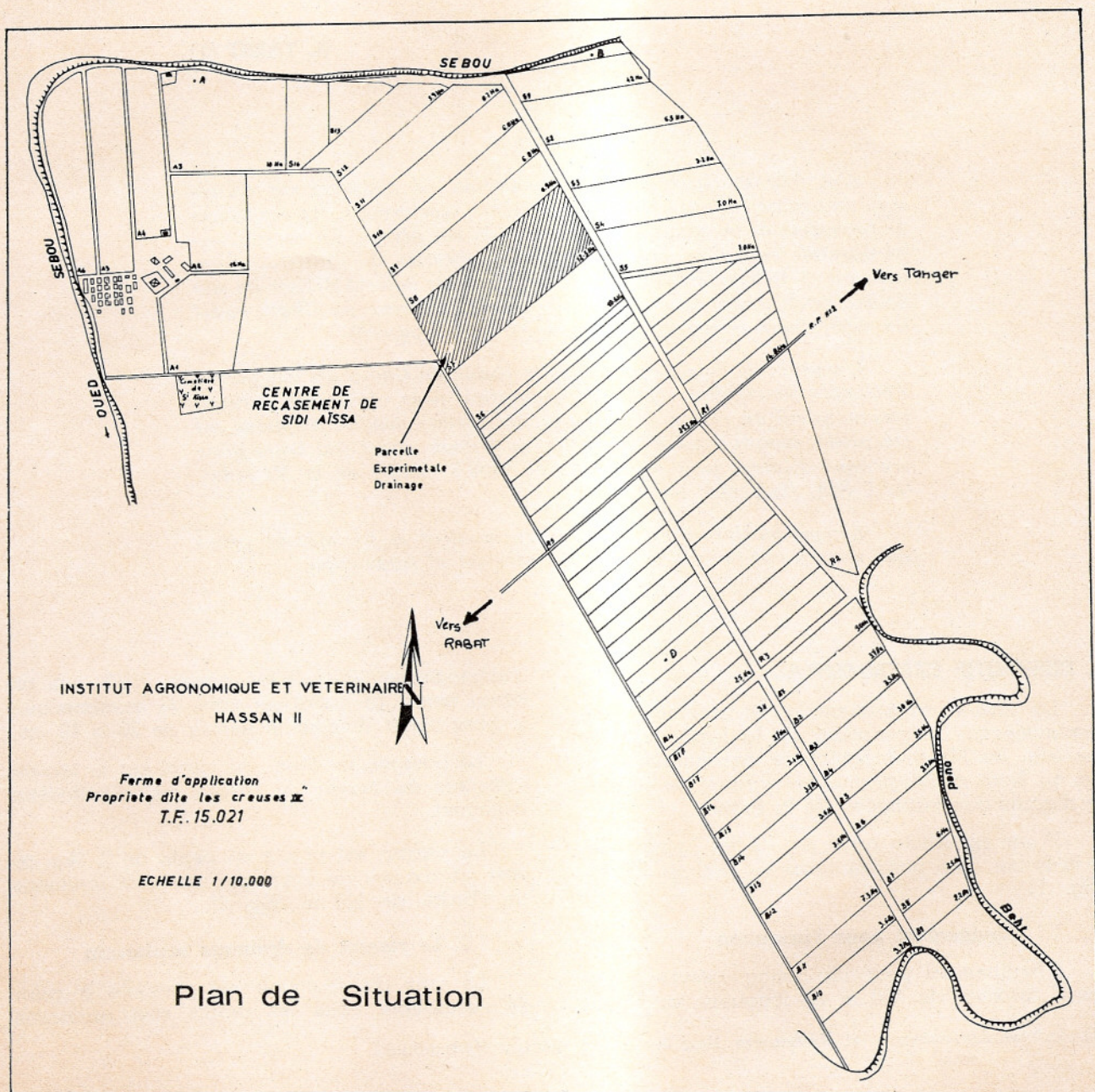


Fig.1 PARCELLE EXPERIMENTALE DRAINAGE

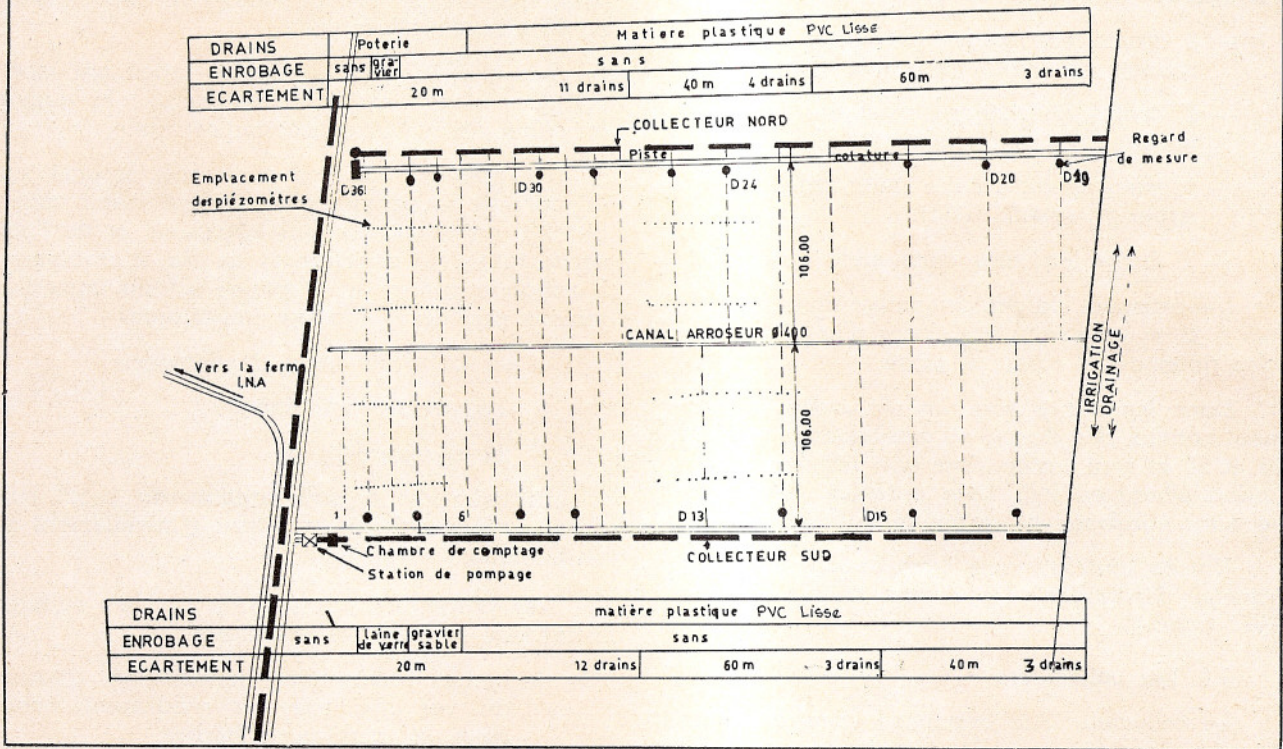
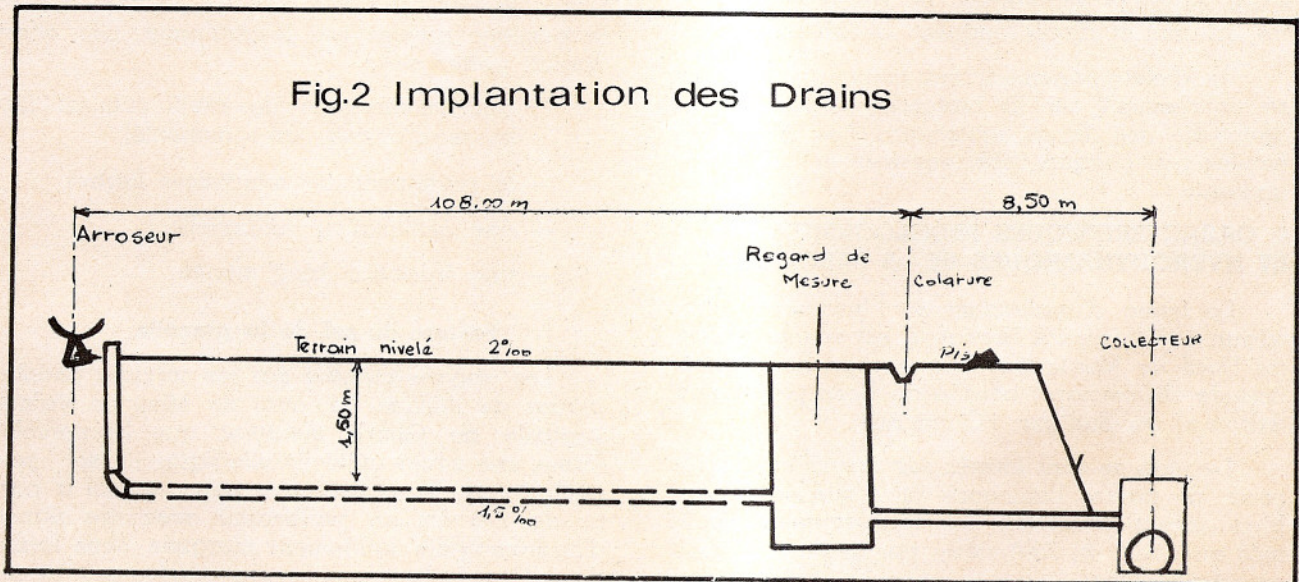


Fig.2 Implantation des Drains



aux collecteurs par des regards de jonction qui se prêtent également aux mesure (fig. 2).

Dans une sole « canne à sucre », on teste les matériaux constitutifs des drains ainsi que l'opportunité d'un matériau d'enrobage autour des drains. On dispose de :

- 2 drains en matière plastique avec enrobage de sable graveleux (D5, D6).
- 2 drains en matière plastique avec enrobage de laine de verre (D3, D4).
- 1 drain en terre cuite avec enrobage de sable graveleux (D35).
- 2 drains en terre cuite sans enrobage.

L'écartement de ces drains est uniformément fixé à 20 m en raison des doses d'irrigation élevées qu'exige la canne à sucre.

Dans les autres sols, on recherche l'écartement optimal des drains : 3 écartements de 20 m, 40 et 60 m sont testés alors que les drains sont uniformément en PVC lisse à fentes transversales sans enrobage de diamètre intérieur 60 mm.

Notons toutefois que dans la PTI (Première tranche d'irrigation) les drains utilisés sont en PVC annulé.

### 1.3. Les collecteurs

Le collecteur Sud débouche dans la chambre de comptage pour la mesure de son débit. Ce débit est ensuite déversé dans un bassin de réception en béton armé jouant le rôle de bache de pompage.

Le collecteur Nord se déverse directement dans le bassin de réception par l'intermédiaire d'une conduite souterraine en béton de diamètre 250 mm et d'une longueur de 230 mm.

Le dimensionnement des collecteurs est basé uniquement sur la profondeur minimale de débouché des drains souterrains. Les débits véhiculés par chaque collecteur sont en effet insignifiants.

## 2. CARACTERISTIQUES PEDOLOGIQUES ET HYDRODYNAMIQUES DE LA PARCELLE

La ferme d'application de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan III est située à 9 km au Nord de Moghrane. Elle occupe une superficie de 262 hectares bordée au Nord par l'Oued Sebou et au Sud par l'Oued Beht.

Les sols se sont formés sur des alluvions récents de nature limoneuse et argileuse (Gharbien récent) qui ont été fréquemment remaniés au cours du XX<sup>e</sup> siècle par des inondations catastrophiques.

Au cours de la crue de Janvier 1970, 20 à 30 cm en moyenne d'épaisseur de sédiments se sont déposés sur la parcelle expérimentale de drainage. La crue a été particulièrement importante et le débordement qui s'est produit au droit de la station de pompage s'est conjugué avec une durée exceptionnelle de submersion de la parcelle (2 mois).

Les analyses du dépôt de crues ont montré que celui-ci est argilo-limoneux ; la teneur en sable fin et sable grossier est nulle.

La présence de ces sédiments récents sur la parcelle expérimentale est une gêne considérable en raison de leur épaisseur et de l'absence totale de structure et de vie microbienne. L'irrigation sur un tel dépôt se traduit immédiatement par des difficultés importantes :

- de battance donc d'infiltration
- d'asphyxie radiculaire
- de germination

En plus de la détérioration du profil cultural, cette inondation a détruit le nivellement de la parcelle.

Les conséquences néfastes sur les cultures n'ont pas tardé à se manifester.

- bersim : mauvaise germination, attaque du ver gris, mauvais rendement, beaucoup de mauvaises herbes.
- maïs : mauvaise germination, faible rendement.

Nous pensons qu'un effort devrait être mené avec les agronomes responsables des cultures en vue d'optimiser les conditions d'exploitation de cette parcelle afin de pouvoir chiffrer le bénéfice amené par le drainage. Cet effort devrait porter sur :

- une amélioration du profil cultural (labours profonds, amendements)
- le traitement des mauvaises herbes
- une fertilisation rationnelle
- une irrigation bien menée.

### 2.1. Texture du sol de la parcelle

Les analyses menées par les services pédologiques de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb montrent que la parcelle forme une seule unité pédologique « sol peu évolué » du type Dess lourd sur vertisol à partir de 170 cm de profondeur avec des signes d'hydromorphie faiblement marquée sous forme de petites taches rouilles provoquées par la re-

montée de la nappe pendant la saison pluvieuse.

La texture du sol est argileuse à argilo-limoneuse (Fig 3).

La texture est donc homogène et très fine, sans de grandes variations parmi les profils et dans les horizons.

### 2.2 Perméabilité ou conductivité hydraulique

La mesure a été faite par la méthode du trou de tarière (ERNST). Seuls quelques points ont donné des résultats exploitables. Les autres ont donné des rabattements extrêmement faibles.

Des résultats obtenus, il ressort que la parcelle ne présente pas une perméabilité homogène comme le laisserait croire la nature pédologique. Nous avons constaté en effet qu'au niveau des zones à écartement 20 m la perméabilité est plus forte que dans les zones à écartement 40 et 60 m.

Si nous partons du fait qu'à l'origine de l'équipement de la parcelle les perméabilités étaient les mêmes partout, et ceci est fort probable, nous sommes amenés à avancer l'hypothèse largement admise de l'évolution de la structure et par là de la perméabilité en fonction du temps. L'écartement 20 m favorisant mieux la circulation de l'eau dans le sol que l'écartement 40 et 60 m.

Les valeurs obtenues sont en moyenne :

Zones à écartement 20 m

Zones à écartement 40 et 60 m

$$\bar{K} = 0,60 \text{ m/j}$$

$$\bar{K} = 0,15 \text{ m/j}$$

### 2.3 Profondeur de substratum imperméable D et profondeur équivalente $d_e$

La profondeur équivalente  $d_e$  intervient dans le calcul de l'écartement des drains.

Pour les valeurs de D nous adopterons les valeurs introduites dans le rapport 70-1 du projet Sebou par M. BOUMANS à savoir :

K Inférieur à 0,1 m/j. .... D = 10 m

K 0,1 à 0,2 m/j .... D = 9 m

0,2 à 0,35 m/j ... D = 8 m

0,35 à 0,6 m/j .... D = 7 m

0,6 à 1,1 m/j .... D = 6 m

1,1 à 2 m/j .... D = 5 m

2 m à 3 m/j. .... D = 3 m

K Supérieur à 3 m/j .... D = 3 m

## 3. APERÇU THEORIQUE SUR LE PROBLEME DU DRAINAGE

Un problème de drainage se pose en général en ces termes : quel est l'écartement à donner à un système de drains et à quelle profondeur faut-il les placer de façon à :

- évacuer une pluie d'intensité de durée et de fréquence données afin de maintenir la nappe à une profondeur non nuisible aux plantes ?
- rabattre le niveau de la nappe d'une certaine hauteur pendant un certain temps compatible avec les exigences d'un développement optimal de la plante cultivée ?

Les formulations théoriques établies pour répondre à ces questions, sont nombreuses et sont toutes basées sur une simplification du phénomène réel.

Les deux manières de poser le problème supposent des conditions particulières d'écoulement de l'eau dans le sol. La première correspondrait à un écoulement permanent, la deuxième à un écoulement non permanent.

Pour que le régime permanent puisse s'établir, il faudrait que la période pluvieuse soit assez longue et que l'intensité de la pluie soit peu variable durant cette période ce qui est généralement le cas dans les régions tempérées humides.

Hormis ce cas, tous les autres doivent être traités dans le cas d'un régime non permanent. En particulier c'est le cas du drainage dans les zones arides et semi-arides où le problème se pose en termes de rabattement de nappe.

En effet, l'étude du niveau de la nappe dans une surface irriguée en région aride ou semi-aride que celui-ci s'élève durant la saison d'irrigation et atteint son maximum après la dernière irrigation. Si le débit annuel évacué est égal au débit de recharge, les fluctuations cycliques du niveau de la nappe deviennent constantes d'une année à l'autre. Cette condition est définie comme un équilibre dynamique.

### 3.1. Cas d'un écoulement permanent

Le cas de l'écoulement permanent bien que ne correspondant pas à la réalité permet une approche théorique simplifiée du problème et rend aisée sa résolution.

Bien que « basée sur des développements mathématiques douteux », (LABYE) la formule de Hooghoudt semble donner les résultats satisfaisants. L'expression de l'écartement dans ce cas est :

$$E^2 = \frac{4K h_0^2 + 8K d_e h_0}{N}$$

E = écartement des drains en m

K = perméabilité du sol en m/j

h<sub>0</sub> = charge au point milieu entre les drains, en m

N = débit norme ou débit spécifique à évacuer, en m<sup>3</sup>/j

d<sub>e</sub> = profondeur équivalente de Hooghoudt.

Si D est la profondeur du substratum imperméable à partir du niveau des drains, la valeur de d<sub>e</sub> est une fonction de E, D, r.

r est le rayon hydraulique du drain.

La valeur d<sub>e</sub> est donnée par des abaques.

La profondeur équivalente de Hooghoudt est déduite d'un abaque correspondant à un diamètre du drain égal à 6 cm.

E m	K m/j	D m	d <sub>e</sub> m
20	0.60	6	1.45
40	0.15	9	2.56
60	0.15	9	3.12

D'autres solutions ont été trouvées à partir de la résolution de l'équation de Laplace par différentes méthodes (analytiques, analogiques etc...).

### 3.2. Cas d'un écoulement non permanent

Compte tenu d'un certain nombre d'hypothèses simplificatrices, il a été possible de mettre l'équation du mouvement de la surface libre de la nappe sous une forme intégrable.

Pour le cas le plus général, c'est-à-dire celui où les drains ne reposent pas sur le substratum imperméable, l'équation régissant le mouvement de la surface libre est une équation différentielle du type « chaleur » (équation de Fourier).

La résolution de cette équation nécessite la connaissance des conditions initiales et aux limites.

Les conditions initiales portent essentiellement sur la forme de la nappe à l'instant t = 0. GLOVER (1964) suppose que juste après une irrigation, la charge est partout égale à h<sub>0</sub> ce qui suppose une forme rectangulaire de la nappe. DUMM (1964) donne à la surface libre l'allure d'une parabole du quatrième degré. Les formules de GUYON offrent l'avantage de don-

ner des expressions où la forme de la nappe n'apparaît que sous forme de coefficients numériques.

Les expressions de la loi de tarissement des drains données par ses trois chercheurs se rapportent à une forme unique :

$$q = q_0 e^{-\alpha t}$$

La variation de la charge en un point milieu entre les drains en fonction du temps est de la forme

$$h_t = h_0 e^{-\alpha t}$$

L'expression du coefficient de tarissement  $\alpha$  est, pour GLOVER :

$$\alpha = \frac{\pi^2 K d_e}{\mu E^2}$$

K : conductivité hydraulique en m/j

E : écartement des drains

d<sub>e</sub> : profondeur équivalente du substratum imperméable

$\mu$  : porosité effective (dite de drainage).

Dans toutes les expressions du coefficient  $\alpha$  apparaît un paramètre  $\mu$  qui est la porosité de drainage ou porosité effective qui est définie comme la fraction de la porosité totale du sol qui est drainée quand la nappe se rabat. L'hypothèse plus ou moins contestée est de supposer ce paramètre constant.

La détermination de ce paramètre est le seul point qui limite l'utilisation des formules du régime non permanent.

### 3.3 Cas des sols du Gharb

Le sol sur lequel nous expérimentons se caractérise par un taux d'argile élevé (+ 50 %). Cette argile est essentiellement montmorillonitique ce qui confère au milieu des propriétés de gonflement en période humide et de retrait en période sèche. Ces propriétés modifient de façon sensible les caractéristiques hydrodynamiques du sol, en particulier celle qui caractérise sa plus ou moins grande facilité à laisser passer l'eau : la conductivité hydraulique. La variation de la conductivité hydraulique en fonction de l'humidité en période d'humectation et de ressuyage suppose le milieu non saturé. En fait le milieu est « vivant » il réagit vis-à-vis d'une excitation par une réduction des espaces libres (humectation) ou par une forte rétention de l'eau (dessèchement). Les paramètres qui caractérisent le mieux ces deux phénomènes sont la porosité de drainage et la succion (force de rétention par unité de surface et par unité de poids). La difficulté de mesure de ces deux paramètres limite l'application de certains résultats expérimentaux de laboratoire.

Il serait donc un peu hasardeux de vouloir appliquer des formulations théoriques établies dans des conditions bien particulières à un milieu dont la caractéristique principale est un continuel changement de propriétés.

Les ajustements que nous allons entreprendre de nos résultats expérimentaux à une formulation théorique devront être considérés avec beaucoup de réserves. Ils ne constituent donc qu'une approche grossière d'un phénomène complexe. Il est même probable que l'analyse du problème du drainage de ce type de sol doive partir d'une théorie plus élaborée prenant en compte :

- le fait que le milieu n'est pas saturé
- l'influence de l'air piégé
- la variation de la conductivité hydraulique et la porosité de drainage en fonction de l'humidité
- la déformabilité du milieu
- et enfin l'influence des sels dissous.

## 4 - RESULTATS DE MESURES

Le caractère épart et discontinu des résultats de mesures dont nous disposons ne nous permet pas d'entreprendre une analyse précise du phénomène. Cette analyse devrait mettre en relief la concordance ou la non concordance du phénomène réel avec les lois théoriques qui le régissent.

L'écoulement de l'eau dans les sols lourds dépend d'un très grand nombre de paramètres. Il serait illusoire de penser sur une expérimentation au champ en fixer quelques uns pour voir l'influence des autres.

Une manipulation au laboratoire pourrait répondre à cet objectif dans des conditions limitées.

Dans ce qui suit nous présentons une description qualitative et parfois quantitative du phénomène observé et mesuré.

### 4.1. Débit des drains : Débit norme, Débit critique

Après une pluie ou une irrigation, le sol voit sa teneur en eau augmenter. Le drainage ne commence qu'une fois le déficit en eau comblé, c'est-à-dire qu'une fois la capacité de rétention atteinte.

La réaction du sol est différente selon que l'excitation externe est la pluie ou l'irrigation.

En période de pluie le milieu sol est à un certain degré d'humidité proche de la capacité de rétention. Le front d'humidité qui apparaît à la suite d'une pluie évolue de haut en bas, sa propagation est très rapide dans la mesure où l'intensité de la pluie est importante. Le temps de réponse du drain dans ce cas là est court et le tarissement est très lent.

Avant l'irrigation le milieu est sec, d'importantes fissures apparaissent en surface. Le système d'irrigation étant le gravitaire, l'eau va combler en premier lieu les fissures d'où une progression du front d'humidité par le bas.

Les débits maxima mesurés au niveau des drains sont très variables en fonction de l'intensité de la pluie, de la dose d'irrigation, des cycles d'humidification précédente.

Nous avons dégagé les remarques suivantes des résultats obtenus.

1°) Les débits en période d'irrigation sont nettement plus forts que ceux enregistrés en période pluvieuse.

La dose apportée lors d'une irrigation est supérieure à l'apport d'une pluie. La dose moyen-

ne de 100 mm par rapport à une pluie de 40 mm ne suffit cependant pas à expliquer que le débit soit supérieur en période d'irrigation car une bonne partie de cet apport d'eau est perdu par ruissellement du fait d'une irrigation mal menée.

La rapidité avec laquelle se fait l'irrigation (apport important d'eau en un temps court) ne pourrait contribuer à amener le sol de l'état de fissuration à un état de gonflement total qui correspondrait à une saturation totale du sol. En fait une partie de l'eau d'irrigation est perdue par ruissellement, une partie par drainage qui apparaît dans ce cas comme une vidange de canalicules remplies d'eau. Le peu d'eau qui a pu être retenue par les particules solides ne peut ni chasser tout l'air piégé ni saturer le sol. Les courbes que nous étudierons plus loin, montrent bien la vidange brutale en début de tarissement, qui ne correspond pas au ressuyage classique d'un milieu poreux.

2°) A une dose moyenne d'irrigation de 100 mm, les drains appartenant à différents écartements réagissent différemment.

Pour les drains en PVC à écartement 20 m, le débit maximum varie entre 0,1 et 0,2 L/s. La valeur la plus courante est d'environ 0,17 L/s soit un débit critique de 0,85 L/s/ha. Les plus fortes valeurs enregistrées correspondent au drain 5 qui a un enrobage gravier. L'influence de cet enrobage existe certes, mais son efficacité est insuffisante pour justifier son emploi.

Pour les drains en poterie à écartement 20 m, l'efficacité est nettement supérieure à celle des drains en PVC. Les débits maximums oscillent autour de 0,75 L/s soit 5,75 L/s/ha.

En ce qui concerne les drains à écartement 40 et 60 m nous n'avons pas constaté de grandes différences dans les valeurs du débit.

Nous avons dans certains cas obtenu des valeurs très importantes du débit (sup. 1 L/s). Ces valeurs correspondent au cas de drainage d'un sol inondé. Ce cas présenterait des pertes

énormes d'eau dans le cas d'une irrigation par submersion. Hormis ce cas, les drains à écartement 60 m enregistrent un débit maximum d'environ 0,4 L/s soit un débit critique de 0,67 L/s/ha.

Le débit critique préconisé par le projet Sebou pour ce type de sol de 0,35 l/s/ha. (assolement semi intensif) ou 0,65 L/s/ha pour un assolement intensif.

Nous pouvons conclure que le réseau de drainage calculé avec un débit de 0,65 L/s/ha peut être valable pour des écartements allant de 40 à 70 m à condition que la durée de submersion engendrée par l'irrigation ne soit pas très longue.

Par contre dans les zones à écartement inférieur à 40 m, le réseau risque d'être non efficace s'il est calculé sur ces bases.

#### 4.2. Courbes de tarissement

Nous avons tenté d'ajuster les résultats expérimentaux du débit en fonction du temps à une loi de la forme

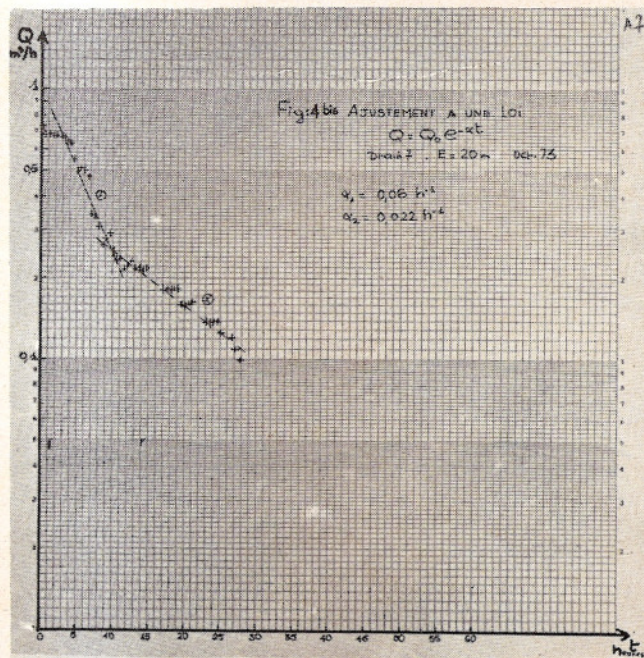
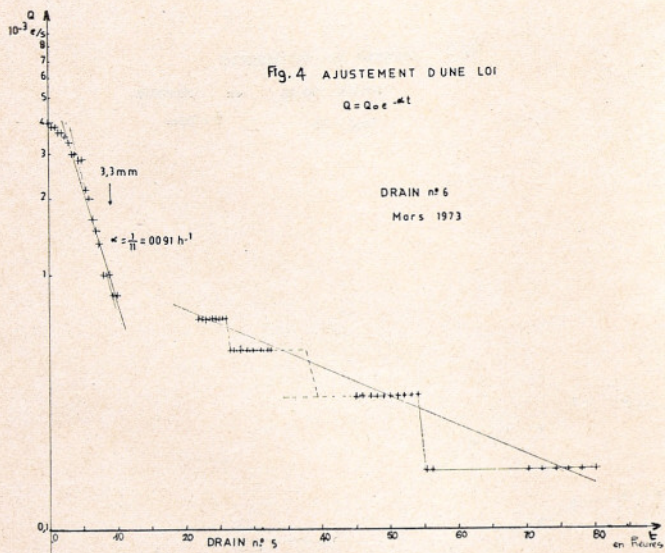
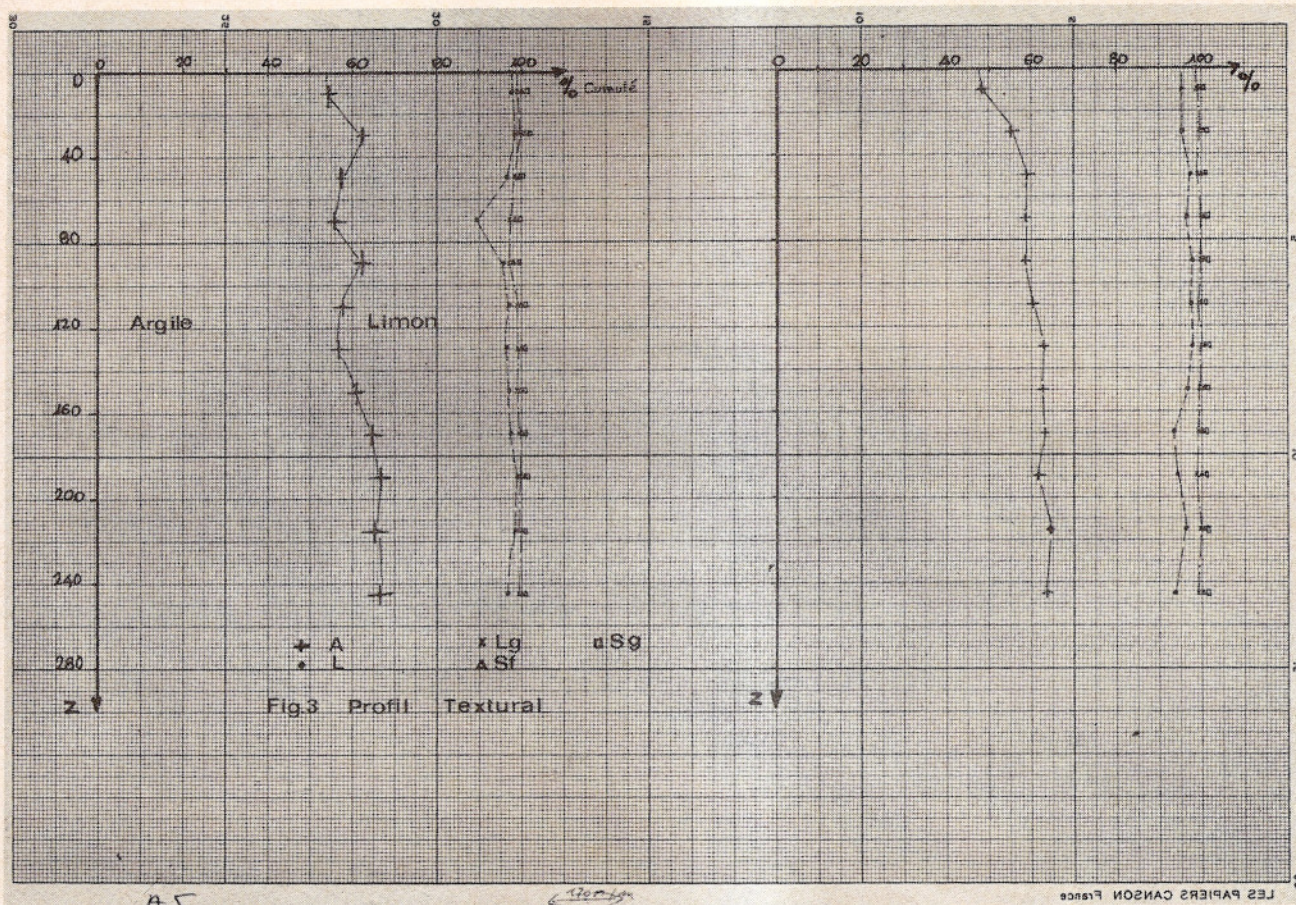
$$q = q_0 e^{-\alpha t}$$

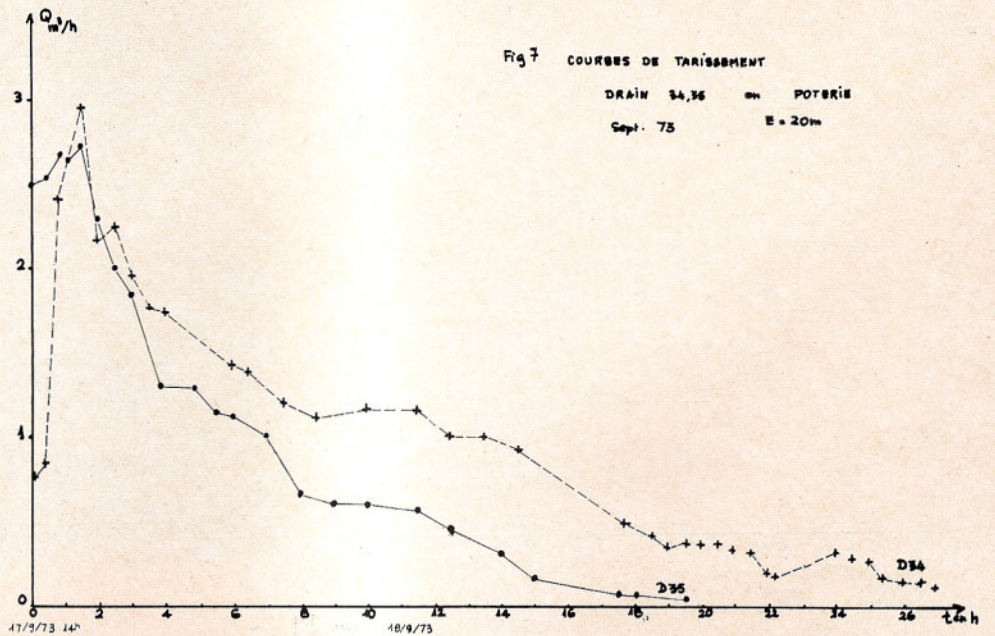
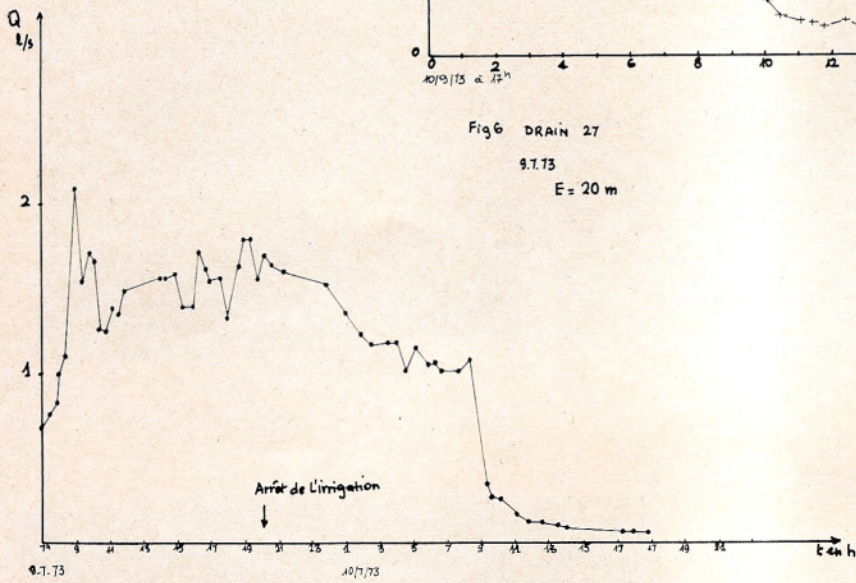
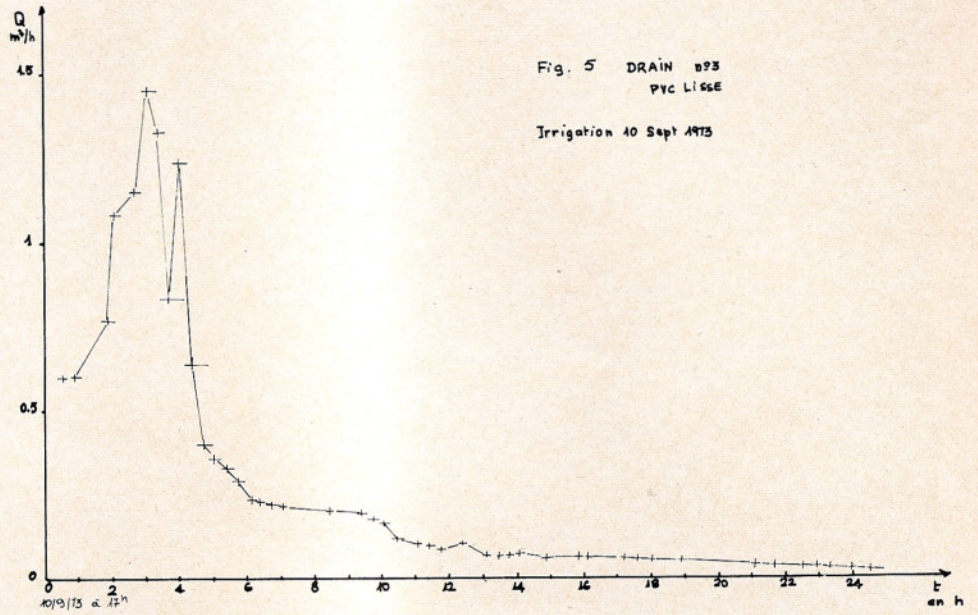
Cet ajustement a été fait à l'aide d'une calculatrice de table Hewlett-Packard et une représentation sur papier semi logarithmique.

Les valeurs des coefficients  $\alpha$ , sont représentées dans le tableau suivant.

Compte tenu de ce que nous avons dit précédemment sur le mode de tarissement, il est possible d'observer une rupture de pente qui dénote le passage d'un type d'écoulement à un autre. (Fig. 4). Le tarissement brusque doit correspondre à la vidange rapide des couches superficielles où existent d'importantes fissures, (Fig. 5-6), alors que le tarissement long correspondrait à l'écoulement dans le milieu poreux saturé proprement dit (Fig. 7).

Date	Drain	Débit max. L/s	Durée Tarissement	Coef. $\alpha$ en h <sup>-1</sup>	E m
25.5.73	D9	0.62	54 h	0.024	20 m
	D11	0.25	60 h	0.049	20 m
	D13	0.425	14 h	0.031	60 m
Octobre 73	D9	—	30 h	0.059	20 m
	D16	—	40 h	—	40 m
	—	—	11 h	0.07	40 m





L'expression du coefficient est la suivante pour différents auteurs

DUMM

$$\alpha = \frac{\pi^2 K D e}{\mu E^2} = e_1 \frac{K}{\mu}$$

GUYON

$$\alpha = \frac{4}{h} \frac{K}{\mu} \frac{D e}{E^2} = e_2 \frac{K}{\mu}$$

h coefficient de forme

$$\begin{aligned} h &= 0,45 & \text{si } D \ll h \\ h &= 0,42 & \text{si } D \ll h \end{aligned}$$

HAMMAD

$$\alpha = \frac{2 \pi K}{\mu E \ln \left( \frac{2E}{\pi d} \right)} = e_3 \frac{K}{\mu} \quad \text{si } D/E < 1/4$$

$$\alpha = \frac{2 \pi K}{\mu E \ln \left( \frac{E^2}{\pi^2 D} \right)} = e_4 \frac{K}{\mu} \quad \text{si } D/E \gg 1/4$$

Pour chaque écartement on a les expressions suivantes de

E	DUMM	GUYON	HAMMAD
20 m	0.0358 k/μ	0.0345 k/μ	0.0583 k/μ
40 m	0.0158 k/μ	0.0152 k/μ	0.05433 k/μ
60 m	0.0086 k/μ	0.0083 k/μ	0.0283 k/μ

Les formules de DUMM et de GUYON donnent à la troisième décimale près les mêmes résultats. Nous nous contenterons donc dans la suite de la seule formule de GUYON.

La porosité de drainage pour les sols argileux à texture fine est généralement comprise entre 0.5 et 3.5 %.

La perméabilité K a été mesurée par la méthode du trou de tarière.

Les valeurs du coefficient α qui seraient calculées par les deux formules retenues sont donc :

GUYON

-1  
Valeurs du coefficient α en h

Km/j	μ %		1.5	2	2,5	3
	Em					
0.6	20		0.0575	0.043	0.035	0.029
0.15	40		0.00633	0.00475	0.0038	0.0032
0.15	60		0.0034	0.0025	0.002	0.001175

HAMMAD

-1  
Valeurs du coefficient α en h

Km/j	μ %		1.5	2	2.5	3
	Em					
0.6	20		0.097	0.073	0.058	0.048
0.15	40		0.023	0.017	0.0136	0.0113
0.15	60		0.0118	0.0088	0.007	0.006

Les résultats expérimentaux ne montrent aucune différence significative entre les valeurs des coefficients de tarissement des drains appartenant à différents écartements. Les différences proviendront d'une hétérogénéité de fissures, de conditions d'écoulement ou peut être même de texture.

Les valeurs calculées de  $\alpha$  par la formule de GUYON concordent avec les résultats expérimentaux seulement pour les faibles écarte-

ments (20 m). Alors que pour les grands écartements elles s'en écartent nettement.

Les valeurs trouvées par la formule de HAMMAD peuvent couvrir tout le champ des valeurs expérimentales si le tableau est complété pour d'autres valeurs de K et de  $\mu$ .

On pourrait raisonner autrement en calculant les valeurs de  $K/\mu$  obtenu par les deux formules à partir des résultats expérimentaux et en déduire la valeur K pour différentes valeurs de  $\mu$ .

		K m/j									
		GUYON					HAMMAD				
$\mu\%$	DRAIN	1.5	2	2.5	3	3.5	1.5	2	2.5	3	3.5
	D9	0.25	0.33	0.42	0.5	0.59	0.14	0.19	0.24	0.29	0.33
	D11	0.5	0.67	0.84	1.0	1.17	0.36	0.43	0.54	0.64	0.76
	D9	0.6	0.8	—	—	—	0.36	0.48	0.6	0.72	—
	D16	1.06	1.42	—	—	—	0.3	0.4	0.5	0.6	—
	D15	1.65	—	—	—	—	0.47	0.62	0.78	0.93	—
	D13	1.33	1.77	—	—	—	0.39	0.52	0.65	0.78	—
	D13	0.34	0.46	0.57	—	—	0.1	0.13	0.17	0.2	0.23

La formule de HAMMAD donne des valeurs de K qui concordent avec les valeurs de  $\mu$  généralement admises.

Ces résultats doivent être interprétés intimement avec le rabattement de la nappe.

#### 4.3. Rabattement de la nappe

Nous avons disposé géométriquement les tubes piézométriques sur chaque zone à écartement défini de façon que l'on puisse dessiner les profils piézométriques perpendiculairement l'un à l'autre.

Ces piézomètres ont été mis en place à différentes distances du drain pour chaque écartement (fig. 1.).

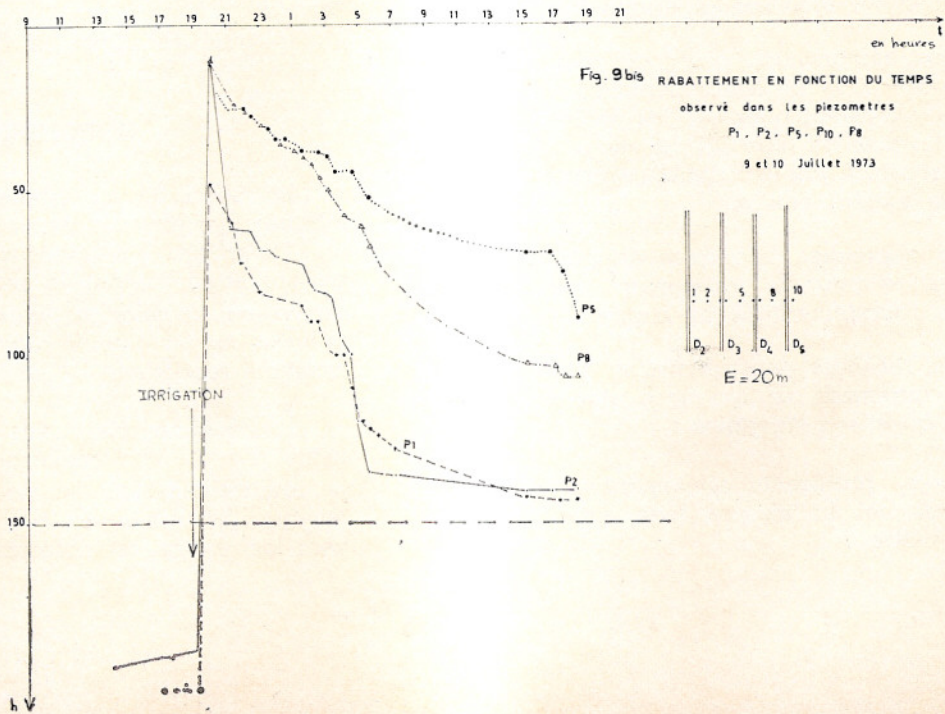
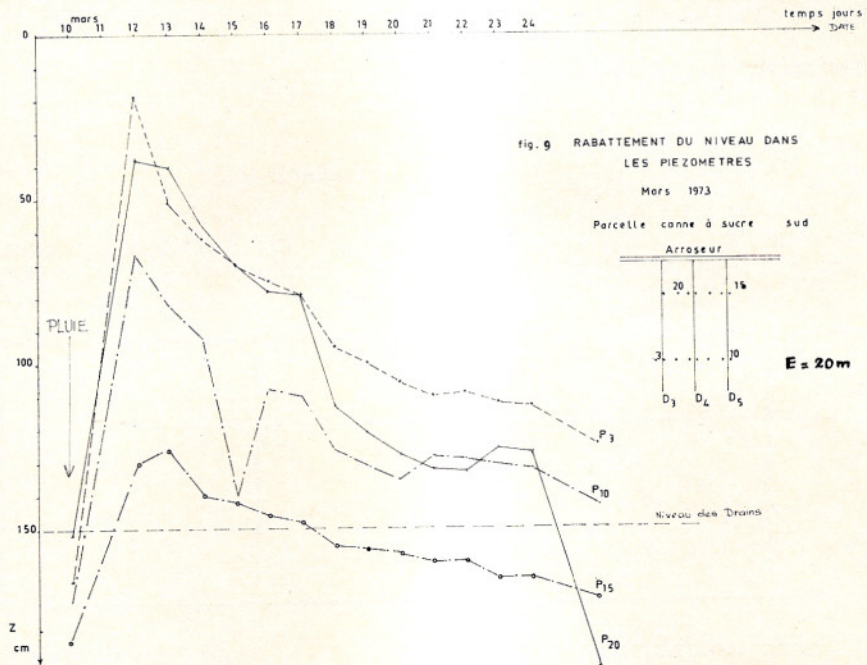
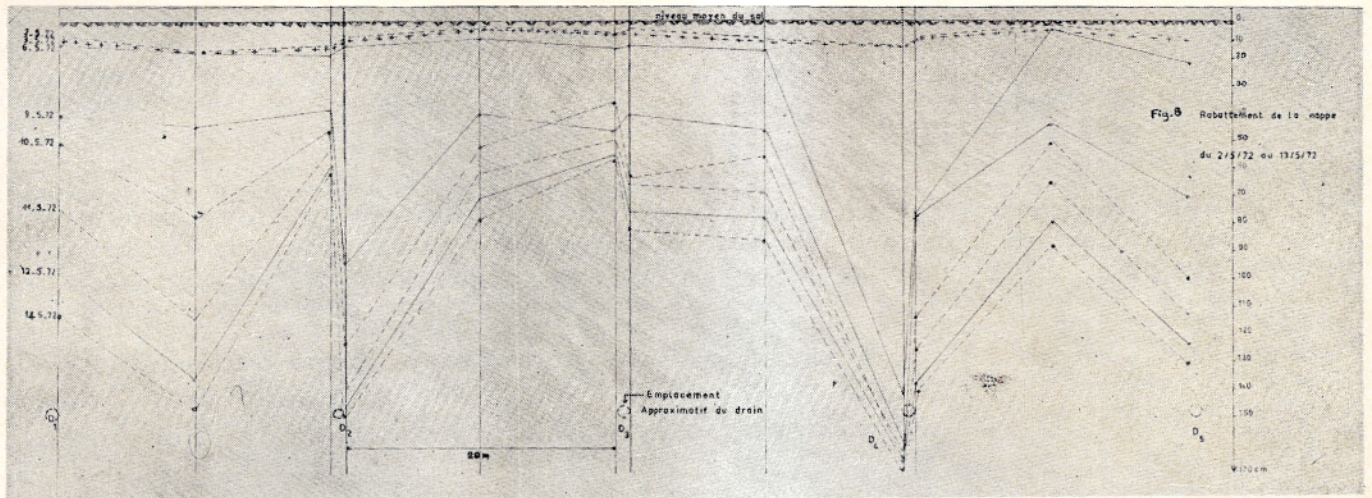
##### 4.3.1. Profils piézométriques

La mesure du niveau de la nappe a subi les mêmes perturbations que celles du débit. Les mesures n'ont commencé à être continues qu'à partir de Janvier 1974.

Pour connaître exactement le processus d'infiltration et afin surtout de pouvoir lier la mesure de la charge à celle du débit, nous avons adopté le principe d'observation très rapprochées (toutes les 3 heures) pour les piézomètres dominant les drains dont on mesure le débit et tous les 2 jours pour les autres).

Les quelques profils piézométriques que nous avons pu tracer montrent un effet très localisé des drains sur le rabattement de la nappe phréatique en raison de la faible perméabilité du sol (fig. 8). Par ailleurs, suivant les mois pris en considération, la courbe de rabattement de la nappe entre deux drains ne s'approche pas du tout de l'ellipse et ceci principalement les raisons suivantes :

- perméabilité trop faible
- vitesse de filtration trop réduite
- hypothèse de Darcy non vérifiée
- effet non négligeable de l'évapotranspiration.



On remarque en période de sécheresse, une influence prépondérante de l'évapotranspiration sur la vitesse de rabattement de la nappe (comparer profil au mois de mars et Juillet).

Ces « profils en longs piézométriques » devraient être analysés corrélativement avec les mesures climatologiques observées pendant la même période et l'état de développement de la plante cultivée. Ceux-ci nous renseignent sur la capacité d'absorption de l'eau de pluie, de même que sur le temps nécessaire pour éliminer l'eau superficielle.

Nous avons représenté sur la figure suivante les profils observés du 1 Mai 1972. La vitesse de rabattement est d'environ 10 cm/j.

#### 4.3.2. Observation du rabattement dans les piézomètres

Juste après une pluie ou une irrigation, on observe une montée rapide du niveau dans les piézomètres et tout de suite après le rabattement commence (fig. 9).

Les courbes  $h(t)$  de rabattement ne pré-

sentent pas de chute brusque du niveau, ni d'abaissement très lent comme nous l'avons vu sur les courbes de tarissement des drains.

Sur la figure 10, nous avons représenté en même temps que les courbes de rabattement du niveau de la nappe observé sur les piézomètres dominant le drain 6, la courbe de débit correspondante. Il apparaît ainsi qu'il existe une corrélation directe entre le débit du drain et le niveau de la nappe.

Ces courbes de rabattement peuvent s'ajuster à une loi exponentielle de la forme.

$$ht = h_0 e^{-\alpha t}$$

Pour les expressions des deux auteurs dont l'étude comparative des formules est entreprise on a :

$$\text{GUYON : } \log_{10} \frac{ht}{h_0} = - \frac{4KDe t}{2,3\mu NE^2}$$

$$\text{HAMMAD } \log_{10} \frac{ht}{h_0} = - \beta t$$

On a retenu les valeurs de  $K/\mu$  suivantes calculées pour  $\mu = 2 \%$ .

E m	$K/\mu$ m/j	De m	$\alpha$ <sup>-1</sup> h	$\beta$ <sup>-1</sup> h
20	30	1.62	0.0187	0.032
40	7,5	2.82	0.002	0.0074
60	7,5	3.69	0.0011	0.0038

Sur papier semi logarithmique nous avons représenté les droites correspondant à ces écartements et les résultats expérimentaux (Fig. 11).

Nous remarquons que pour les piézomètres placés dans les écartements 20 et 60 m, les mesures s'ajustent bien sur les droites obtenues par la formule de GUYON. Le mode de rabattement préconisé par HAMMAD s'écarte bien des résultats expérimentaux.

Les approches théoriques donnent un même coefficient  $\alpha$  pour le tarissement des drains et pour le rabattement de la nappe.

Nos résultats expérimentaux montrent qu'il en est autrement, ce qui nous amène à se poser les questions suivantes :

— que représente réellement dans ce type de sol la mesure faite dans un piézomètre ?

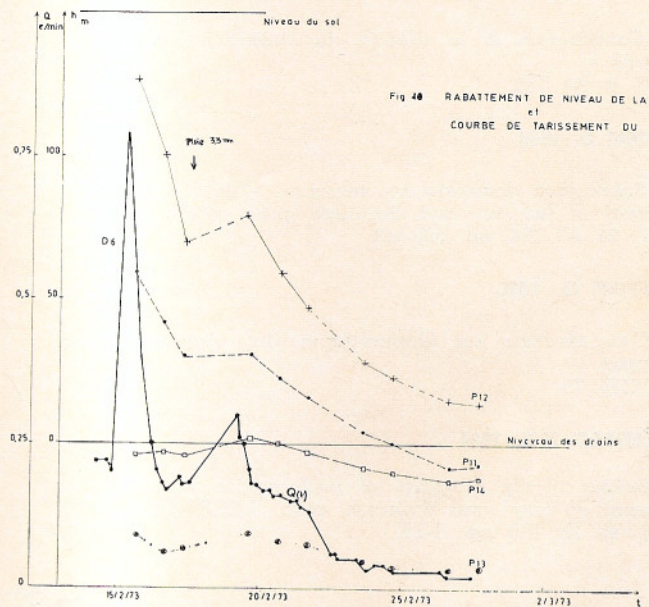
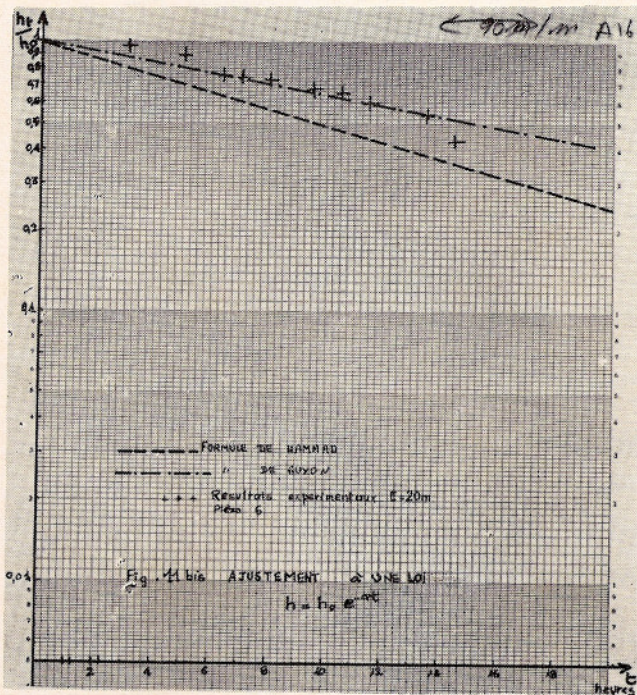
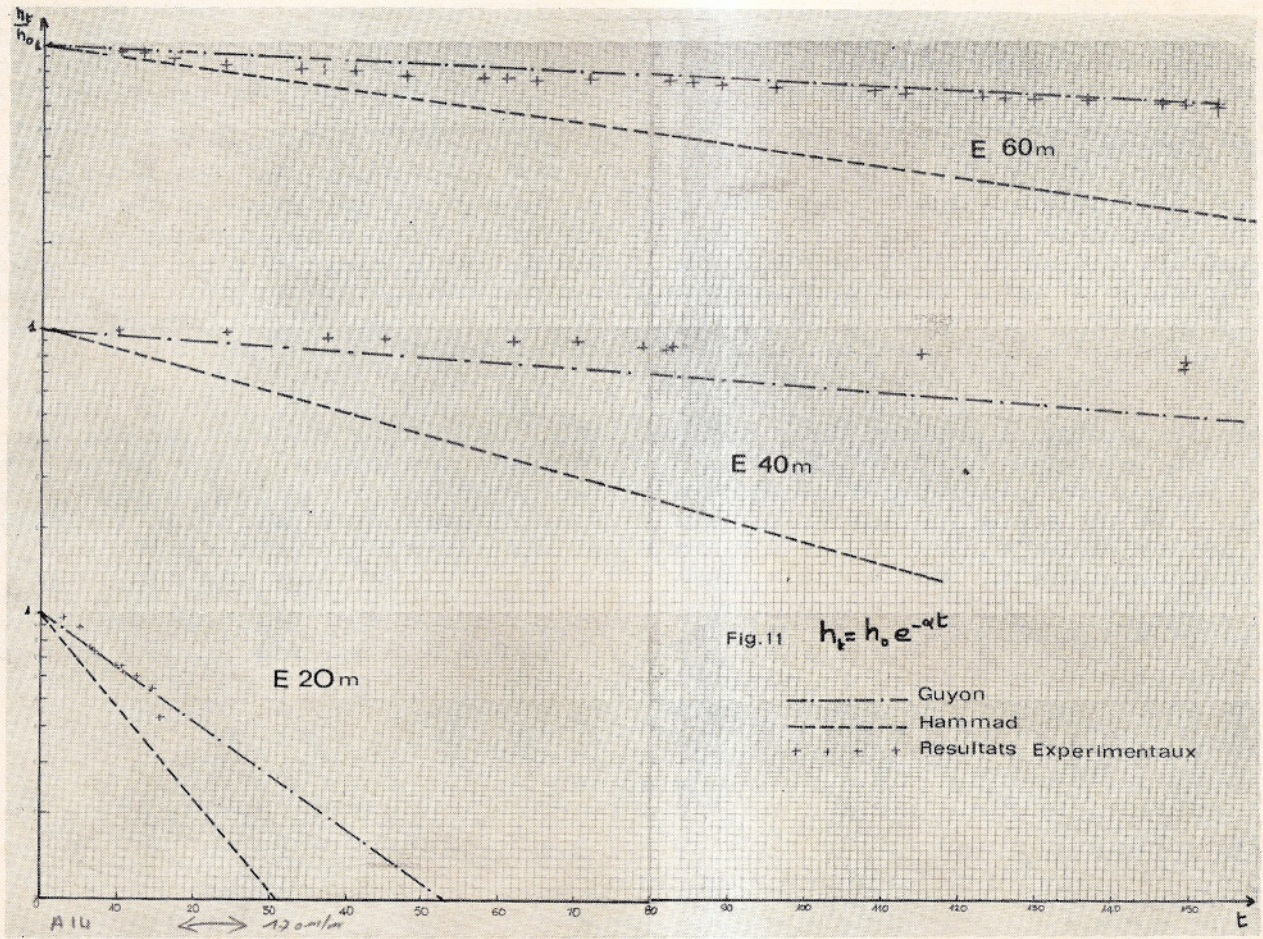
— quel type de relation existe-t-il entre le débit et le niveau de la nappe ?

— quel est donc la nature de l'écoulement ?

### CONCLUSIONS

La nécessité du drainage n'est plus à démontrer. En effet après une pluie suffisante ou une irrigation, il s'établit dans le sol une nappe qui engorge tout le profil cultural. Cet engorgement a selon sa durée des conséquences néfastes sur la culture qui se traduisent par un mauvais rendement.

La réaction des drains à une excitation externe due à une pluie ou une irrigation est immédiate une fois le déficit hydrique du sol comblé. Seulement la nature de l'écoulement vers les drains est différente selon le cas :



— A la suite d'une irrigation nous avons essentiellement un écoulement de fissures. A ce sujet nous attirons l'attention sur les pertes énormes que peut engendrer un drainage dans le cas où on entreprend l'irrigation avec un fort débit d'attaque.

— A la suite d'une pluie, la progression du front d'humidité se fait de haut en bas et d'une manière progressive. L'argile constitutive du sol gonfle, les fissures se ferment et nous avons un écoulement en milieu poreux régi par la loi de Darcy. La microporosité étant très faible, il suffit d'une légère pluie pour la combler d'où une réponse rapide du drain. Les débits demeurent néanmoins nettement plus faibles que ceux enregistrés en période d'irrigation.

Ces deux types d'écoulement engendrent deux types de courbes de tarissement (débit en fonction du temps). La chute du débit est brusque dans le cas de l'irrigation et le tarissement est court. En période pluvieuse la chute est lente et le tarissement dure très longtemps.

Par contre en ce qui concerne le rabattement de la nappe nous n'avons pas observé

de grandes différences. La vitesse de rabattement varierait entre 10 et 25 cm/j. Une contribution assez importante de l'évapotranspiration en période d'été à ce rabattement n'est pas à négliger.

Les mesures des débits drainés et des rabattements de nappe correspondants ne permettent de tirer aucune conclusion sur l'efficacité de tel écartement par rapport à tel autre. Les cultures faites sur les zones à écartement 60 ou 40 m ne semblent pas plus affectées que celles des écartements 20 m.

Les observations de profils de salinité à différentes périodes après une irrigation montrent une nette efficacité des drains du point de vue du lessivage des sels. A partir du niveau 150 cm (niveau des drains), le taux de salinité augmente très rapidement.

Nous nous sommes bornés donc uniquement à une analyse qualitative des observations faites. Nous espérons quantifier nos résultats une fois que nous aurons dépouillé les mesures faites récemment.

#### BIBLIOGRAPHIE

**AMER H. - SAFWAT Y. 1972**

« Graphical solution of Amer and Luthin's spacing equation for tile drains »  
Bulletin de l'ICID Janvier.

**BULLETIN TECHNIQUE D'INFORMATION - SEPT. OCT. 1972**

« Assainissement et drainage »  
Ministère de l'Agriculture N° 27-274

**CROS P. - 1971**

« Contribution à la théorie du drainage des sols lourds »  
BTG R N° 110.

**DUMM D. 1968**

« Subsurface drainage by transient - flow theory »  
Journal of the irr. and drainage proc. ASCE  
Vol. 94 N° IR4 pp. 505-519.

**GUYON G. 1966**

« Considération sur l'hydraulique du drainage des nappes »  
B.T.C.R. 79

**HAMMAD H.Y. 1964**

« Design of tile drainage of arid regions »  
Journal of irrig. and drainage proc. ASCE  
Vol. 90 N° IR3 pp. 1-15.

**LABYE Y. 1960**

« Note sur la formule de Hooghoudt »  
BTGR N° 49

**LUTHIN J.N. 1957**

« Drainage of agricultural land »  
American Society of Agronomy, Madison Wis.  
pp. 104-106.

**LEVESQUE M. ET H.A. HAMILTON - 1967**

« L'efficacité d'un système de drainage souterrain avec remplissage poreux dans un sol argileux de DAPUS-KASING »  
Canadian Journal Soil Science Vol. 47 N° 36.

**PROJET SEBOU**

« Etude du drainage et de la salinité »  
Fascicule 7-1 Rapport de synthèse - 1968

**PROJET SEBOU**

« Etude du drainage et de salinité »  
Fascicule 7-6 Normes et méthodes de calcul du projet de drainage.

**SINE L. et S. GASPARD - 1968**

« Théorie du drainage. Comparaison entre régime permanent et régime variable »  
Pédologie, XVIII, pp. 5-23 Grand.

**VAN HOORN J.W.**

« Principes fondamentaux du drainage des terres »  
Institut voor cultuurtechniek en water hinshouding-Netherlands.

# Intéret de la connaissance des courbes de réponse à l'eau des cultures dans le dimensionnement des projets d'irrigation

M. NOUDEU (1)

L'évaluation des besoins en eau des plantes en vue de l'irrigation est essentielle dans l'établissement d'un bilan « ressources-emplois » en eau par bassin hydrologique afin d'assurer une répétition judicieuse des besoins concurrents exprimés par les différents agents économiques.

La nature et l'évolution de la demande sont différentes selon les utilisateurs. L'alimentation en eau potable des centres urbains est une consommation définitive de la ressource qui exige, de même que la demande en eau industrielle, une garantie de satisfaction à tous les instants, mais cette dernière peut être réintégrée dans les ressources du bilan dans la mesure où celle-ci n'est pas polluée pour les utilisateurs aval. L'utilisateur agricole bénéficie d'un volant régulateur naturel de la demande (la capacité de rétention des sols) mais son évaluation est bien plus aléatoire du fait de la difficulté de définir l'ensemble des lois régissant l'alimentation en eau des plantes et bien plus encore d'estimer avec suffisamment de réalisme le comportement des agriculteurs irrigants. L'utilisation à des fins énergétiques dépend de la priorité accordée à chacune des parties prenantes du système hydrologique régularisé. La production énergétique envisagée en particulier comme sous-produit d'un système est sans effet sur le bilan « ressources-emplois » d'utilisation des eaux (sauf en cas d'utilisation pour refroidissement des

centrales nucléaires où le problème de la température des eaux pourrait être évalué comme une nuisance).

Les calculs sommaires présentés ici sont tirés de l'étude du Schéma Directeur Hydraulique de l'OU M ER R'BIA.

## L'ÉVALUATION DES DEMANDES POTENTIELLES

### — Eau potable et industrielle

L'évaluation se fait à partir de projection de la demande en partant des hypothèses de croissance jugées normales en matière d'urbanisation (CASABLANCA) et de multiplication des industries (CASABLANCA - Complexes chimiques liés au développement des Phosphates). Cette évaluation est faite par l'organisme de tutelle l'ONEP (Office National des Eaux Potables). Cette demande est évaluée à 464 m<sup>3</sup> pour l'an 2000. Au delà de cette date d'autres ressources devront être mobilisées (dessalement de l'eau de mer, pompages profonds...). L'apport moyen annuel au barrage aval est évalué à 3.700 m<sup>3</sup>.

### — Eau agricole

Au stade initial, la taille des barrages à réaliser était une des inconnues de l'étude. L'évolution des cours mondiaux (pétrole, denrées agricoles) a conduit le Gouvernement Marocain à envisager un grand barrage afin de ne pas

(1) Ingénieur SCET.

geler le site le plus favorable qui permet de retenir 2.850 Mm<sup>3</sup>. Dès lors le problème économique a été de déterminer la taille à donner aux extensions des grands périmètres hydroagricoles.

### — Eau énergétique

Les demandes en eau urbaine et agricole étant connues, la demande en eau énergétique est simplement évaluée par l'ensemble des déversés du système régularisé, la taille du second barrage prévu étant déterminée au regard du critère énergétique.

### LA TAILLE DES PERIMETRES AGRICOLES - INTENSIFICATION - EXTENSIFICATION

Avec un volume d'eau régularisé connu, le dimensionnement optimum des extensions des surfaces irriguées dépend principalement, en dehors de limitations pédologiques naturelles :

- \* de la combinaison retenue pour les cultures (assolements) et le besoin en eau à l'hectare de l'assolement. Dans le cas de l'aspersion, cette variable ne peut être discrète (nombre d'asperseurs, dose unitaire, tour d'eau...) ce qui complique quelque peu les calculs,
- \* du déficit admissible (les calculs montrent dans le cas étudié que l'optimum se situe aux environs d'un déficit global de 3 %),
- \* des besoins unitaires des différentes cultures et du mode d'évaluation de ces besoins,
- \* du rythme d'équipement des périmètres (5.000 ha/an pour les DOUKKALA),
- \* de l'allure de la courbe de croissance de la valeur ajoutée additionnelle,
- \* du taux d'actualisation (10 % pour le projet),
- \* du coût de l'eau au pied de barrage, du coût des différents types d'adduction primaire envisagés, des vecteurs, des prix des intrants et prix des productions, du coût de l'équipement à l'hectare.

Ces variables n'ont pas toutes le même rôle et une première itération a permis de définir un choix optimum de combinaisons de cultures tenant compte des structures agraires (disponibilité en main d'œuvre), du rapport des prix des intrants et des produits, du coût de l'eau et du

coût de l'équipement. Une telle recherche par programmation linéaire a permis en particulier de montrer qu'il pouvait y avoir incompatibilité entre optimum individuel et optimum collectif lorsque la tarification de l'eau était trop subventionnée au producteur. Elle a également permis de connaître la limite admissible de l'extensification, c'est-à-dire de l'utilité d'accroître les surfaces irriguées par recherche d'assolements moins consommateurs.

Le coût de l'équipement unitaire joue un rôle prépondérant dans cette limitation, l'optimum économique résultant d'une combinaison de la meilleure valorisation des intrants eau d'irrigation bien sûr mais également équipements, imputs... L'autre point d'attention en dehors de la meilleure combinaison des intrants était de connaître l'influence des courbes de réponses à l'eau des différentes cultures envisagées et éventuellement en déduire la dotation unitaire optimum. C'est ce point particulier qui est exposé ci-après.

### INTERET DE LA DIMINUTION DES DOSES D'IRRIGATION

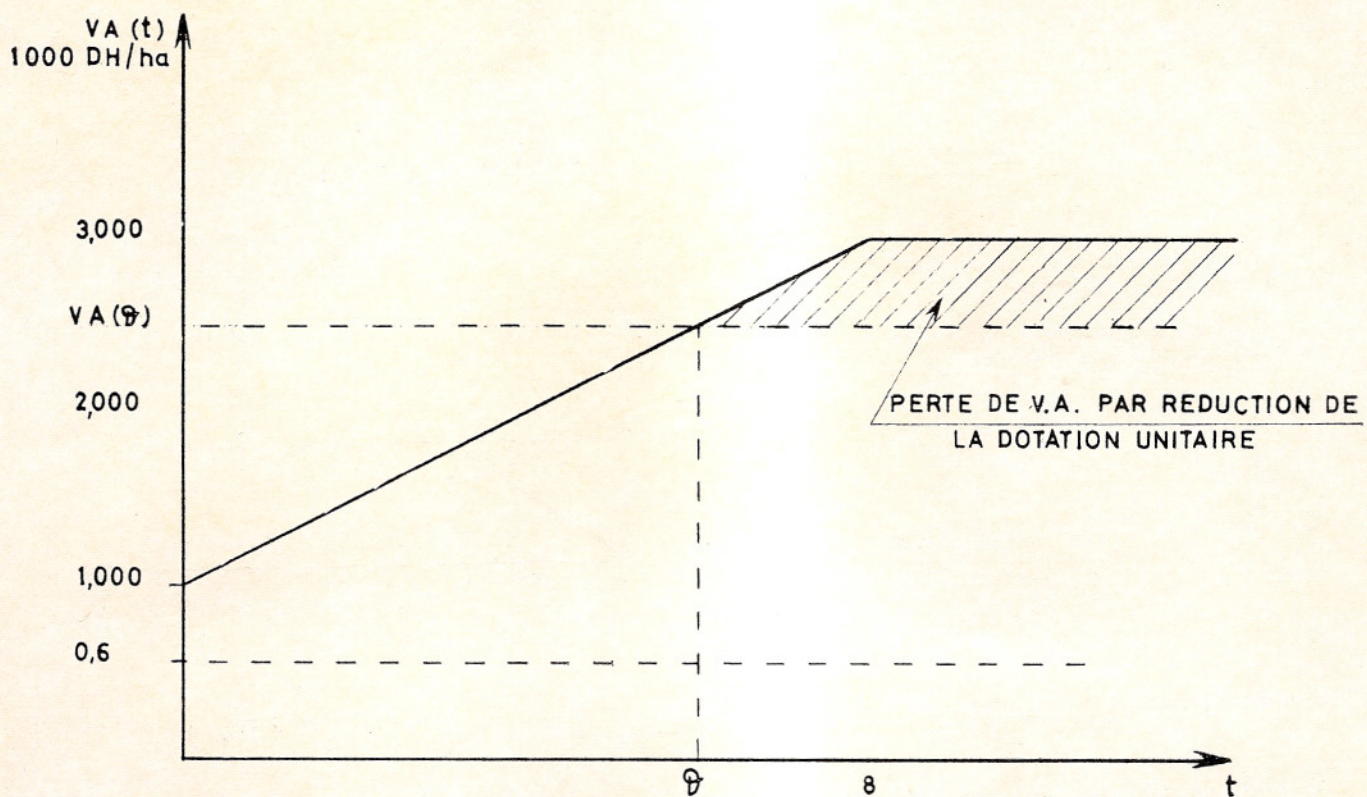
Dans le cas étudié, le volume régularisé disponible pour l'agriculture est une contrainte et le coût de l'adduction primaire ramené à l'hectare reste constant. Le problème se pose alors ainsi dans une formulation mathématique simplifiée.

La valeur ajoutée à l'hectare est une fonction linéairement croissante et bornée de la date de démarrage de l'irrigation. La valeur plafond est une fonction de la dotation unitaire allouée. Deux cas ont été envisagés pour les allures classiques mais inconnues précisément de courbes de réponse à l'eau des plantes ; une réduction de dotation en eau de 20 % entraînant dans le premier cas une chute de valeur ajoutée de 10 %, de 5 % seulement dans un cas plus favorable (confer. planche 1). Les deux courbes choisies sont des paraboles.

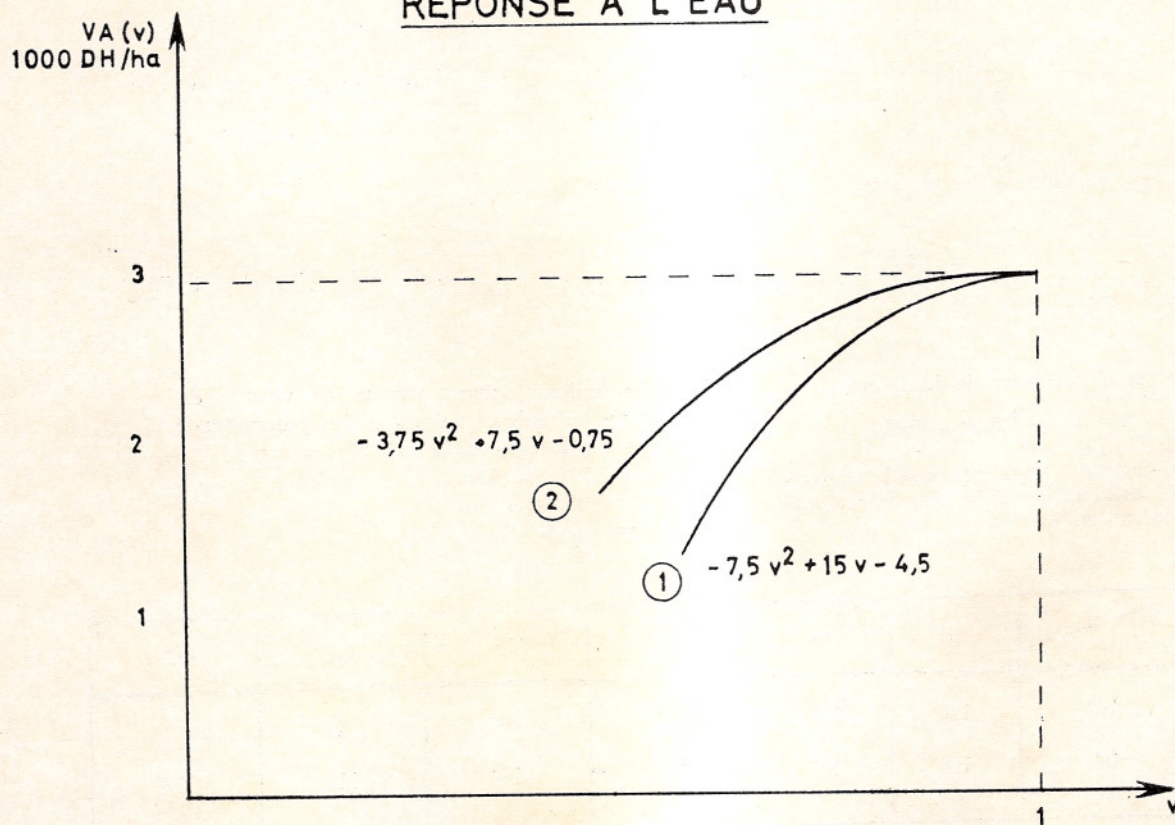
Le calcul du bénéfice économique actualisé s'écrit alors (les calculs sont faits en temps continu,  $j$  étant le taux d'actualisation en continu relié à  $i$  par  $e^j = 1 + i$ )

$$\bar{B} = \bar{S} \left( \frac{\overline{VA}}{\text{ha}} - \frac{\overline{\text{Equipement}}}{\text{ha}} \right)$$

# CROISSANCE DE LA VALEUR AJOUTEE EN FONCTION DU TEMPS



## REPONSE A L'EAU



On admet les valeurs numériques approchées suivantes afin de réduire le nombre de paramètres de l'expression du bilan :

- Valeur ajoutée optimale sans réduction : 3000 DH/ha

- Valeur ajoutée en culture sèche - réf. : 600 DH/ha
- Coût de l'Équipement à la parcelle par hectare : 10.000 DH/ha

On montre que : 
$$(VA - E) = \frac{1}{j} + \frac{1}{4j^2} (1 - e^{-j\Theta}) - \frac{0,6}{j} = 10 \quad \text{en 1000 DH}$$

sachant que 
$$VA(t) = 1 + \frac{t}{4} \quad \text{soit } \Theta = 4(VA - 1)$$

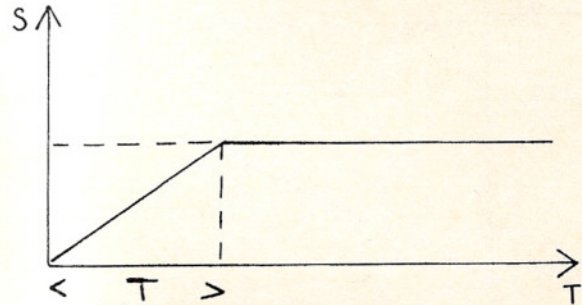
$\Theta$  étant la date où la valeur de VA maximale est atteinte (inconnue ici)

Le rythme d'équipement des surfaces irriguées est par ailleurs défini par  $\sigma$  :

$$\sigma = \frac{S}{T}$$

par ailleurs

$$S = \frac{V_0}{v} \quad \begin{array}{l} V_0 \text{ volume régularisé disponible net} \\ v \text{ dotation unitaire à l'assolement} \end{array}$$



La surface actualisée s'écrit ainsi : 
$$\bar{S} = \frac{1 - e^{-jT}}{jT} S = \frac{\sigma}{j} (1 - e^{-j \frac{V_0}{\sigma v}})$$

$\bar{B}$  s'écrit en définitive dans cette formulation à lois de croissances simplifiées :

$$\bar{B}_1 = \frac{\sigma}{j^2} (1 - e^{-j \frac{V_0}{\sigma v}}) \left[ -0,6 + \frac{1}{4j} (1 - e^{-4j(7,5v^2 - 15v + 5,5)}) \right]$$

Pour une loi de réponse de la forme :  $VA = -7,5v^2 + 15v - 4,5$  et

$$\bar{B}_2 = \frac{\sigma}{j^2} (1 - e^{-j \frac{V_0}{\sigma v}}) \left[ -0,6 + \frac{1}{4j} (1 - e^{-4j(3,75v^2 - 7,5v + 1,75)}) \right]$$

Pour une loi de réponse de la forme :

$$AV = -3,75v^2 + 7,5v - 0,75$$

le calcul numérique, plus aisé que la dérivation, permet de connaître l'allure des variations de  $\bar{B}$  en fonction de  $v$ .

- Le tableau suivant résume les valeurs de  $\bar{B}$  pour les valeurs suivantes des paramètres :
- $V_0 = 200$  millions de m<sup>3</sup>
  - $\sigma = 5.000$  ha/an
  - $v = 10.000$  m<sup>3</sup>/ha
  - $j = 10\%$

$v \backslash B$	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
B1	128	132	130	91	21	
B2	128	136	142	134	115	74

Le graphique de la planche 2 ci-après montre l'importance des courbes de réponse à l'eau des plantes. Ainsi ces courbes montrent que dans le cas n° 1 (20 % de déficit en eau entraînant 10 % de chute de valeur ajoutée) on obtient le même résultat avec une dotation de 80 % qu'avec 100 % mais on fait 20 % de superficies irriguées en plus, ce qui permet d'améliorer le revenu de 1.000 familles supplémentaires (4 ha par famille) ; l'optimum économique s'établit à une dotation de 85 %. Dans le cas n° 2 (20 % de déficit en eau n'entraînant que 5 % de chute de valeur ajoutée) on obtient le même résultat avec une dotation de 66 % qu'avec 100 % mais on fait alors 34 % de superficies supplémentaires et on améliore le revenu de 1.700 familles; l'optimum économique serait une dotation de 76 %.

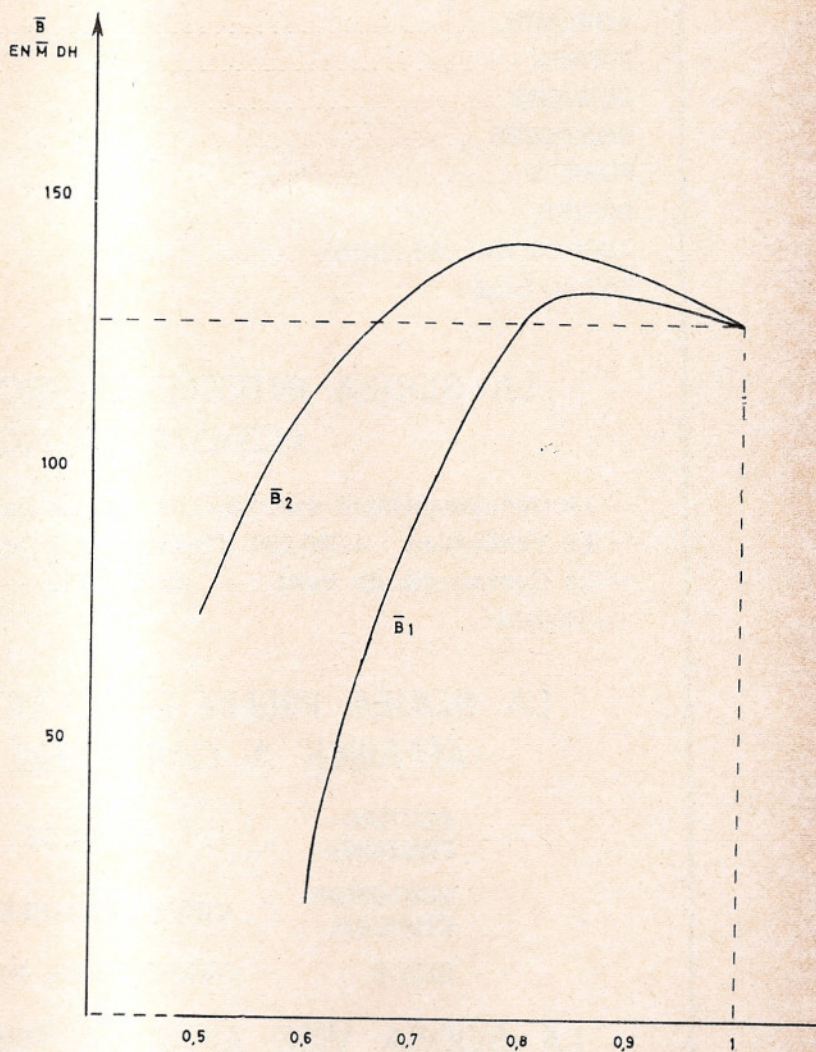
culs avec l'élément le plus satisfaisant pour calculer l'évapotranspiration potentielle. L'expérimentation s'établissant peu à peu, la possibilité d'augmenter les surfaces apparaîtra d'elle-même à terme lors des dernières surfaces à mettre en œuvre, mais il semble actuellement difficile de conseiller leur extension sur la base de calculs dont la fiabilité est très relative.

### CONCLUSIONS ET LIMITATIONS D'INTERET DU CALCUL

Pour les deux courbes de réponse à l'eau envisagées, l'optimum économique est en deçà de l'allocation optimale technique des cultures. Il se situe aux alentours de 80 % de la dose.

Cette observation pourrait permettre d'envisager dans la plupart des cas une augmentation des superficies irriguées d'environ 20 % et ainsi de toucher un plus grand nombre d'agriculteurs. Il est cependant difficile de recommander une diminution de la dose unitaire du fait même de la connaissance très superficielle de l'optimum technique. En effet, les doses calculées sont estimées par la formule de BLANEY-CRIDLE sans qu'aucune relation soit actuellement établie entre ETM et ETP pour les régions considérées du projet. Ainsi si l'ETP calculée est supérieure à l'ETM, la perte par rapport à l'optimum sera encore plus élevée (pente descendante au delà de 100 % de dotation) mais au contraire si l'ETP est inférieure à l'ETM, on se situe déjà dans la zone voisine de l'optimum et toute réduction supplémentaire risque d'entraîner une forte baisse de rentabilité, le bénéfice chutant très rapidement avant l'optimum. En dehors de toute information qui reste à rechercher par de nombreux essais, il semble difficile de conseiller une réduction de dotation du fait de la grande sensibilité du bénéfice avant la zone optimum à toute variation de la dotation. La prudence veut donc que l'on conduise les cal-

VARIATION DE  $\bar{B}$  EN FONCTION DE LA DOTATION



# LA CONCEPTION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT DES COMMUNES RURALES AU MAROC

LOIC LEMOINE (1)

## INTRODUCTION

Le nombre de réseaux d'assainissement des agglomérations rurales projetés et construits au Maroc va en s'accroissant rapidement.

Cependant les projeteurs n'ont à leur disposition que des critères de choix inadaptés lorsqu'il s'agit de définir le mode d'assainissement (Unitaire ou Séparatif) et des méthodes de calcul inadéquates lorsqu'il s'agit d'évaluer les quantités d'eau pluviales à évacuer.

Il en résulte soit un investissement excessif ou même parfois inutile soit une fréquence de débordement des égoûts bien supérieure à celle prévue.

## LA SITUATION ACTUELLE, LES METHODES DE CALCUL ET LEURS INSUFFISANCES

### I - LES DOCUMENTS

A) La C.G. 1333 du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme Français (établie en 1949 en France) reste le document le plus connu et le plus utilisé par les Services du Ministère de l'Agriculture Marocain. Cette circulaire offre

#### Deux gros avantages :

- Elle répond avec précision à tous les problèmes posés par la conception des réseaux.
- Elle propose sous forme d'abaque éparpillant tout calcul une formule d'évaluation des apports d'eaux pluviales (formule Parisienne de M. CAQUOT).

**Un inconvénient :** Elle a un inconvénient majeure, et, à notre avis, rédhibitoire :

- Elle a été conçue pour la France et surtout pour la région Parisienne.

B) Les documents techniques publiés en 1955 par la Direction des Travaux publics du Maroc, nous en connaissons trois :

- Le devis général pour les travaux d'assainissement
- La note sur l'exécution des travaux d'assainissement
- Les recommandations techniques relatives à l'établissement des Projets d'assainissement des villes et centres.

Les deux premiers documents donnent des instructions technologiques concernant la conception des réseaux (C.P.C.).

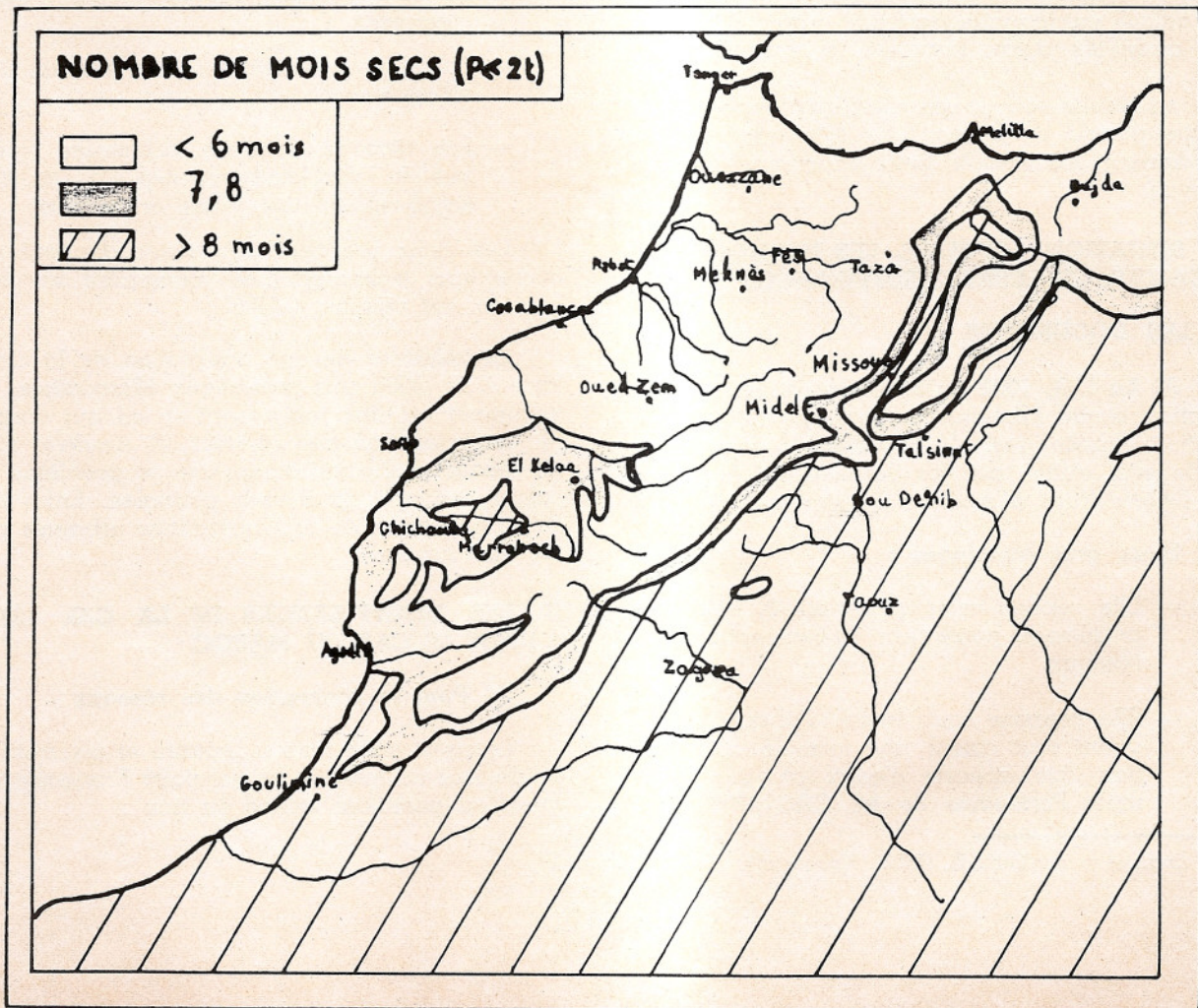
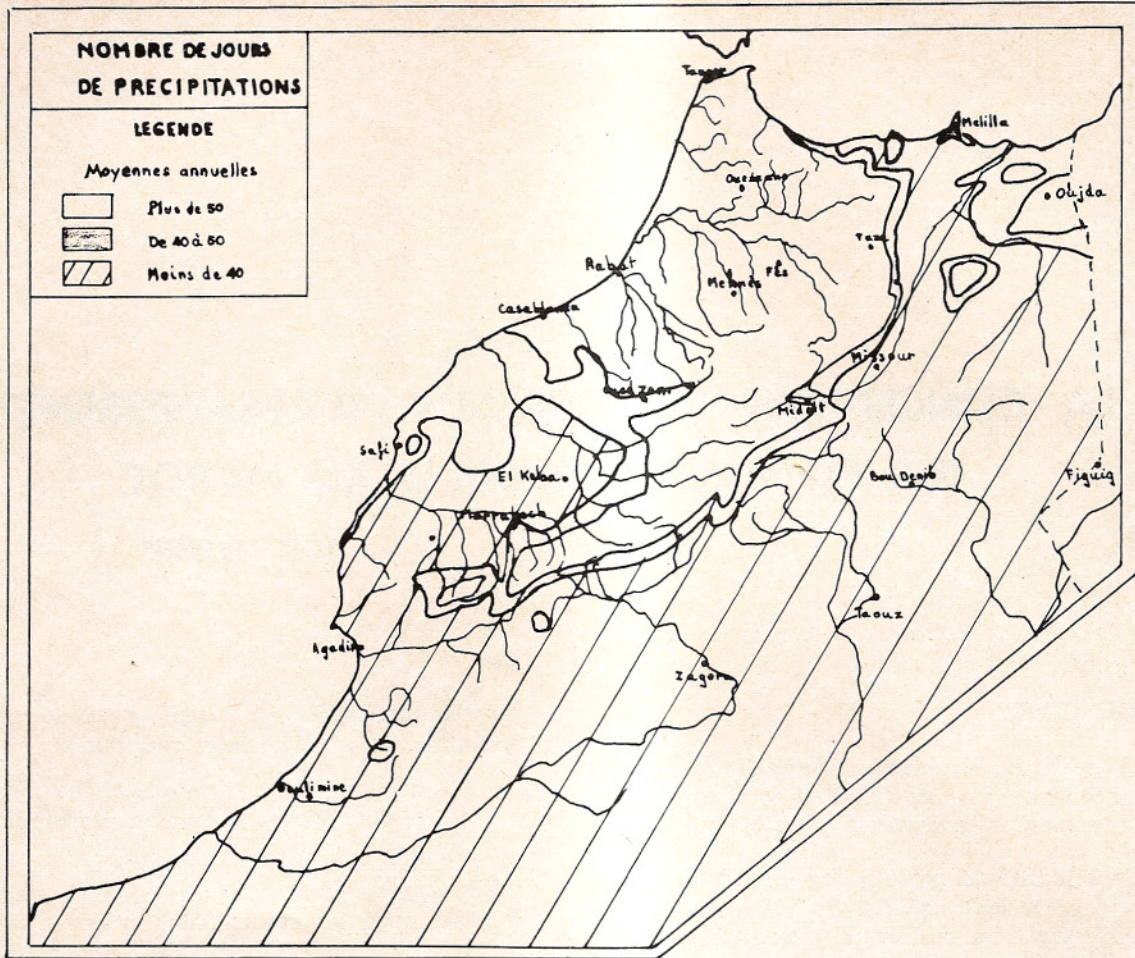
Le troisième est une adaptation de la circulaire C.G. 1333 aux conditions Marocaines. Ce document est très intéressant en ce qui concerne la conception des réseaux, il soulève, mais ne résout malheureusement pas le problème du calcul des apports d'eaux pluviales. Enfin il a été conçu pour les agglomérations urbaines plutôt que rurales.

### II - LES INSUFFISANCES DE LA C.G. 1333 DANS LE CAS DU MAROC

#### A) Pour la conception des réseaux

Le choix entre réseau unitaire et séparatif est guidé tout au long de la circulaire Française par quelques postulats tacites ou non :

(1) Ingénieur du G.R.E.F. (I.A.V. Hassan II).



- Le climat est pluvieux
- les périodes sèches sont courtes
- l'imperméabilisation résultant du fait de l'homme est importante (la circulaire n'est en fait applicable qu'en milieu urbain, c'est faute d'autre document que cette circulaire est utilisée en milieu rural en France).

Dans le cas du Maroc où les régimes pluviométriques sont extrêmement variés, il existe de vastes zones où simultanément :

- la période sèche est longue
- le nombre annuel de jours de pluie est faible
- la poussière et les apports éoliens de toutes sortes sont extrêmement abondants.

Dans ces zones des réseaux unitaires ou pluviaux ne fonctionneraient que quelques jours par an, le reste de l'année l'écoulement des eaux usées en Unitaire y serait très mauvais.

Les premières pluies provoqueraient un lessivage des sols et des apports abondants d'éléments flottants ou en suspension qui obstrueraient les bouches d'égoûts, même sélectives, et rendraient le réseau inopérant. Encore s'agit-il là d'une hypothèse optimiste car simultanément et malgré la sélectivité des bouches d'égoût il se ferait des dépôts abondants dans les collecteurs. Ce qui serait extrêmement dangereux pour la durée de vie du réseau (cf. entretien de réseaux pluviaux en climat plus clément comme ceux de Rabat-Salé).

C'est pourquoi il paraîtrait logique de définir une zone du Maroc à longue période sèche et petit nombre de jours de pluies où les réseaux unitaires ou pluviaux enterrés ne seraient admis que dans des cas particuliers.

#### B) La formule de CAQUOT (PARIS)

C'est la formule traduite sous forme d'abaque, dans la CG1333, qui permet de calculer les débits provoqués par la pluie de fréquence décennale à Paris.

Elle s'écrit :

$$Q_{10} = 1340 I^{0.30} C^{1.17} A^{0.75} \text{ (débit décennal)}$$

Cette formule a été établie :

#### — Pour la région Parisienne

— Pour les eaux pluviales en provenance d'une zone de construction et tient compte d'une imperméabilisation résultant du fait de l'homme.

— Elle tient compte de l'effet de capacité des réseaux à l'intérieur d'une zone dûment canalisée.

L'étude statistique des pluies de la région Parisienne a permis par ailleurs d'établir une loi de passage des débits décennaux à tout autre débit de fréquence plus élevée (quinquennal, biennal etc...). Cette loi, traduite aussi sous forme d'abaque, donne pour exemple pour le débit quinquennal à Paris :

$Q_{10}$  : débit décennal

$$Q_5 = \lambda Q_{10} = 0,8 Q_{10}$$

$Q_5$  : débit quinquennal

$Q_{10}$  : débit décennal

$\lambda$  : coefficient de passage des débits Parisiens de fréquence décennal aux débits parisiens de fréquence différente.

#### C) L'utilisation de cette formule

Sauf dans le cas de l'assainissement de villes importantes (Tanger, Salé) où des formules approchées du type Caquot ont été établies, la formule Parisienne est très généralement employée par les bureaux d'Etudes et l'Administration au Maroc. A notre avis il s'agit là d'une erreur lourde de conséquences, le résultat obtenu n'ayant rien à voir avec la réalité.

Le type de calcul présenté est souvent le suivant :

$$Q_5 \text{ (localité rurale Marocaine)} = 2/3 \times 0,8 \times Q_{10} \text{ (Paris)}$$

Avec :

2/3 Coefficient de passage des pluies parisiennes aux pluies de Casablanca

0,8 = coefficient de passage de  $Q_{10}$  Paris à  $Q_5$  Paris (cf. paragraphe B ci-dessus).

Certains projeteurs tiennent compte d'un coefficient supplémentaire (variant de 0,5 à 0,9) pour tenir compte de l'éloignement de la côte, de la localité considérée. (Passage des pluies de Casablanca aux pluies du lieu étudié).

Dans cette manière de procéder :

— Le premier facteur 2/3 (mais on trouve aussi parfois 0,7) est tiré, semble-t-il d'une étude des intensités moyennes des pluies sur 12 h ou 24 h à Paris et Casablanca. En effet les météorologues n'avaient jusqu'en 1953 au Maroc que les données des pluviomètres totalisateurs.

A partir de 1953 des pluviographes enregistreurs ont été installés et une analyse des intensités moyennes maximales amènerait sans doute à revoir ce coefficient.

— Le deuxième facteur = 0,8 est tiré de l'étude statistique des pluies de la région Parisienne, il est donc inapplicable au Maroc.

— Le troisième facteur  $Q_{10}$  est le résultat de la formule de Caquot établie pour une agglomération urbaine, en tenant compte de l'effet de capacité du réseau. Le résultat est donc entaché d'une troisième erreur puisque le bassin versant rural Marocain considéré est peu construit, très peu imperméabilisé par le fait de l'homme (même dans le centre de l'agglomération trottoirs et chaussées ne seront pas tous revêtus) et ne possèdera, même dans l'avenir, pas de réseau pluvial (effet de capacité).

## QUELQUES PROPOSITIONS PRATIQUES I - DANS L'IMMEDIAT

A) Il serait utile de faire une ampliation et une diffusion des recommandations techniques, relatives à l'établissement des projets d'assainissement des villes et centres (T.P. 1955), après correction et mise à jour, en collaboration étroite avec tous les Ministères intéressés (travaux Publics, Intérieur, Santé Publique).

B) Il serait assez facile de définir une vaste zone où il serait recommandé de ne projeter que des réseaux séparatifs eaux usées, sauf exception.

Nous donnons ci-joint deux limites à titre d'exemple :

**Carte 1** : zone où le nombre de jours de pluie est inférieur à 40 jours par an (1).

**Carte 2** : zone où le nombre de mois secs est supérieur ou égal à 6 mois par an (1).

(1) D'après l'Institut Scientifique Chérifien, Atlas du Maroc

On appelle mois sec un mois dont le total mensuel des précipitations, exprimé en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degré centigrades  
 $P < 2T$

(2) En effet la détermination de K, X, Y, Z, nécessite la connaissance des intensités moyennes maximales sur des périodes de : 6', 15', 30, 1 h, 2 h etc...

C) La troisième proposition est la mise au point d'une ou plusieurs formules Marocaines de type Caquot permettant d'évaluer les apports d'eaux pluviales pour les zones urbaines Marocaines. (Toujours en liaison avec les autres Ministères).

1) La méthode d'établissement d'une formule du type :

$$Q_{10} = K I^x C^y A^z$$

est banale, le seul obstacle à son établissement jusqu'à présent était l'inexistence d'une série d'observations pluviométriques en continu (pluviogrammes (2)) sur une période suffisamment longue.

La série d'observations existantes est maintenant suffisamment longue (22 ans d'observations de 1953 à 1975) pour définir avec une bonne précision les débits quinquennaux. Cette période de retour (5 ans) est en général celle qui est utilisée dans le calcul des réseaux pluviaux au Maroc dans les centres ruraux.

Nous avons signalé en II C que des formules « approchées » avaient été définies à l'occasion de l'établissement ou de la rénovation des réseaux pluviaux de Salé et Tanger. L'imprécision de ces formules tient uniquement à la faiblesse de la série d'observations utilisée (10 ou 15 ans) et à la fréquence de retour du débit recherché (débit décennal).

Cette étude devrait aboutir à l'établissement d'une formule Marocaine type, sous forme d'abaque pour la commodité de son utilisation, très largement diffusée auprès des services intéressés de manière à supplanter définitivement la formule et surtout l'abaque Parisienne.

2) Cette étude devrait aussi fournir quelques coefficients de passage de la formule de base à la zone étudiée.

Par exemple la formule de base : Casablanca.

Coefficients de passage pour :

— Khémisset (plaine intérieure)

— Meknès (altitude, intérieur)

- Tanger (zone pluvieuse du Rif)
- Oujda (Oriental).

Le coût d'une telle étude serait extrêmement minime face aux économies qu'elle permettrait de réaliser sur la conception des réseaux.

## II - A MOYEN TERME

### A) Coefficient de ruissellement C

Lorsque les débits écoulés proviennent de bassins extérieurs à l'agglomération ou lorsque l'imperméabilisation résultant du fait de l'homme est faible, la C.G. 1333 (p. 11) admet l'application de la formule de Caquot, faute de mieux, à condition d'utiliser un coefficient de ruissellement approprié. La circulaire propose d'ailleurs  $C = 0,1$  pour les bassins d'apports extérieurs (en France).

Il serait souhaitable de définir un coefficient de ruissellement correspondant aux terrains découverts que l'on trouve très généralement aux abords des agglomérations rurales Marocaines. Il faudrait donc :

- rechercher de manière minutieuse toutes les observations faites dans ce domaine d'abord au Maroc ensuite dans d'autres pays du Maghreb (par exemple au Maroc consulter les Eaux et Forêts et la DRE).

- confier à un organisme la mesure de C sur un bassin versant expérimental.

### B) Circulaire Marocaine

A plus long terme il serait souhaitable de rédiger, en accord avec les différents organismes intéressés, une circulaire Marocaine adaptée aux nécessités de l'assainissement des agglomérations au Maroc. A cet effet l'avis des services gestionnaires de réseaux existants se-

rait extrêmement utile. Signalons par exemple que l'utilisation systématique des tampons de regards en béton armé pourrait être préconisée à la place des tampons de fonte qui ont tendance à disparaître rapidement.

## EN CONCLUSION : ADAPTATION ET ENTRETIEN

### ADAPTATION

Les techniques étrangères d'assainissement des agglomérations ont été conçues pour répondre aux besoins d'un mode de vie d'un type d'habitat et d'un climat particulier.

L'importation de ces techniques d'assainissement dans des communes rurales Marocaines où le mode de vie le type d'habitat et le climat sont différents ne peut aboutir qu'à des échecs si un effort d'imagination et d'adaptation n'est pas fait.

### ENTRETIEN

Tous les Ingénieurs qui ont réalisé des équipements publics ruraux au Maroc se sont heurtés au problème de l'entretien de ces équipements. Pour les réseaux d'adduction d'Eau Potable un défaut d'entretien n'aboutit souvent qu'à l'arrêt temporaire du réseau sans préjudice majeur pour l'équipement. Par contre pour les réseaux d'assainissement un manque d'entretien aboutit très rapidement (en 2 à 3 ans parfois) au bouchage des collecteurs ce qui est irrémédiable. Vu le coût de ces réseaux l'Etat ne peut admettre, en aucun cas, qu'un investissement important calculé pour durer 30 ans ou plus soit complètement détruit en 2 ou 3 ans.

C'est pourquoi il serait judicieux de n'entreprendre la réalisation de nouveaux réseaux d'assainissement qu'après s'être assuré que la collectivité intéressée disposera des moyens nécessaires à l'entretien.

# REFLEXIONS CONCERNANT LE DEVELOPPEMENT DE L'AVICULTURE EN MILIEU RURAL AU MAROC

A. BOURBOUZE (1)

Ingénieur Agronome INA

Une nouvelle politique avicole très réaliste vient d'être définie par la Direction de l'Élevage (décembre 75). Le présent article s'efforce de définir plus clairement les objectifs d'une action en milieu rural.

C'est un fait bien connu que l'aviculture dite moderne à base de souches améliorées s'est installée à la périphérie des grandes villes, en particulier sur la côte Atlantique, et n'intéresse que très peu le monde paysan : 17 % des producteurs avicoles sont des paysans et 6 % ne sont que de simples aviculteurs. Tous les autres (77 %) ont une autre activité, étrangère à l'agriculture.

Momentanément, cette chance qu'est l'aviculture moderne, échappe complètement aux petites exploitations agricoles dans l'impossibilité de s'agrandir. Certes l'activité avicole dans le monde rural n'est pas négligeable. Caractérisé par un élevage traditionnel à base de souches locales, le secteur avicole assure **encore** 50 % de la production de poulets et 90 % de la production de l'œuf de consommation. Mais la poussée irrésistible des souches améliorées risque d'enfermer ce type de production dans un unique rôle : l'autoconsommation des ménages. À terme, la plupart des marchés se fermeront à ces produits plus coûteux, saisonniers, tant dans les villes que dans les bourgs ruraux. Il subsistera une vente résiduelle de produits de qualité tels que le poulet « beldi ». L'œuf « beldi » quant à lui ne pourra supporter la concurrence (petite taille, fraîcheur incontrôlée etc...).

**Un important profit qui revenait légitimement au monde rural, est donc entrain de changer de main.**

Dans ces conditions, quelles actions, le Bureau Avicole peut-il entreprendre dans le milieu rural ?

Il nous faut **rappeler quelques unes des caractéristiques de la production traditionnelle** (enquête Projet SEBOU 1966) :

- Contrairement à une opinion répandue, de nombreux paysans ne pratiquent pas l'aviculture dans les villages (1/3 des foyers environ) et 80 % d'entre eux ont **moins** de 5 poules ;
- l'âge moyen des poules est élevé ;
- il y a 2 périodes de couvaison : mars/avril et octobre ;
- la mortalité est élevée à tous les stades :
  - + taux d'éclosion rarement supérieurs à 50 % (44 % dans un essai de l'I.A.V. Hassan II 1970) ;
  - + 30 % des poussins nés meurent avant l'âge adulte ;
  - + 15 % de mortalité chez les adultes.
- nombre d'œufs produits par poule = 60 par an ;

(1) Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. — DRA.

— pour atteindre le même poids commercial, il faut 16 semaines à un poulet de souche locale, contre 9 semaines à un poulet de souche améliorée, avec un indice de consommation 2,5 fois plus élevé (6.2 pour le local et 2,5 pour l'amélioré) (essai I.A.V. Hassan II 1970).

**Peut-on envisager dans ces conditions une action directe sur la volaille de souche locale afin de permettre une augmentation de l'autoconsommation et un approvisionnement partiel des bourgs ruraux ? Nous ne le croyons pas et ceci pour plusieurs raisons :**

— La multiplicité des producteurs avicoles et le faible nombre de poules exploitées dans chaque troupeau, suppose un réseau d'encadrement gigantesque pour des résultats peu spectaculaires. Seule une action diffuse, mal contrôlée peut être mise en place ;

— le recours à des croisements, par introduction de coquelets « lâchés dans la nature » sur des structures inchangées est dangereux. Déjà dans les conditions présentes, la souche locale est assez vulnérable (faible taux d'éclosion, fortes mortalités sur les poulets). Que dire d'animaux croisés ? Seuls des essais précis — impossibles à entreprendre dans le contexte actuel — permettraient d'apporter quelques solutions. Mais il faut parallèlement augmenter la ration alimentaire pour un rendement qui nous le savons, sera dérisoire (I.C. de 4 ou 5). Dans le système actuel le paysan fait appel à des techniques précises que nous connaissons mal (le choix des poules couveuses, la sélection des coqs, la couvaision, l'alimentation des jeunes). Or changer de matériel animal impose de changer les techniques. Aussi toute entreprise de ce type nous paraît-elle peu réaliste.

Les seules actions envisageables, de faible impact faut-il le dire, doivent se limiter à de simples recommandations portant sur :

— La diminution de l'âge de réforme des poules à 2 ans ;

— Le tri sévère des œufs mis à la couvaision.

Il faut donc poser le problème plus nettement : **l'essentiel des moyens à mettre en œuvre repose sur l'introduction des souches améliorées type chair ou type ponte, déjà en place dans les « ceintures avicoles urbaines ».**

**L'un des rôles importants du Bureau avicole est de prospecter les zones dédaignées par le secteur privé, c'est-à-dire l'essentiel du monde rural, et de préparer le passage à une aviculture**

**rationnelle qui s'intégrera ultérieurement aux réseaux de ce secteur privé.**

Le choix des souches est simple : il s'agit ni plus, ni moins des souches commerciales issues des couvoirs marocains soit pour la ponte soit pour la chair. Le recours à des souches de type mixte ou de croisement à caractère moins intensif, qui ne correspond plus au contexte commercial actuel pénaliserait lourdement les producteurs ruraux et les écarterait définitivement de la compétition, s'il y a encore quelques chances d'y en avoir une.

Il nous faut relever enfin que la divulgation de souches améliorées telle qu'elle s'est, ou telle qu'elle pourrait se dérouler, permet une diffusion simultanée de croisement « sauvages » et non contrôlés dans le troupeau de souche locale. Il en existe une bonne démonstration dans la région de Khémisset où de nombreuses poules « locales » présentes sur les souks sont blanches. Une action indirecte sur le troupeau local est donc possible, permettant d'augmenter l'autoconsommation.

Avant d'examiner les possibilités qui se présentent de développer les souches améliorées en milieu rural, il nous faut faire un rapide bilan des actions déjà entreprises dans ce domaine.

Le MARA s'appuie sur un réseau de stations de sélection, de multiplication et de démarrage. Après avoir pendant un temps cherché à sélectionner dans sa station de SKIKIMA des souches de reproducteurs à usages mixte (ponte et chair) mais en principe bien adaptés aux milieux difficiles, le MARA a redéfini une politique plus conforme à ses moyens en ne retenant plus que des souches commerciales classiques (ARBOR) pour les multiplier. Les stations de multiplications (6 dont 4 en fonctionnement) approvisionnent irrégulièrement les stations de démarrage. Ces 2 dernières années, les souches utilisées dans les parquets de reproducteurs étaient essentiellement des souches commerciales de type chair.

Mais les difficultés que rencontrent ces stations sont nombreuses et nuisent à la bonne exécution des programmes mis en place :

— Les difficultés liées aux structures : les stations ont relevé tantôt de la Direction de l'Élevage, tantôt des O.R.M.V.A., des S.P., de la D.M.V. etc... Les centres de décisions étaient éparpillés, les opérations qui exigent des interventions rapides (traitement de maladie) ne sont pas faites au bon moment.

— les difficultés liées au fonctionnement : il faut souligner principalement, l'inadaptation du

matériel d'élevage (incubateurs) la discontinuité du fonctionnement (4 mois d'arrêt en 1974), les performances d'élevage médiocre (pullorose dans les stations de multiplication qui ne sont pas l'objet de dépistage, mortalité de 20 à 30 % sur les poussins en phase de démarrage etc...).

Tableau n° 1 : L'ACTIVITE DES STATIONS DE MULTIPLICATION

ANNEES	NOMBRE DE POUSSINS PRODUITS	TAUX D'ECLOSION MOYEN	INDICE DE LA PRODUCTION POUSSIN 1972=100
1966	14.500	57	3
1967	63.000	31	13
1968	101.300	41	20
1969	231.000	61	45
1970	292.400	70	57
1971	296.800	69	57
1972	516.100	70	100
1973	457.200	70	88
1974	348.600	65	67

Source : BENNIS-KADDIOUI 1975

Au total les réalisations ont été très inférieures aux projections et en 1974, la production en poussins de 1 jour des stations avicoles du MARA n'a pas dépassé 3 % de l'ensemble de la production nationale.

Mais la validité de ces actions de promotion d'une aviculture rationnelle à partir de souches améliorées doit plutôt se juger sur le dernier maillon de la chaîne, lors de la rétrocession des poussins aux aviculteurs. Or il faut reconnaître que les actions entreprises à ce niveau n'ont pas toujours été efficaces.

Deux formules ont vu le jour :

### 1. Rétrocession des poussins démarrés

Le MARA élève dans des stations de démarrage les poussins d'un jour jusqu'à l'âge de 1 mois, âge auquel ils sont écoulés à un prix inférieur à leur prix de revient (1.80 DH en 1975) auprès des agriculteurs intéressés. L'idée est excellente puisque le centre se charge des opérations délicates (élevage sous éleveuse avec ambiance contrôlée) et coûteuses (alimentation du jeune âge). En outre les poussins sont vaccinés contre la maladie de Newcastle.

Une rapide enquête menée à Khémisset a permis d'observer les résultats relevés dans le tableau n° 2.



Tableau n° 2 RETROCESSION DES POULETS DEMARRES

ACTIVITE DE L'AVICULTEUR	AGRICULTEUR	OUVRIERS AGRICOLES	HORS AGRICULTURE	TOTAL
% d'aviculteur dans les classes	24	21	55	100
Effectif reçu en moyenne	37	24	69	57
Taux de mortalité sur poulet en %	12	31	18	16

Source : BENNIS KADDIOUI 1975

Il apparaît qu'un nombre important de bénéficiaires est tout à fait étranger au monde agricole (55 %) et en profitant de cette « subvention à l'autoconsommation », détourne cette action de son objectif initial. Les lots distribués sont de faible taille (57) avec des extrêmes de 4 à 200. De nombreux animaux sont conservés sur les exploitations agricoles et servent de reproducteurs. D'autres sont autoconsommés, très peu sont vendus.

Les taux de mortalité modérément forts (16 pour cent) conduisent à penser que les souches commerciales sélectionnées pour être exploitées rationnellement en milieu contrôlé, n'ont pas un mauvais comportement en milieu plus difficile. Un essai réalisé à l'I.A.V. Hassan II (BOURBOUZE 1970) a d'ailleurs montré que les souches améliorées transforment mieux un mélange «fermier» (céréales + SON) que les souches locales (I.C. 1,7 fois plus élevé), pour un même taux de mortalité.

## 2. Les unités avicoles pilote.

Une autre formule devait permettre l'installation de petites unités rationnelles de poulets de chair à partir de poussins démarrés. Le bénéficiaire qui recevait 1.500,00 DH de subventions (27 % pour la construction, 27 % pour l'achat des poussins, 49 % pour l'achat d'aliments, 7 % pour le matériel et la litière) s'engageait à construire un logement correct, à s'approvisionner en poussins à la station la plus proche, à nourrir correctement ses animaux, à assurer la protection sanitaire et prophylactique.

Cette action qui a porté sur près de 200 aviculteurs a été plus ou moins abandonnée à la suite de difficultés liées principalement à l'écoulement des poulets produits, à l'approvisionnement en poussins et en aliments. Il est pourtant certain que la conception de cette opération qui prévoit de concentrer l'action plutôt que de la disperser est bonne. Il nous paraît dommage de l'abandonner. Peut-être faut-il plutôt réfléchir aux difficultés rencontrées.

### Quelques suggestions

Nous avons insisté jusqu'à présent sur les difficultés des interventions en milieu rural en soulignant :

— Qu'une action sur la souche locale (croisement ou que le recours à des souches peu spécialisées aux performances mal contrôlées, n'étaient pas souhaitable ;

— que la promotion de souches améliorées pour la chair (souches commerciales), organisée par le MARA, rencontrait de nombreux obstacles et manquait en partie son objectif. Nous voudrions ici faire quelques suggestions.



1. Les actions doivent porter à la fois sur la diffusion des **souches chair** et des **souches ponte**. Ce point a déjà été souligné par le Bureau Avicole. Les souches spécialisées pour la ponte permettent une amélioration simultanée de la **production d'œufs et de la production de chair** et sont donc intéressantes à retocéder en petites unités.

2. Les centres de démarrage (actuellement une vingtaine) représentent la structure d'intervention idéale. Mais leurs prérogatives **doivent être considérablement augmentées et leur autonomie reconnue**. Ce centre devrait à la fois être :

- Une unité de vulgarisation des techniques avicoles ;
- un centre de distribution de poussins d'un jour ;
- un centre de démarrage des poussins jusqu'à 1 mois (ou 3 mois pour les poulettes prêtes à pondre) ;
- un centre d'approvisionnement en aliments et médicaments ;
- un centre de conditionnement des œufs et de reprise des poulets.

C'est donc un véritable Centre de Développement Avicole (C.D.A.).

3. Quels rôles doivent jouer les stations de multiplication ? Est-ce vraiment le rôle du MARA d'assurer l'approvisionnement en poussins d'un jour des centres de démarrage ? Il existe maintenant une industrie solide qui assure à 90 % les actuels besoins en poussins d'un jour du pays. Les centres de démarrage (ou C.D.A.) **doivent pouvoir s'approvisionner autant auprès du secteur privé que du secteur public**, si l'on veut que par la suite le relai soit assuré en totalité par les firmes privées.

4. Le C.D.A., doit assurer deux modes de diffusion selon l'importance des unités avicoles. En effet pour des raisons liées à la capacité des éleveuses à gaz, aux possibilités des bâtiments, à l'encadrement technique, nous pensons qu'au dessous de **250 poussins par bande**, il n'est pas très rentable sur des souches améliorées, d'assurer l'élevage du premier mois d'âge. Il faut donc s'orienter sur 2 systèmes totalement différents :

a) **rétrocession de poulets démarrés**, selon la formule actuelle, mais distribués par lots de **30 à 50 pour des poulets de chair** ou de **10 à 20 pour des poules pondeuses** (poulettes démarrées, soit jusqu'à 4 semaines, soit jusqu'à 16 semaines). **Les bénéficiaires doivent être agriculteurs et habiter loin des centres urbains.**

Il serait judicieux d'imposer simultanément l'achat (subventionné en partie) d'un aliment complémentaire des céréales apportant les matières azotées, les minéraux et les vitamines indispensables (environ 1 kg d'aliment par poulet ou 3 kg par poule rétrocedé). Au prix 1975 il en coûterait environ 80 DH (30 poulets à 1.80 DH et 30 kg d'aliment à 1 DH) soit approximativement le prix d'une brebis de réforme. Compte tenu des céréales (ou pain, son etc...) ajoutées par l'aviculteur, la marge brute peut atteindre 40 DH pour un lot de 30 poulets si la mortalité ne dépasse pas 15 à 20 % dans le lot.

En imposant un effectif minimum de 30 poulets (ou 10 poules) par lot rétrocedé, nous espérons dépasser assez largement les besoins stricts de l'autoconsommation afin **d'amorcer un courant commercial** d'une part et provoquer de nombreuses retombées par **des croisements « sauvages » inévitables avec les souches locales** d'autre part.

b) **Organisation d'unités avicoles pilotes à partir de l'approvisionnement en poussins d'un jour.** Il s'agit ni plus, ni moins de reprendre l'opération U.A.P. (Unités Avicoles Pilotes) en concentrant mieux l'action. Quelle forme différente doit adopter cette action pour ne pas connaître les échecs des tentatives précédentes ?

b<sub>1</sub> — La taille des ateliers est de **250 poulets de chair** par bande (ou 250 poules pondeuses) au minimum et de **2000 poulets par bande** (et de 500 poules pondeuses) au maximum. Il nous paraît très risqué les 3 ou 4 premières années de dépasser ces effectifs : certains élevages ont exploité jusqu'à 10.000 poulets dans les « opération U.A.P. » de 1971, puis ont disparu.

b<sub>2</sub> — Le principe de l'action reste le même pour ce qui est des subventions et des engagements pris par le futur aviculteur. L'élevage est équipé en éleveuse et **prend en charge des poussins d'un jour** :

— Mais le Centre de Démarrage (C.D.A.) s'engage **formellement** à pouvoir approvisionner les unités créées en poussins d'un jour (et non plus en poulets démarrés comme précédemment) en **médicaments** et en **aliments complémentaires des céréales**. Le C.D.A. doit donc avoir la liberté de s'approvisionner autant auprès des firmes privées correspondantes que du MARA proprement dit (poussins d'un jour, médicaments...) pour être vraiment opérationnel.



b<sub>3</sub> — Mais si tous ces services étaient normalement assurés ils seraient encore insuffisants. Il nous faut faire ici un parallèle avec une autre action menée par le Service de l'Élevage et qui connaît un réel succès. Le développement de la production laitière **soutenu par la création de centres de collecte** est très actif dans le milieu rural. La création d'un centre de collecte se répercute rapidement, jusque dans de très petites exploitations agricoles, sur le mode de production (rachat d'animaux, modification du système de culture...). La conclusion qu'il faut en tirer, c'est que **la garantie de reprise totale du produit à un prix connu est un puissant moteur du développement**. Ne faut-il pas s'en inspirer pour éviter les échecs des années passées ?

+ Aux producteurs de poulets de chair, dont il a favorisé l'installation, le C.D.A. peut garantir une reprise des poulets invendus à un prix d'intervention (par exemple proche du prix de revient 4 DH/kg pour un poids minimum de 1,5 kg) et **surtout être capable de les expédier sur les marchés urbains**. (L'idéal serait de pouvoir stocker ces poulets abattus dans des chambres de congélation et de les remettre sur le marché quand les cours sont favorables).

Mais cette reprise doit-elle être une procédure d'exception ou bien au contraire le C.D.A. doit-il jouer le rôle d'un partenaire commercial permanent avec les impératifs que cela suppose : régularité des approvisionnements, contrats commerciaux etc.. Ces points fondamentaux restent à préciser.

+ Auprès des producteurs d'œufs de consommation le C.D.A. ne doit-il pas jouer le rôle **du centre de conditionnement** (ramassage, tri, calibrage, emballage et commercialisation des œufs) ou bien récupère-t-il simplement les œufs invendus, ce qui paraît bien risqué ? Plusieurs formules peuvent donc voir le jour, mais en tout état de cause une solution doit être mise en place dont dépendra le succès de l'opération.

b<sub>4</sub> — Quels partenaires le C.D.A. peut-il solliciter ? Les anciennes Unités Avicoles Pilotes intéressaient des aviculteurs isolés ce qui compliquait les problèmes d'approvisionnement. Les interventions dans la phase de démarrage doivent plutôt se concentrer :

- Soit sur des villages, en intéressant 5 à 10 agriculteurs à l'opération ;
- Soit sur des coopératives de la réforme agraire, où il est possible qu'une partie des membres s'associent au sein d'un groupement avicole qui assurerait par exemple :

- L'élevage du poulet sous éleveuse dans une poussinière unique ;

- les services communs (approvisionnement, vente etc...). Le choix de formules plus ambitieuses comme les coopératives avicoles de production où les bénéfices sont partagés, est certainement prématuré.

Précisons enfin qu'un des principes de cette action serait d'intéresser surtout les très petites exploitations agricoles. L'aviculture qu'on appelle justement un « élevage sans sol » représente pour ces microfundia une des rares chances d'augmenter les revenus. La mise en place d'une unité minimum (250 poulets) compte tenu des subventions accordées suppose que ce nouvel aviculteur dispose la première année de la somme de 1000,00 DH environ. Il est donc possible (vente d'une vache) de convaincre les petites exploitants qui n'ont en général pas accès au Crédit Agricole.



5. Nous concluons par une remarque portant sur les possibilités d'approvisionnement en aliments équilibrés. Nous avons dit à plusieurs reprises qu'il était indispensable que les souches améliorées reçoivent une alimentation équilibrée. Les agriculteurs étant tous sans exception producteurs de céréales, il est préférable de n'approvisionner les futurs aviculteurs qu'en aliment complémentaire des céréales dont les caractéristiques seraient les suivantes :

- Aliment complémentaire mélangé avec des céréales dans la proportion de (1/3 complément et 2/3 céréales) en phase de croissance et (1/4 complément et 3/4 céréales) en phase de finition ou d'élevage pour les poules ;
- composition approximative : 70 % de tourteau de tournesol, 15 % de farine de poisson, 15 % de condiment minéral et vitaminisé, c'est-à-dire un aliment riche en azote et en minéraux.

Mais cet aliment complémentaire n'existe pas sur le marché pour deux raisons : les aviculteurs actuels étrangers à l'agriculture ne produisent pas leurs céréales d'une part, les industriels laisseraient échapper une partie de leur bénéfice d'autre part. Il y va pourtant de l'intérêt de tous et il ne fait pas de doute que la vente des aliments complémentaires des céréales se développerait ici, comme elle s'est développée en Europe par exemple.

Là encore le Centre de Développement Avicole doit faire transiter cet aliment et passer des marchés avec les industriels, avant de rétrocéder simultanément aliment et poussins aux aviculteurs intéressés.

**Cheville ouvrière du système mis en place, le C.D.A. peut être un vecteur très efficace du développement de l'aviculture dans les zones rurales.**

# SOCIÉTÉ D'ETUDES ET TRAVAUX

Société Anonyme au capital de 550.000 dirhams

ENTREPRISE GENERALE DE TRAVAUX PUBLICS

BETON ARME -- GENIE CIVIL,

290, bd. Mohammed V - RABAT

Tél: 336-40

# l'estimation du poids vif de bovins marocains par barymetrie

par Francis MINVIELLE (1)

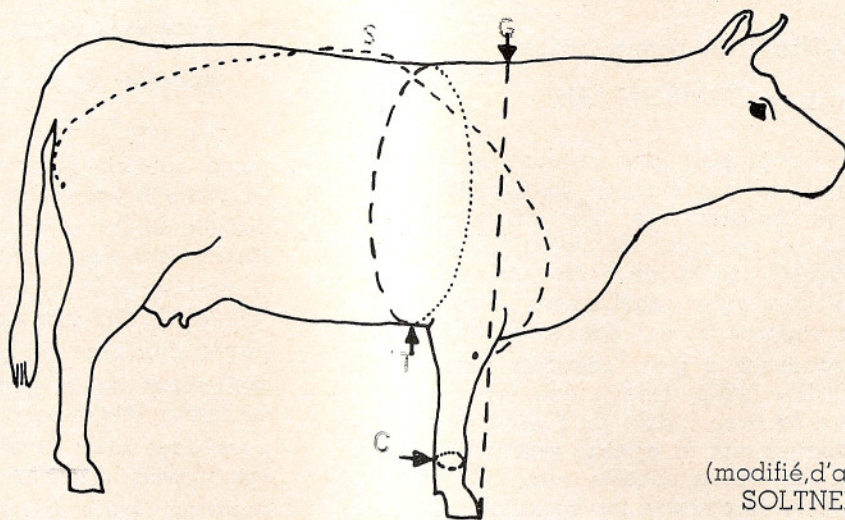
La connaissance du poids vif chez les bovins est d'un intérêt qui n'est plus à démontrer. Or l'absence de bascule dans la plupart des élevages rend cette détermination très imprécise tant pour l'éleveur que pour l'ingénieur de terrain. Une technique simple, la Barymétrie, permet cependant d'obtenir des estimations satisfaisantes du poids vif. Elle est le résultat de nombreuses recherches consacrées à l'étude des relations entre diverses mensurations corporelles et le poids vif de bovins. Cette note a pour but d'attirer l'attention des éventuels utilisateurs et chercheurs marocains sur l'intérêt de la Barymétrie. On y trouvera un rapide exposé théorique de la méthode et trois formules baryométriques — deux pour la race améliorée (bovins locaux croisés de frison), une pour des bo-

vins locaux — établies à partir de 525 couples de mesures effectuées dans les Doukkala et le Gharb par des étudiants de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II en 1973 et 1974, à l'initiative de M. NEUVY professeur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

## Revue de la méthode

Depuis les années 1930 de nombreux travaux ont révélé les fortes corrélations qui existent entre diverses mensurations corporelles (tour de poitrine, longueur du corps, tour spiral, hauteur au garrot...) et le poids vif, (revue bibliographique de JOHANSSON et HILDMEN, 1954). Le tour de poitrine (T) facile à mesurer et lié au poids vif par une corrélation qui avoisine 0,9 a été en général adopté par tous les auteurs (figure ci-dessous).

## QUELQUES MESURATIONS



- C = tour de canon.
- G = hauteur au garrot.
- S = tour spiral.
- T = tour de poitrine.

(modifié, d'après SOLTNER)

(1) Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II — D.P.A.

De nombreuses équations d'estimation du poids à partir du tour de poitrine ont été établies. Ces équations sont de la forme  $P = bT^n$ , où P est le poids vif, T le tour de poitrine, b et n des constantes. La plus simple des formules de barymétrie (avec  $n = 3$ ) fut proposée par CREVAT (cité par CRAPLET, 1966). Elle a été largement améliorée depuis ; en particulier, l'observa-

tion de bovins d'une même race, du même sexe, d'une même classe d'âge a permis le calcul de nombreuses formules, spécifiquement adaptées à chacune de ces catégories. On trouve par exemple chez CRAPLET (1966) un inventaire des formules baryométriques établies pour les races françaises, où le poids est fonction du tour de poitrine et du tour spiral. Quelques unes de ces formules sont données dans le tableau 1.

TABLEAU 1  
QUELQUES FORMULES BARYMETRIQUES FRANÇAISES

RACE	SEXE	AGE	FORMULE BARYMETRIQUE	R <sup>2</sup>
Limousine	Femelle	Adulte	$P = 410,4T + 252,6S - 804$	0,869
	Femelle	Jeune	$P = 162,2T^2 - 65,5$	0,972
	Mâle	Jeune	$P = 168,6T^2 - 69,8$	0,972
Normande		Jeune	$P = 94,28T^2 + 19,09S^3 - 46$	0,974
F.F.P.N.	Femelle	Adulte	$P = 351,1T + 383,5S - 1022,2$	0,844
Brune des Alpes	Femelle	Adulte	$P = 532,6T + 265,7S - 1041,9$	0,788
Charolaise	Mâle	Jeune	$P = 192,5T^2 - 96,1$	0,922
	Femelle	Jeune	$P = 180,5T^2 - 83,6$	0,897
Abordance	Femelle	Adulte	$P = 440 + 252S - 873$	0,696

P = Poids en kg, T = Tour de poitrine en m,

S = Tour spiral en m.

R<sup>2</sup> = Coefficient de détermination.

(d'après CRAPLET, 1966)

Selon la plupart des auteurs la précision des estimations par mesure du tour de poitrine seul est satisfaisante. L'erreur relative sur le poids serait de 5 à 6 % selon DELAGE, POLY et VISSAC (1955), de 6 % selon NEUVY (1963) sur des races améliorées. Elle semble être plus importante sur des races locales peu ou pas soumises à une sélection rationnelle. Ainsi YOUNG (1972) trouve une erreur de 6 à 18 % pour la race locale du Kenya. Ceci pourrait s'expliquer par la grande variabilité du format chez les races locales non standardisées qui rend plus imprécises les équations d'estimation. De plus, ces formules, de façon générale, sont seulement indicatives pour les très jeunes

animaux : l'erreur est maximale pour les poids les plus faibles.

#### Formules baryométriques marocaine

#### Matériel et Méthodes

En 1973 et 1974, 525 couples de mesures du poids du tour de poitrine d'animaux en état satisfaisant furent enregistrés chez des agriculteurs des Doukkala et du Gharb. Une partie des mesures effectuées dans les Doukkala a donné lieu à une formule baryométrique établie par NEUVY (1973). Dix huit couples (3,4 % des données) furent éliminés. En raison de l'absence d'enregistrement de la parenté, les animaux croisés de frison désignés par leur propriétaire comme possédant plus de 25 % de sang étranger ont été classés dans la race améliorée. L'âge des animaux varie d'une vingtaine de jours à 3 ans, leur tour de poitrine de 64 à 159 cm, leur poids de 19 à 273 kg. Notons que l'échantillon

ainsi constitué est une représentation volontairement simplificatrice du bétail marocain. En particulier, la perte temporaire de poids, fréquemment observée pendant les périodes de déficit alimentaire (sécheresse...) est un phénomène dont l'action éventuelle sur la liaison entre le poids et le tour de poitrine reste à étudier.

La répartition des données en fonction de la race (locale = L, Amélioré = A) du sexe (Mâle = M, femelle = F) et de la région (DOUKKALA = D, GHARB = G), est donnée dans le tableau 2. Les droites de régression calculées pour les différentes combinaisons de ces

trois facteurs seront symbolisées par les lettres appropriées, dans l'ordre ci-dessus.

Une formule globale a été calculée pour chaque catégorie d'animaux. Cependant l'important intervalle de variation de l'âge dans notre échantillon interdisait une estimation directe du poids par régression linéaire. En accord avec l'hypothèse de Crevat le poids (Y en kg) fut considéré proportionnel à la puissance 3 du tour de poitrine (Z en m3) à la constante près « a ». Le modèle adopté est  $Y = a + bZ$ . Les droites de régression ainsi définies ont été comparées deux à deux en suivant la méthode exposée par SNEDECOR et COCHRAN (1967) et le cas échéant groupées selon la race, selon le sexe et selon la région.

**TABEAU 2**  
**REPARTITION DES COUPLES DE MESURE SELON LA RACE, LE SEXE ET LA REGION**

SEXE	RACE		LOCALE L	AMELIOREE A
	REGION			
Mâle M	DOUKKALA D		100	120
	GHARB G		44	—
Femelle F	DOUKKALA D		58	132
	GHARB G		53	—

### Résultats et discussion

Les droites de régression ( $Y = a + bZ$ ) sont présentées dans le tableau 3. Les coefficients de régression des 6 droites sont hautement significatifs ( $P < 0,001$ ). Les coefficients de corrélation calculés ne sont pas significativement différents ( $0,3 < P < 0,4$ ) et un coefficient moyen pondéré  $R = 0,97$  a été calculé selon la méthode de SOKAL et ROHLF (1969). Les estimations de l'erreur relative  $Sy. Z/\bar{Y}$  sont très proches des valeurs trouvées par YOUNG (1972).

Les comparaisons et les groupages des différentes droites de régression ont abouti aux trois équations finales A.M.D., A.F.D. et L.M.F.G.D., calculées respectivement pour les améliorés mâ-

les des Doukkala, les améliorés femelles des Doukkala et les locaux des deux sexes et des deux régions :

A.M.D.;  $P = 15,7 + 66,88 T^3$  — race améliorée mâle

A.F.D.;  $P = 40 + 74,43 T^3$  — race améliorée femelle

L.M.F.G.D.;  $P = 7,9 + 66,53 T^3$  — race locale avec T en m. et P en kg.

On remarque qu'il a fallu conserver une équation par sexe pour la race améliorée, alors qu'une formule, sexes confondues, s'est avérée suffisante pour la race locale. On peut donc se

**TABLEAU 3**  
**EQUATIONS DE REGRESSION  $Y = \alpha + bZ$**

Groupe	Nbre. de coupe	$\bar{Y}$ (kg)	$\bar{Z}$ (m <sup>3</sup> )	$\sum (Z-\bar{Z})^2$	Equation de régression	S <sub>Y.Z</sub> (kg)	S <sub>Y.Z/<math>\bar{Y}</math></sub>	R <sup>2</sup>
A.M.D.	120	140,9	1,872161	516,336209	$Y = 15,7 + 66,88z$ (a)	18,6	13,2	0,913
A.F.D.	132	115,3	1,495674	392,730421	$Y = 4,0 + 74,43z$ (b)	16,2	14,0	0,940
L.M.D.	1000	132,2	1,868839	432,260311	$Y = 8,5 + 66,19z$ (c)	16,0	12,1	0,948
L.F.D.	58	103,0	1,449126	153,747559	$Y = 4,1 + 68,30z$ (c)	12,1	11,8	0,935
L.M.G.	44	131,3	1,841915	190,753400	$Y = 10,6 + 66,29z$ (c)	11,6	8,8	0,969
L.F.G.	53	115,1	1,600213	158,186610	$Y = 9,6 + 66,29z$ (c)	10,2	8,9	0,949
L.M.F.G.D.	255	121,8	1,712895	934,947880	$Y = 7,9 + 66,53z$ (c)	13,3	10,9	0,949

R<sup>2</sup> = Coefficient de détermination.

S

Y.Z = Ecart-type résiduel.

$\alpha$ , b, c, : Une même lettre est affectée aux équations de régression non significativement différentes ( $P > 0,05$ ).

**TABEAU 4**  
**POIDS DES BOVINS D'APRES LEUR TOUR DE**  
**POITRINE**

T cm	Améliorée		Locale kg	T cm	Améliorée		Locale kg
	Femelle kg	Mâle kg			Femelle kg	Mâle kg	
64	23	31	25	121	136	134	126
65	24	32	26	122	139	137	129
66	25	33	27	123	142	140	132
67	26	35	28	124	146	143	135
68	27	36	29	125	149	146	138
69	28	37	30	126	153	150	141
70	29	38	31	127	156	153	144
71	31	39	32	128	160	156	147
72	32	40	33	129	164	159	151
73	33	42	34	130	167	163	154
74	34	43	35	131	171	166	158
75	35	44	36	132	175	170	161
76	37	45	37	133	180	173	164
77	38	46	38	134	183	177	168
78	39	47	39	135	187	180	172
79	41	49	41	136	191	184	175
80	42	50	42	137	195	188	179
81	43	51	43	138	200	191	183
82	45	53	45	139	204	195	187
83	46	54	46	140	208	199	190
84	48	55	47	141	213	203	194
85	50	57	49	142	217	207	198
86	51	58	50	143	222	211	202
87	53	60	52	144	226	215	207
88	55	61	53	145	231	220	211
89	56	63	55	146	236	224	215
90	58	64	56	147	240	228	219
91	60	66	58	148	245	233	224
92	62	68	60	149	250	237	228
93	64	70	61	150	255	241	232
94	66	71	63	151	260	246	237
95	68	73	65	152	265	251	241
96	70	75	67	153	270	255	246
97	72	77	69	154	275	260	251
98	74	79	71	155	280	265	256
99	76	81	72	156	285	270	261
100	78	83	74	157	290	275	265
101	81	85	76	158	295	280	270
102	83	87	78	159	300	285	275
103	85	89	81	160	305	290	280
104	88	91	83				
105	90	93	85				
106	93	95	87				
107	95	98	89				
108	98	100	92				
109	100	102	94				
110	103	105	96				
111	106	107	99				
112	108	110	101				
113	111	112	104				
114	114	115	106				
115	117	117	109				
116	120	120	112				
117	123	123	114				
118	126	126	117				
119	129	128	120				
120	132	131	123				

demander si l'amélioration génétique de la race locale, dans laquelle les deux sexes semblent avoir une conformation très voisine, n'a pas pour effet, entre deux autres, de produire des animaux croisés chez lesquels la différence de conformation entre mâles et femelle est beaucoup plus accentuée et se rapproche de celle observée dans la race frisonne.

Les trois formules baryométriques calculées ont permis d'établir les correspondances entre tour de poitrine et poids données dans le tableau 4.

La précision des poids estimés dans ce tableau varie en fonction de l'âge de l'animal, donc de son tour de poitrine. On peut considérer que les estimées obtenues pour les tours de poitrine supérieure ou égale à 1 mètre sont satisfaisantes (erreur relative inférieure ou égale à 10 %). Par contre les poids donnés pour les valeurs de tour de poitrine inférieures sont seulement indicatifs : la précision est trop faible pour autoriser des estimations individuelles. Mais ces tables peuvent être utilisées librement pour évaluer le poids moyen d'un lot d'animaux, homogène par l'âge ou le format, à partir du tour de poitrine moyen calculé.

Il semble paradoxal que les équations de régression obtenues soient d'une précision qui n'est pas toujours satisfaisante, alors que la cor-

rélation entre Poids et Tour de poitrine est très élevée. Mais comme l'a décrit GRAVIR (1967), à peu près n'importe quelle mensuration corporelle aura avec le poids vif une forte corrélation si celle-ci est calculée sur un très large intervalle de variation de cette mensuration, donc également de poids et à fortiori d'âge. L'âge est un facteur évident de variation des deux variables mesurées mais son effet est inégal dans notre échantillon (le phénomène de croissance, très important chez les jeunes animaux échantillonnés, s'atténue progressivement avec l'âge). Il semble en général que, pour des groupes de classe d'âge, plus étroites, la corrélation entre poids et tour de poitrine soit plus faible (0,8-0,9) mais la précision des estimations bien meilleure, car le facteur croissance est en partie éliminé (JOHANSSON et HILDEMAN, 1954).

Il serait donc probablement intéressant dans l'avenir de calculer des formules baryométriques marocaines par groupe de race, de sexe et d'âge. Parallèlement un meilleur enregistrement de la parenté permettrait d'affiner encore l'étude en différenciant les croisés de frison en plusieurs groupes d'intensité d'amélioration génétique.

Il n'en reste pas moins que les tables d'estimation du poids présentées — sauf pour les très jeunes animaux — sont assez précises et peuvent déjà s'avérer utiles sur le terrain.

#### Références bibliographiques

CRAPLET C., 1966. La viande de bovins, livre 1. Vigot frères, Paris, 486 p.

DELACE J., POLY J., VISSAC B., Etude de l'efficacité relative des diverses formules de barymétrie applicables aux bovins. Annales de Zootechnie, 4, 3, 219-231.

GRAVIR K., 1967. Studies on different body measurements as estimators of live and carcass weight in young NRF bulls. Acta agriculturae scandinavica, 17, 217-227.

JOHANSSON E., HILDEMAN S.E., 1954. The relationship between certain body measurements and live and slaughter weights in cattle. Animal Breeding Abstracts, 22, 1, 1-17.

NEUVY A., 1963. Méthode d'appréciation du poids vif des bovins par barymétrie B.T. des Ingénieurs des Services Agricoles, 177, 91-105.

NEUVY A., 1973. Communication personnelle.

SNEDECOR G.W. COCHRAN W.G., 1967. Statistical methods. Iowa state university press, Ames, 593. p.

SOKAL R.R., ROHLF F.J., 1969. Biometry. Freeman and co, san Francisco, 776 p.

SOLTNER D., 1969. La Production de viande bovins. Siraudeau et Cie., Angers, 308 p.

YOUNG D.L., 1972. The estimation of live weight from heart girth within specified age/sex groups of Kenya range cattle East african agricultural and forestry journal, 38, 2, 193 - 200.

# Connaissances Actuelles sur la Situation au Maroc d'un Ravageur Mondial des Forêts: LYMANTRIA DISPAR L (o)

par A. FRAVAL (1), F. HERARD (1) et P. QUESTIENNE (2)

*Lymantria dispar est un insecte dont les dégâts sont très spectaculaires dans nos chênaies. L'animal préoccupe tous les forestiers de l'hémisphère nord, lesquels cherchent toujours à en venir à bout.*

*Cette note fait le point des connaissances accumulées sur la situation de cet insecte au Maroc, expose leurs insuffisances majeures, indique des voies d'approche pour arriver à maîtriser le ravageur en respectant son milieu.*

En mai-juin les Chênes de certains secteurs de la forêt sont privés de tout ou partie de leurs feuilles. Trois semaines plus tard, on assiste à la repousse de jeunes feuilles en même temps qu'on voit voler quantité de papillons clairs.

Dès juillet, les troncs et les branches des chênes portent des plaques ovales, de couleur crème, de quelques centimètres de long. Chacune de ces plaques est la ponte d'une femelle de **Lymantria dispar** et est constituée par l'amas de plusieurs centaines d'œufs (de 100 à 1600) recouverts de poils minuscules et très serrés provenant de l'abdomen de la femelle. Ces œufs subissent alors un début de développement puis entrent en vie ralentie, jusqu'au début du printemps suivant. Certains, (il y a une très forte mortalité de l'ordre de 90 à 99 %) donnent alors naissance à une minuscule chenille noire et velue qui se porte sur les feuilles pour s'y nourrir de la face inférieure, en décapsuleuse. On entend par là, la consommation du parenchyme foliaire

sans que l'épiderme de la face supérieure soit traversé. Pendant sept semaines environ, les chenilles deviennent de mue en mue, de plus en plus grosses, acquièrent une nouvelle coloration (plus claire avec des points orangés sur la face supérieure) et dévorent le limbe des feuilles. Si elles sont suffisamment nombreuses, elles arrivent rapidement, en quelques jours, à défolier les arbres. Une seule chenille en effet consomme 100 feuilles de Chêne.

La chenille, au terme de sa croissance, s'immobilise et se transforme en une chrysalide de couleur brun-roux, suspendue dans un filet à mailles lâches, sous les branches ou les aspérités du tronc. Déjà on distingue bien les chrysalides mâles, beaucoup plus petites que les chrysalides femelles. De la chrysalide éclot, quinze jours plus tard, un papillon : le mâle est gris-brun avec un abdomen fuselé et des antennes larges bipectinées ; la femelle est plus lourde, a des ailes claires et un abdomen volumineux

(o) : ou *Porthetria dispar* L., *Lepidoptera Lymantriidae*.

(1) : Laboratoire de Zoologie de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

(2) : Laboratoire d'Entomologie de la Station de Recherches et d'Expérimentations Forestières.

prolongé à son extrémité par un coussin de poils destinés à protéger les œufs, ses antennes sont fines. Ne volent que les mâles, excellents voiliers ; les femelles se déplacent à la marche, très difficilement. Les adultes ne se nourrissent pas ; leur vie très brève n'est consacrée qu'à la reproduction.

**Lymantria dispar** est un insecte largement répandu dans l'hémisphère nord ; on a de bonnes raisons de penser qu'il est originaire de l'Extrême-Orient, aire depuis laquelle il a gagné le Moyen-Orient, l'Europe et l'Afrique du nord. C'est en 1869 que **L. dispar** a pris pied aux Etats-Unis à Medford dans le Massachussets, à la suite de l'inconscience d'un naturaliste. Depuis, le Gypsy Moth y est devenu et est toujours le principal ravageur forestier malgré les efforts énormes déployés.

On a recensé pour cette espèce un très grand nombre de plantes-hôtes ; un dénombrement effectué en Yougoslavie indique 207 espèces végétales (arbres forestiers et fruitiers, arbustes, plantes herbacées) attaquées par **L. dispar**.

Au Maroc, les prospections effectuées entre 1920 et 1930 par DE LEPINEY montraient que **L. dispar** était inféodé au Chêne-liège atlantique : forêts de Larache, de la Mamora, des Zaïers. Puis RUNGS mentionne de nouvelles stations à la suite de captures au piège lumineux. Les prospections que nous avons faites en 1973 au moyen d'un réseau de pièges gluants appâtés au Disparlure (3) couvrant l'ensemble de la chênaie marocaine (voir carte) montrent que **L. dispar** existe partout, du Rif au Haut-Atlas et de l'Atlantique à l'Oriental, sur Chêne-liège comme sur Chêne-vert. Il semble bien que **L. dispar** soit au Maroc, inféodé aux Chênes (*Quercus spp.*) ; des attaques d'autres végétaux n'ont lieu, semble-t-il qu'en relation avec de fortes pullulations sur Chêne. Ainsi, les Eucalyptus, les Pins, les Pruniers, les Poiriers (particulièrement *Pirus mamorensis*), les Peupliers ne sont pas des arbres capables de maintenir d'une année sur l'autre des populations de **Lymantria dispar** ; ils n'en sont pas moins soumis à des ravages très graves, de plus en plus fréquents d'ailleurs.

En un même lieu, aux années de pullulation, succèdent des années où les populations sont moindres. La forêt de Chêne-liège de la Mamora (90 000 ha) est la mieux étudiée ; les services des Eaux-et-Forêts ont établi chaque année depuis 1920 la carte des surfaces partiellement et totalement défoliées dans cette forêt. Deux phénomènes, qu'il est d'ailleurs malaisé de met-

tre en relation se manifestent de façon cyclique: il s'agit d'une part, dans une station, de la gradation en quatre ou cinq ans de la population de **Lymantria dispar** et, d'autre part, de l'extension en huit ou neuf ans des surfaces ravagées vers l'est de la forêt. Le quart le plus occidental de la Mamora reste cependant un foyer constant d'importantes pullulations.

Les forêts de Ain-Fefel et de Larache, proches de l'Atlantique, ont vu ces dernières années se succéder les pullulations. Nous disposons de fort peu d'informations sur les populations de **L. dispar** qui ont été détectées en 1973-1974 en altitude, sur Chêne-vert.

Ces fluctuations de populations, ces diverses successions de situations, s'expliquent par les propriétés de l'espèce et l'action des facteurs du milieu à différentes intensités et à différentes époques. L'émigration et l'immigration, dans une zone donnée, jouent un rôle assez restreint: la dispersion de l'espèce a lieu principalement aux premiers stades larvaires. La très jeune chenille, abondamment poilue, se laisse tomber au bout d'un fil et est emportée par le vent parfois à plusieurs kilomètres de distance. Les chenilles âgées peuvent parcourir tout au plus quelques centaines de mètres à la marche, en quête de nourriture. Des adultes, seul le mâle vole ; il est parfois capable de parcourir des distances de plusieurs kilomètres jusqu'à la femelle.

Les facteurs climatiques, agissant directement sur l'insecte, ne jouent pas un très grand rôle, du moins en plaine. Les pluies de printemps survenant juste avant l'éclosion augmentent la mortalité embryonnaire. Le Chergui tue nombre de chenilles et de chrysalides.

Les variations nyctémérales de température sont bien supportées par les chenilles dont l'activité n'est ralentie que provisoirement.

Les ennemis naturels de **Lymantria dispar** au Maroc sont connus depuis les travaux de DE LEPINEY en 1930. Nous avons complété récemment leur inventaire. Les maladies à virus, à champignons, à bactéries, à protozoaires sont un facteur très efficace de régulation des populations dans certaines contrées (Yougoslavie, U.S.A.) ; au Maroc, nous n'avons jamais observé d'épidémie en nature et n'avons rencontré que de rares individus isolés malades. Par contre, des parasites et prédateurs (insectes principalement) s'attaquent aux œufs, aux larves et aux chrysalides, sans jamais atteindre une grande efficacité, sauf très localement. Ces ennemis naturels ont des effectifs très variables d'une an-

(3) : Produit agissant à la manière de la phéromone sexuelle femelle et qui attire les mâles à grande distance.

née sur l'autre ; ils ont leurs propres ennemis, souvent très actifs. Le tableau ci-joint dresse la liste (provisoire) des entomophages de **Lymantria dispar** au Maroc.

Plusieurs espèces s'attaquent aux pontes. Les prédateurs-démanteleurs forment des galeries dans les pontes, dévorent poils et œufs et fragmentent les plaques dont les œufs sont éparpillés au gré du vent ; les chenilles néonates trop éloignées d'une source de nourriture sont condamnées. Le démantèlement des pontes augmente par ailleurs la surface d'accès aux œufs les autres cophages, améliorant ainsi leur efficacité. Les larves et chrysalides sont parasitées par des Hyménoptères et des Diptères, avec des taux de parasitisme très variables, parfois forts ; par contre les prédateurs ne sont que très rarement présents. **Lymantria dispar** semble bien n'avoir pas eu de parasite oophage jusqu'à l'introduction, depuis les Etats-Unis, par DE LEPINEY en 1927 d'un Hyménoptère Encyrtide, **Ooencyrtus kuwanæ** originaire de l'Extrême-Orient. Nous n'avons pas retrouvé cette espèce mais, à sa place, **Ooencyrtus obscurus**, espèce nouvelle pour le Maroc et l'hôte, qui est homologue écologique (4). Comment s'est produite cette substitution ? nous ne sommes pas en mesure de l'expliquer.

Sans intervention de l'homme (lutte biologique), il nous apparaît que les ennemis de **L. dispar** jouent un rôle moindre dans la régulation des populations du ravageur que le complexe de facteurs alimentaires que nous allons décrire ci-dessous.

L'histoire alimentaire d'une population de **Lymantria dispar** détermine le nombre, la vigueur et la fécondité des adultes qui vont engendrer la génération suivante, mais il serait erroné de penser que des chenilles s'alimentant de nourriture de meilleure qualité vont ipso-facto donner naissance à une génération suivante nombreuse. Car il intervient un facteur limitant, celui de la quantité de nourriture. Il convient là de rappeler que le Chêne-liège (que nous prenons ici pour notre explication car nous le connaissons mieux) est un arbre qui débouffe au printemps, de jeunes feuilles tendres venant s'ajouter sur le rameau à la suite des feuilles coriaces de l'année précédente. A peu près à la même époque, éclosent les chenilles de **L. dispar**. Si l'éclosion de l'insecte est précoce par rapport au débouffement (les écarts peuvent atteindre un mois), les chenilles néonates se trouvent contraintes de s'alimenter sur les feuilles de l'année précédente, matériau coriace et de faible

valeur nutritive. Une forte mortalité intervient et seules les survivantes achèveront leur développement sur les feuilles nouvelles. S'il y a concordance phénologique entre le Chêne et **L. dispar**, les chenilles néonates se développent vite et sans mortalité. Dans le cas où la natalité a été forte, il arrive que l'entièreté du feuillage, jeune puis vieux, est consommée. La famine entraîne la mort de la plupart des chenilles ou induit une diminution de fécondité chez les adultes survivants. La quantité et la qualité de la nourriture disponible constituent donc des facteurs primaires de limitation des populations.

Est-ce à dire qu'à une explosion de population succédera l'année suivante une situation où les effectifs seront très faibles, n'atteignant leur niveau maximal qu'au bout de deux ou trois générations ? Ce serait là l'explication du cycle de quatre ans qu'on observe. En réalité, ce schéma est trop simpliste : la subéraie est une mosaïque d'associations Chêne-**Lymantria** où l'on peut rencontrer, à quelques centaines de mètres de distance, des situations très différentes, à l'époque des jeunes chenilles. La période de gradation de quatre ans est réelle au plan, général de la portion de forêt. Au plan local, nous avons pu observer des défoliations successives pour l'explication desquelles il faut sans doute faire intervenir l'immigration de chenilles depuis des zones voisines, chenilles à la recherche de nourriture ou mues par le vent. Cette immigration contribue à homogénéiser les intensités d'attaque des feuilles ; mais au moment de la ponte se traduiront les différences d'histoire alimentaire des différentes sous-populations.

Nous avons, dès notre première approche de l'écologie de **Lymantria dispar**, dégagé la nécessité d'étudier très précisément l'influence des facteurs alimentaires sur les performances de croissance et de reproduction, et ce en conditions contrôlées mais en s'attachant à calquer des situations (climatiques et de régimes alimentaires) plausibles en nature (en Mamora). Nous renvoyons le lecteur aux publications issues de ce travail en cours d'achèvement.

Donc, sous l'influence d'une conjonction de facteurs favorables - forte fertilité, faible parasitisme et alimentation favorable - les chenilles de **Lymantria dispar** pullulent et consomment le feuillage des Chênes, souvent jusqu'à défoliation complète. Cette attaque survient au moment où l'arbre subit son maximum d'accroissement.

(4) : Décrit par R.G. MERCET in Fauna Iberica ; par O. BAKKENDORF : Entomol. medd. 30 (2), pp 153-155. 1965.

Nous possédons hélas très peu d'informations concernant l'impact économique de *L. dispar* sur la productivité des peuplements forestiers. Il est certain que la privation du feuillage provoque un affaiblissement de l'arbre, qui s'intensifie lorsque la défoliation se répète d'une année sur l'autre. Cet affaiblissement se répercute sur la production de glands, de bois, et de liège.

Nous ne disposons à l'heure actuelle d'aucune information sur la perte en production de bois, le Chêne-liège n'étant pas l'objet d'utilisation noble.

Le liège est récolté tous les neuf ans. Selon BOUDY, trois années successives de défoliation provoquent un déficit d'accroissement de 50 %, et de 16 % à la récolte, à l'échéance de cette rotation de neuf ans. Les dégâts sont moins importants si l'attaque a lieu longtemps après le précédent démasclage. L'impact économique dépend d'autres facteurs : la productivité des peuplements considérés, la qualité du liège et ses conditions de commercialisation.

On a estimé que des Chênes attaqués plusieurs années de suite pouvaient succomber. Cette assertion doit être tenue pour non fondée, le fait n'ayant jamais été observé. L'installation de ravageurs secondaires sur des arbres affaiblis par l'action de *L. dispar* est très plausible ; nous manquons de données à ce sujet.

La nuisibilité de *L. dispar* en Chênaie ne se mesure pas seulement en termes de perte de rendement ; cet insecte est la cause de nuisances qui peuvent être très graves localement : les forêts défeuillées perdent — peu de temps il est vrai — leur éventuel attrait touristique et surtout, la vie des habitants est perturbée (parcours modifiés, exodes lorsque les chenilles envahissent les habitations).

Mais actuellement, la nuisibilité de *L. dispar* est surtout ressentie lorsque l'animal en surpopulation s'attaque à d'autres arbres : Eucalyptus, Peuplier, Pin, Pommier et autres rosacées, dont les parcelles, même situées à distance (quelques kilomètres) des Chênes sont brusquement envahies pour peu qu'elles se trouvent dans la direction du vent. Des défoliations complètes de ces arbres, dont la production et même la vie sont mises en péril, ne sont pas rares. Jusqu'à présent il n'y a pas eu au Maroc d'adaptation durable des préférences alimentaires de *L. dispar* pour ces essences ; son cycle s'effectue toujours sur les *Quercus*. Mais des exemples étranges nous font craindre cette adaptation qui ferait de *L. dispar* un ravageur beaucoup plus

nuisible. Pour l'instant le statut de *Lymantria dispar* est celui d'un défoliateur qui s'attaque de façon spectaculaire, sans les tuer, aux Chênes, et dont on ne sait pas mesurer la nuisibilité avec ses composantes objectives et subjectives.

Toujours est-il que la demande de moyens pour juguler ces pullulations et réduire les dégâts est réelle et bien justifiée. *L. dispar*, ravageur forestier primordial aux Etats-Unis et en Europe centrale et méridionale, a fait l'objet d'un nombre considérable d'études visant à trouver une arme contre lui. Effectivement, on dispose contre lui, théoriquement de tout un arsenal (5). L'arme biologique a été employée la première au Maroc, dès 1927 par DE LEPINEY qui introduisit un oophage, lequel s'est révélé bien incapable d'empêcher les pullulations. L'arme chimique classique est utilisée avec succès pour venir à bout rapidement de populations de chenilles qui menacent des spéculations précieuses telles des pépinières ou des collections (surfaces minimales). Ces deux catégories de moyens répondent en fait à deux préoccupations distinctes qui subsistent à l'heure actuelle. En effet, on souhaite disposer d'un moyen de lutte préventif et général, à l'échelle de la forêt, pour maintenir aussi bas que possible les effectifs du ravageur ; on souhaite aussi avoir un moyen de lutte curatif, ponctuel et à effet immédiat. Pour le premier on ne peut guère envisager que la lutte biologique — au moins comme composante d'une lutte intégrée — ; pour le second, les insecticides sont irremplaçables. Mais quelle que soit la nature du moyen envisagé, on se heurte à trois inconnues : l'efficacité probable, le coût maximum envisageable compte tenu de l'intérêt économique et social escompté, les répercussions sur les autres composantes de l'écosystème. Ces inconnues ne seront levées que par des recherches appropriées, des essais et des contrôles, sans se risquer à transposer des techniques éprouvées ailleurs.

La lutte biologique — qui consiste à user contre un animal d'une arme constituée par un organisme ennemi de celui-ci — apparaît comme très séduisante : dans le cas où l'organisme auxiliaire s'adapte bien au milieu et à son hôte cette lutte se perpétue d'elle-même (automaticité), elle coûte alors très peu cher ; elle est sélective et non polluante ; en cas d'échec total on en revient à la situation antérieure. Elle nécessite des études écologiques très poussées et donc un investissement initial important en moyens de recherche. Il n'est pas assuré qu'on puisse trouver un auxiliaire efficace qui continue à agir perpétuellement ; il est

(5) : Voir notamment : Annual Review of Entomology, 1974, 19 : 197-229.

très possible qu'on doive aider constamment cet entomophage ou ce germe de maladie en le multipliant et en le répandant en nature au bon moment (lâchers inondatifs ou traitements biologiques). Dans ce cas l'avantage du très faible coût disparaît et l'on peut mettre cette façon de procéder en concurrence ou l'allier avec celle qui consiste à opérer des traitements, judicieusement, au moyen de produits de la nouvelle génération, très peu toxiques.

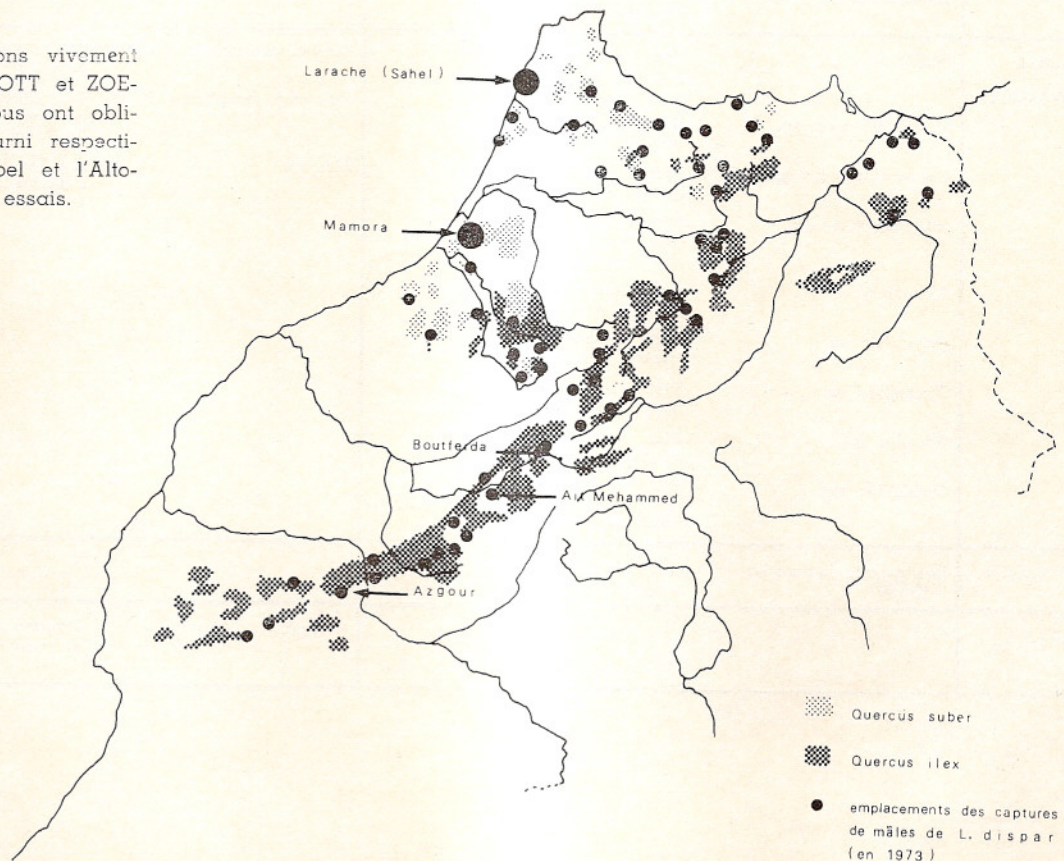
Ces produits ont le gros avantage d'être fabriqués industriellement, d'être entreposables et d'être applicables avec des moyens connus et répandus. Mais aucun d'eux n'est très spécifique. L'immensité de la forêt le fait qu'on y trouve une mosaïque de conditions particulières et le prix des interventions font que cette lutte par traitements devra être finement modulée, ce qui pose le problème de la surveillance des populations de *Lymantria dispar*. Nous ne pouvons avancer d'indication quant à l'animal ou au microbe susceptible d'être l'auxiliaire de la lutte biologique ; quant aux produits nouveaux, deux groupes sont à l'étude actuellement. Le premier est représenté par une préparation de la bactérie entomopathogène *Bacillus thuringiensis*, le Dipel (6) actif contre les larves de Lépidoptères ; le second par un mimétique de l'hormone juvénile des insectes (« juvénilisant »), l'Alto-sid (6) dont nous déterminons par des essais au laboratoire le spectre d'action et les doses efficaces. Le premier de ces produits provo-

que une mortalité quasi-immédiate des chenilles et donc la cessation de leur alimentation ; il n'atteint pas les ennemis naturels et est relativement peu coûteux ; son inconvénient théorique est que les chenilles qui échappent à son action ne risquent plus le jeûne. Le juvénilisant ne tue pas les chenilles immédiatement ; il provoque chez l'insecte des troubles de la mue, des malformations monstrueuses, même la stérilité ; ses effets sont différés. Ce second produit est encore une substance expérimentale non commercialisée. Les deux produits s'épandent facilement par avion. Dans le but d'estimer l'efficacité en nature des traitements, nous utilisons un protocole d'estimation des différents paramètres des populations d'œufs, de chenilles et de chrysalides, que nous avons mis au point.

En attendant ces nouveaux auxiliaires ou produits on intervient contre *L. dispar* avec l'arme chimique classique (Parathion) ; les risques sont minimisés par l'emploi très localisé qui en est fait ; il est impensable de généraliser de telles pratiques.

La lutte contre *Lymantria dispar*, s'il apparaît qu'elle doit être entreprise, nécessitera des recherches plus poussées notamment sur l'écologie de cet animal et de ses populations, principalement ses relations avec son hôte habituel et ses éventuels hôtes de remplacement enfin avec sa victime et son ennemi qu'est l'homme, habitant, exploitant ou responsable de la forêt.

(6) Nous remercions vivement les firmes ABOIT et ZOECON qui nous ont obligamment fourni respectivement le Dipel et l'Alto-sid pour nos essais.



ENTHOMOPHAGES DE PORTHETRIA (LYMANTRIA) DISPAR L.

(1) : espèces nouvelles pour le Maroc

Stade de l'hôte	Parasites		Prédateurs	
OEUF	Ooencyrtus obscurus MERCET (1)	Hym. Encyrtidae très abondant en subéraie, absent des forêts de Chêne-vert.	Dermestes sp.	Col. Dermestidae présent dans les stations de Cyêne- liège et de Chêne-vert.
	Telenomus sp. (1)	Hym. Scelionidae très rare.	Trogoderma versicolor CREUTZER	Col. Dermestidae présent sur Chêne-liège et sur Chêne- vert.
	Telenomus phalagnarum NEES	Hym. Scelionidae non retrouvé.	Anthrenus verbasci L.	Col. Dermestidae présent sur Chêne-liège et sur Chêne- vert.
	Schedius masii MERCET	Hym. Encyrtidae non retrouvé	Tenebroides maroccanus REITT.	Col. Ostomatidae très abondant sur Chêne-liège.
	Ooencyrtus kuwanae HOWARD	Hym. Encyrtidae non retrouvé		
OEUF ET CHENILLE (surtout malade ou morte)			Akis sp.	Col. Tenebroidae très abondant en Mamora.
CHENILLE	Apanteles solitarius RATZ.	Hym. Braconidae fréquent dans les subéraies, présent sur Chêne-vert.	Epeira sp.	Arachnide Araneide abondant en Mamora.
	Apanteles porthetricae MUES.	Hym. Braconidae fréquent dans les subéraies.	Crematogaster scutellaris OL.	Hym. Formicidae très abondant.
	Apanteles lacteicolor VIER. (1)	Hym. Braconidae très rare		
	Meteorus pulchricornis WESM.	Hym. Braconidae fréquent dans les subéraies		
CHENILLE ET CHRYSALIDE	Pimpla sp.	Hym. Ichneumonidae peu abondant en subéraie.	Scarites occidentalis BEDEL	Col. Carabidae abondant en Mamora.
	Melanichneumon sp.	Hym. Ichneumonidae rare.	Calosoma sycophanta L.	Col. Carabidae abondant dans le Jebel Tazzeke et à Ain-Fellal.
	Coccigomimus instigator FAB.	Hym. Ichneumonidae rare.	Akis sp.	Col. Tenebroidae s'attaque surtout aux individus morts ou malades.
	Ichneumonidae spp.	Hym. diverses espèces non déterminées, ra- res.		
	Sturmia sp.	Dipt. Tachinidae fréquent en subéraie.		
	Palexorista sp.	Dipt. Tachinidae fréquent en subéraie.		
	Compsilura sp.	Dipt. Tachinidae fréquent en subéraie.		
	Carcelia sp.	Dipt. Tachinidae fréquent en subéraie.		
	Tachinidae spp.	Dipt. diverses autres espèces non détermi- nées, rares.		
CHRYSALIDE	Brachymeria intermedia (NEES).	Hym. Chalcididae fréquent en subéraie.		
ADULTE			Oiseaux	Diverses espèces non déterminées ; en subéraies.

## BIBLIOGRAPHIE

Nous nous contenterons de dresser la liste des articles publiés au Maroc concernant *Lymantria dispar*. La littérature mondiale sur cet insecte et les problèmes qu'il soulève est énorme et inabordable par le lecteur de cette brève présentation.

- DE LEPINEY J. 1927. Les insectes ennemis du Chêne-liège dans les forêts du Maroc. Ann. épiph. Paris, XIII, 145-174.
- DE LEPINEY J. 1928. Les insectes nuisibles au Chêne-liège dans les forêts du Maroc. Ann. épiph. Paris, XIV, 313-321.
- DE LEPINEY J. 1929. Lutte biologique contre *Lymantria dispar*. Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc IX, 13.
- DE LEPINEY J. 1930. Contribution à l'étude du complexe biologique de *Lymantria dispar*. Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc XXIII, 100 pp.
- DE LEPINEY J. 1932. Le rôle de la direction des Eaux et Forêts du Maroc et de l'Institut Scientifique Chérifien dans la lutte biologique entreprise contre *Lymantria dispar* L. à l'aide de *Schedius kuwanee*. C.R. Congrès Intern. Entom. Paris, 807-812.
- DE LEPINEY J. 1933. Vision ocellaire de *Lymantria dispar*. Bull. Soc. Nat. Maroc, XIII, 116.
- FERRIERE. 1927. Les parasites et hyperparasites de *Lymantria dispar* au Maroc. Ann. Epiph. Paris, XIII, 175.
- JOURDAN M. 1925. Observations sur les Macrolépidoptères du Maroc. Rev. path. vég. ent. agr. France, XXII, 143.
- LE CERF F. et TALBOT G. 1928. Lepidoptera collected during a zoological mission to the Great Atlas of Morocco, 1927. Bull. Hill. Museum, London, II, 107.
- ROTHSCHILD (Lord) 1925. On the Lepidoptera collected in Morocco by Dr. E. HARTET and F. YOWN in april and may 1924. Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc, V, 324-345.
- RUNGS C. 1935. Notes de Lépidoptérologie marocaine. Rev. path. vég. ent. agr. France, XXII, 168-179.
- RUNGS C. 1937. Un nouvel ennemi du Chêne-liège au Maroc. Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc, XVII, 14.
- SCHINDLER Me. 1921. *Lymantria dispar* en forêt de la Mamora. Bull. Soc. Nat. Maroc, I, 101, 140, 144.
- SCHINDLER Me. 1923. *Lymantria dispar* en forêt de la Mamora. Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc, III, 91.
- SCHINDLER Me. 1924. *Lymantria dispar* en forêt de la Mamora. Bull. Soc. Sci. Nat. Maroc, IV, 57.

---

N.B. : Il nous est agréable de citer ici, pour les remercier, les noms de ceux, assistants, techniciens et ouvriers, qui ont collaboré avec nous pour nos études sur *Lymantria dispar* :

M. JARRY (entomologiste-biométricien, professeur à Kénitra) ; Mlle BOUKADMI ; Mmes MASSACRIER et VILAND, MM. LAFONT et VEIN, AGAJA, LYOUSOUFL, MAHJOUBI et FARISSI (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II) ; MM. KHAYA, AMARTINI, EL WARDI

(Station de Recherches et d'Expérimentations Forestières).

Nos remerciements vont également à MM. DREA et FUESTER (European Parasite Laboratory), HURPIN et JOURDHEUIL (I.N.R.A.), PINET (I.N.A.) et CHARARAS (C.N.R.S.) pour leur aide et leurs conseils.

Une partie des résultats exposés dans cet article ont été obtenus dans le cadre du « Programme LYMANTRIA DISPAR » grâce à l'appui de l'U.S.D.A. (P.L. 480. Grant FG-MO-102 ; Project n° F12-ENT-1).

# QUELQUES PROBLEMES POSES PAR LE CHOIX DES SEMENCES ET PAR LES TECHNIQUES DE PRODUCTION DES PLANTS DE TOMATE AU MAROC

Mohamed BESRI

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

B.P. 704 Rabat-Agdal (Maroc)

## I - INTRODUCTION

Au Maroc, la presque totalité des semences des plantes maraichères (Pomme de terre incluse) est importée. Cette importation anarchique, puisque non contrôlée, pose des problèmes graves, mettant l'agriculteur dans des situations parfois difficiles. En effet, c'est du choix de la semence d'abord et de la production du plant ensuite que va dépendre la future récolte.

Les techniques de production de plants sont rudimentaires. Les soins donnés aux pépinières sont parfois inexistantes. Aussi, dans cet exposé, donnerons-nous une idée sur le mode de choix des semences par les Agriculteurs au Maroc, sur les problèmes issus de ce choix, sur l'impact des techniques de production des plants sur la récolte, enfin sur la protection sanitaire des pépinières.

## II - CHOIX DES SEMENCES

Les plus importantes maisons productrices de semences potagères sont représentées au Maroc (Vita, Vilmorin, Tezier, Clause, Caillard etc...). Le seul guide susceptible d'orienter le choix de l'agriculteur ou plutôt d'orienter la vente de tel ou tel type de semence est le marchand

grainier. En effet, dans le cas de la Tomate par exemple, la notion de variété est inconnue de l'agriculteur. Il n'existe pour lui que le « Type lisse », le « type cotelé », les variétés résistantes à un seul « Fil » (Fusarium ou Verticillium) ou à deux « Fils » (Fusarium et Verticillium). C'est le marchand grainier qui joue donc le rôle de conseiller et qui se charge du choix de la variété. Ainsi, lorsque l'agriculteur a une terre fatiguée, ayant porté plusieurs cultures successives de Tomate, le marchand lui fournit des semences souvent résistantes au Verticillium (ECLAIREUR VR pour le type lisse, MARMANDE VR pour le type cotelé). Par contre, lorsque la terre est encore neuve et reposée, ce sont les variétés sensibles au Fusarium et au Verticillium qui ont sa préférence.

Cette situation rend donc difficile tout travail d'enquête visant à apprécier le degré de résistance ou de sensibilité des différentes variétés utilisées au Maroc, puisque l'Agriculteur lui-même ignore les variétés utilisées. Ainsi, au cours de nos prospections, nous rencontrons souvent des parcelles portant des variétés de Tomate supposées être résistantes au Fusarium ou au Verticillium ou aux deux à la fois, mais qui présentent de nombreux cas de flétrissement. Les variétés ECLAIREUR VR et MARMANDE VR par exem-

ple, la première cultivée comme Tomate d'automne et la seconde comme Tomate de primeurs, deviennent pratiquement inutilisables dans certaines parcelles tant le pourcentage de plantes flétris par le *Fusarium* et le *Verticillium* est important. Les souches de *Verticillium* existant au Maroc sont peut être différentes de celles existant ailleurs et contre lesquelles la sélection a été faite, mais ces variétés résistantes ailleurs peuvent aussi ne pas l'être dans nos conditions.

A la lumière de ces observations, il s'avère donc être important de connaître le comportement des différentes variétés importées. Ce comportement est actuellement étudié par des organismes tels que la DRA (Direction de la Recherche Agronomique), l'O.C.E. (L'Office de Commercialisation et d'Exportation), les ORMVA (Office Régional de Mise en Valeur Agricole). Cependant, les conditions particulières rencontrées dans les stations expérimentales de ces organismes sont complètement différentes de celles existant chez l'agriculteur. Les stations ont par exemple des terres reposées par de longues rotations culturales, les agriculteurs ont généralement des terres fatiguées par de nombreux retours de la même culture sur elle-même. Aussi, des études précises de résistance à certaines maladies et particulièrement aux agents des trachéomycoses doivent elles être entreprises dans des conditions représentatives de la situation.

### III - PRODUCTION DES PLANTS

Les plants des cultures maraichères sont généralement produits en pépinière, puis repiqués ensuite dans les parcelles.

Les pépinières de Tomate revêtent différentes formes suivant les agriculteurs et suivant les régions. Certains aménagent des couches de semis réservées exclusivement à la préparation des plants, d'autres utilisent la parcelle de Tomate elle-même comme pépinière en semant leurs graines à forte densité.

Ces deux techniques sont valables tant qu'on utilise des variétés classiques. En effet, le prix du kg de semences des variétés de tomates actuellement utilisées au Maroc varient entre 150 DH et 400 DH. Il est à préciser qu'un kg de semence contient 400.000 graines environ dont seulement 30.000 deviennent des pieds de tomates avec ces techniques classiques. Comme il y a environ 20.000 pieds de Tomates à l'ha, on ne peut cultiver qu'à 1,5 ha avec un kg de semences.

Cependant et enfin de satisfaire la demande des consommateurs, nous commençons à tester

des tomates hybrides dont le prix au kg de semence est très élevé (6.000 à 7.000 DH). En prenant en considération les remarques précédentes, le prix de revient de chaque plant devient prohibitif (20 centimes le plant), [et il faudrait investir 6.000 à 7.000 DH uniquement en semences à l'ha]. Aussi, **afin d'amener le prix de revient du plant** à un niveau de rentabilité suffisant certains agriculteurs commencent-ils à adopter le système des mottes ; ce système permet d'obtenir en pépinière 300.000 plantes par kg au lieu de 30.000 permettant ainsi de repiquer près de 15 ha. Le prix du plant est aussi rabaisé de 20 centimes à 2 centimes.

### IV - ETAT SANITAIRE DES SEMENCES ET DES PLANTS :

Les agents pathogènes qui attaquent les plantules au moment de la germination et de la levée se développent à partir du sol ou des semences ou des deux à la fois. Donc, quelque soit la méthode utilisée pour l'obtention des plantules, une attention particulière doit être donnée, d'une part à l'état sanitaire des semences, d'autre part à la protection des plants.

De nombreuses maladies importantes des cultures maraichères peuvent être transmises par les semences. Nous citerons l'Alternariose de la Tomate, du chou, du radis, les *Ascochyta* sur Pois, le *colletotrichum* sur haricot etc... De fortes attaques précoces peuvent entraîner la destruction complète des plantules. Aussi, la désinfection des semences, opération généralement effectuée par les maisons productrices, est-elle une opération indispensable.

Certains agents pathogènes du sol polyphages tels que *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora*, Nématodes, pour ne citer que les principaux, attaquent les plantes maraichères soit au premier stade de la levée soit après la levée. Tant que les variétés classiques de Tomates seront utilisées (prix bas au kg), la perte de quelques plantes en pépinière ne peut greffer le prix de revient du kg de Tomate. Cependant, et comme nous l'avons souligné plus haut, avec les tentatives d'introduction d'hybrides, les pertes dues à ces agents de fontes de semis peuvent atteindre des chiffres importants.

Une autre conséquence d'un mauvais état sanitaire de la pépinière est la propagation des maladies par l'intermédiaire des plantules d'une parcelle à une autre ou même d'une région à une autre. En effet, il est fréquent d'observer sur des tomates adultes par exemple, cultivées sur terrains neufs, des galles de Nématodes ou des attaques du pied par **Phytophthora** ou **Didymella**.

Ainsi, la circulation des plants d'une parcelle à une autre ou d'une région à une autre peut être un facteur important dans la dissémination des maladies d'une part, et dans leur introduction dans des régions indemnes d'autre part. L'Agriculteur doit donc donner un soin particulier à ses pépinières. Celles-ci doivent être installées sur des terres neuves n'ayant jamais portés de cultures maraichères, ou sur des terres périodiquement désinfectées avec des fongicides et des nématicides.

## V - CONCLUSION :

Si l'agriculteur accorde une attention particulière au choix des semences, à la confection

des pépinières et à la production des plants, les risques de ne pas réussir un semis, d'avoir des plants chétifs deviennent minimes. Cependant, si les semences commercialisées ne sont pas adaptées aux conditions locales, tout effort fourni par l'agriculteur serait vain. Aussi, faudrait-il un contrôle strict de toutes les semences importées, connaître leurs performances dans des stations de recherches représentatives des conditions locales. Il faut aussi aider les agriculteurs dans le choix des semences et non pas les laisser à la merci des marchands grainiers. Tout ceci ne peut être réalisé qu'en adoptant un règlement de contrôle de plants et semences et en formant des équipes de vulgarisateurs.



**SOMET** - Ingénierie et conseil

2, rue Fechtala - RABAT

Tél. 251-48 - 328-83

### DOMAINES D'INTERVENTION

- DIVISION INGENIERIE** — GENIE RURAL : agronomie - pédologie - irrigation gravitaire et par aspersion - remembrement - lotissement - topographie
- GENIE CIVIL : bâtiments - grands ouvrages
- TRAVAUX PUBLICS : routes - ponts - adduction - distribution assainissement traitement de l'eau
- GENIE INDUSTRIEL : architecture - process dans toutes branches industrielles
- ECONOMIE : factibilité de projet - études sectorielles
- DIVISION SOMETEG** : mission complète de maître d'ouvrage délégué (planification - pilotage - ordonnancement)
- DIVISION SOMIFOS** : formation - informatique - conseil en organisation pour entreprises publiques et privées - avec concours CEGOS et SLIGOS

# l'Enracinement de quelques Plantes Cultivées, en Sol Sableux Tasse

François PAPY

avec la collaboration technique de  
Mr. Abdelkader ERRADI et de Melle

Danielle WILLEMS.

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.  
Département d'Agronomie.

## Résumé

*A la suite d'observations au champ sur l'enracinement de la fève et du pois-chiche en sol sableux, un essai en pots a été mis en place dans le but de comparer les capacités d'enracinement, de ces plantes à celles du tournesol et du maïs. L'essai a été réalisé avec une terre sableuse à deux niveaux de tassement. L'allure des courbes de croissance, les données de matières sèche des parties aériennes et des racines, les observations visuelles de racines au cours du dépotage montrent des comportements très différenciés. La fève et dans une moindre mesure le pois-chiche ont manifesté de faible capacité à s'enraciner en sol sableux tassé. L'enracinement est meilleur dans le cas du tournesol : c'est le fait des racines latérales qui sont fines; le pivot du tournesol au contraire manifeste une sensibilité au tassement plus grande encore que celui de la fève... Les racines séminales du maïs pénètrent relativement bien dans un sol à faible porosité mais les racines secondaires semblent affectées.*

*Ces résultats confirment de nombreuses autres observations faites au champ. Leur intérêt est qu'elles permettent de classer les plantes entre elles quant aux exigences mécaniques de l'enracinement.*

## INTRODUCTION

1 — La capacité de pénétration des racines des plantes dans un sol de porosité donnée varie selon l'espèce. Le diamètre de la coiffe n'est pas le même selon les plantes ; or, ce diamètre ne diminue pas pour pénétrer dans des pores de taille inférieure (WIERSUM - 1957). C'est donc là

une des raisons de différenciation du comportement des plantes. Mais, de plus les racines peuvent mettre en jeu des forces de pénétration plus ou moins grandes. On comprend que de nombreux auteurs aient cherché à mesurer, pour différentes espèces, des densités apparentes critique du sol, au-delà desquelles l'enracinement est entravé. (Tableau 1).

TABLEAU I : Densité apparente critique (g/cm<sup>3</sup>).

<i>textures plantes</i>	<i>Sableuse</i>	<i>Sablo-limoneuse</i>	<i>limono-sableuse</i>	<i>argileuse</i>
Avoine	1,50 (Schurmann 1968)			
Blé			1,5 — 1,7 (BARLEY - 1965)	
Coton		1,55 — 1,85 (Taylor - Gardner 1963)		
Maïs			1 — 1,8 (Mazurak - Pohlman 1968)	0,9 — 1,3 (Phillips 1962)
Orge	1,40 - 1,65 (Greacen 1968)			
Poids	1,40 - 1,68 (Greacen 1968)	1,1 — 1,7 (Eavis 1967)	1,5 — 1,7 (BARLEY - 1965)	
Soja			1 — 1,8 (Mazurak - Pohlman 1968)	
Tabac		1,50 (De Roo 1968)		

Mais ces résultats qui comportent des fourchettes souvent grandes ne font pas apparaître d'exigences particulièrement différentes d'une plante à l'autre ; cela peut s'expliquer pour les raisons suivantes :

a) pour des textures différentes, une même valeur de la densité apparente ne représente pas les mêmes classes de taille de pores ;

b) la pénétration des racines dans les pores dépend de leur rigidité qui diminue quand l'humidité augmente : phénomène non pris en compte par la densité apparente et qui est plus ou moins marqué selon la texture ;

c) SCHUURMAN (1965) a montré qu'une discontinuité dans la porosité des horizons (horizons de densité apparente différente) avait une influence défavorable sur l'enracinement par rapport à des profils de densité homogène et égale à la plus forte densité de la situation discontinue.

Les observations faites par GREACEN, BARLEY et FARREL (1969) avec photographies stroboscopiques peuvent en partie expliquer ce phénomène : la progression des racines se fait mieux

là où les racines ont des chances de prendre des chemins verticaux à travers les pores du sol. Or, toute discontinuité dans la porosité perturbe la continuité des pores.

De ces trois raisons, il ressort que si l'on veut comparer différentes espèces quant à leur capacité respective de pénétrer dans le sol, il faut les placer dans des conditions identiques, la seule référence de densité apparente ne suffisant pas à caractériser les conditions mécaniques de l'enracinement.

2 — Des observations de terrain en sol sableux (région de Rabat et de Larache) ont montré que l'enracinement des fèves était très défectueux et en général ne dépassait pas le fond de la couche travaillée, tandis que dans les mêmes conditions de préparation du sol, les racines de blé atteignaient des profondeurs bien plus grandes. L'enracinement superficiel de la fève s'est traduit par une mauvaise alimentation hydrique en fin de végétation (poids des graines de fève très inférieur aux valeurs habituelles).

Dans le même type de sol, une parcelle très hétérogène de pois-chiche a donné lieu aux observations suivantes :

— certains endroits présentaient un feuillage vert et abondant (zone 1) d'autres au contraire un feuillage jaune et peu développé (zone 2). Des profils culturaux ont été faits le 21-05-74 dans ces deux zones. On y décèle nettement dans les deux cas, un fond de labour à 10 - 12 cm

au-dessous duquel le tassement est différent : fort en Z2, plus faible en Z1. L'enracinement est nettement moins profond et surtout moins largement divisé dans la zone 2.

Ces observations sont résumées dans le tableau suivant :

TABLEAU II - Observations sur l'enracinement des pois-chiches.

Zones	Enracinement		Densité apparente du sol (g/cm <sup>3</sup> )	
	profondeur max du pivot	abondance des racines secondaires	horizon labouré jusqu'à 12 cm	à 20 cm
Zone 1	40 cm	abondantes entre 20 et 40 cm	1,40	1,5
Zone 2	29 cm	inexistantes au dessous de 20 cm	1,40	1,58

Dans les deux zones, on a pu observer des nodosités. Ce n'est donc pas l'absence de ces dernières qui peut expliquer la déficience de végétation en zone 2, d'autant plus que le pois-chiche peut donner une croissance active même avec un faible effectif de porosité. (MOLINA — Communication orale).

Ces observations montrent :

a) la grande sensibilité des sols sableux au tassement ; (HENIN et al (1969) indique que c'est dans ce type de texture ainsi que dans les textures limono-sableuses que l'on trouve plus couramment de fortes densités apparentes).

b) la sensibilité des légumineuses à graines à une insuffisante porosité, ce qui a été plusieurs fois observé au champ (SEBILLOTTE 1963).

A notre sens, ces faits peuvent constituer une des raisons de la faible présence au Maroc des fèves en sol sableux, sauf dans les jardins ameublés profondément à la sape et très enrichis en matière organique.

Pour caractériser le comportement des racines de la fève et du pois-chiche, nous avons fait un essai en pot en les mettant en comparaison avec deux autres plantes : l'une à système racinaire pivotant (le tournesol), l'autre à système fasciculé (le maïs). Nous avons utilisé un sol sableux en raison de la facilité que l'on a à le tasser de façon standardisée. Les observations faites, quoique sommaires, portent sur la différenciation du système racinaire, et sur la production de matière sèche totale.

### PROTOCOLE

On a utilisé des pots drainants en plastique de 22 cm de hauteur et 16 cm de diamètre.

La terre utilisée avait la composition granulométrique suivante : Argile : 7 %, Limon fin : 0 %, limon grossier : 5 %, sable fin : 72 %, sable grossier : 16 %, matière organique : 0,6 %. Une fertilisation phosphopotassique de 0,1 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 0,1 g de K<sub>2</sub>O par kilo de terre sèche a été réalisée avant le remplissage des pots ; on a mis en fin de remplissage et avant semis 0,20 g d'azote par pot sauf pour la fève et le pois-chiche.

Maïs, tournesol, pois-chiche et fève ont été semés à raison de 3 graines par pot.

Deux séries de pots ont été remplis avec deux niveaux de tassement : dans chacune des 2 séries en avait deux pots par espèce.

Dans la série non tassée, les pots ont été remplis avec du sol à l'état sec ; le tassement s'est fait naturellement sous l'action des irrigations par pulvérisations. Avant le semis des plantes, chaque pot a reçu 35 mm d'eau par pulvérisation douce.

Dans la série tassée, le remplissage s'est fait avec la même terre à 10 % d'humidité (valeur voisine de l'humidité à la capacité au champ) tassé au maximum à la main. Seul, le dernier cm de terre dans lequel était placé les graines n'a pas été tassé.

La densité apparente des 2 niveaux de tassement a été mesurée sur 2 pots témoins sans culture qui ont reçu le même régime hydrique

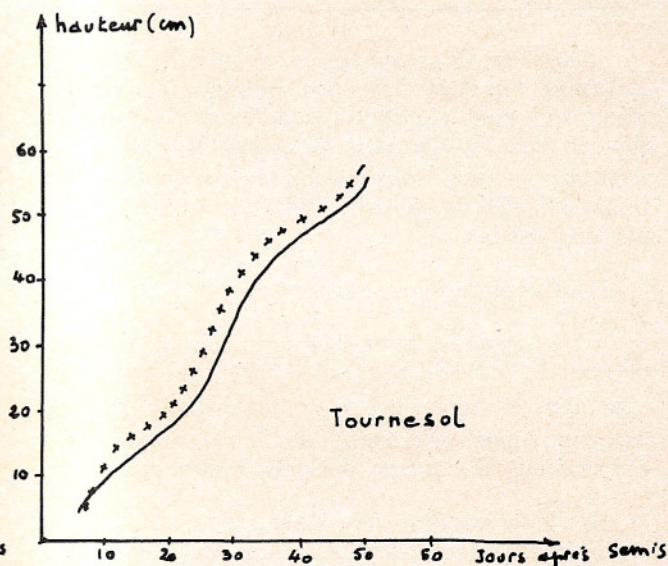
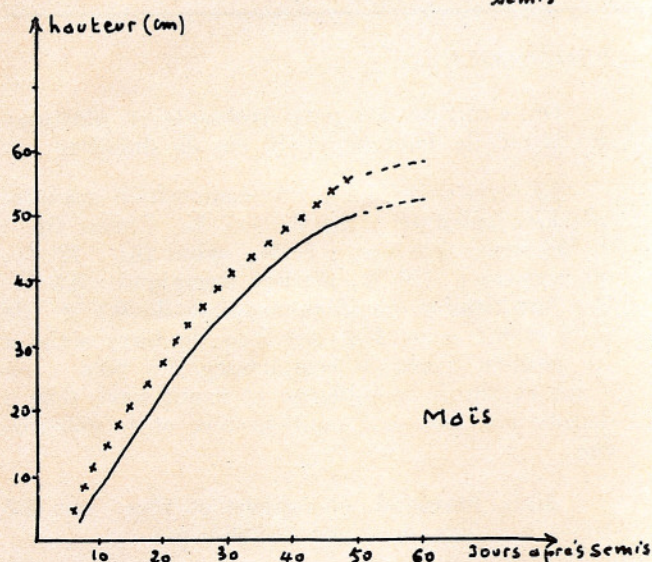
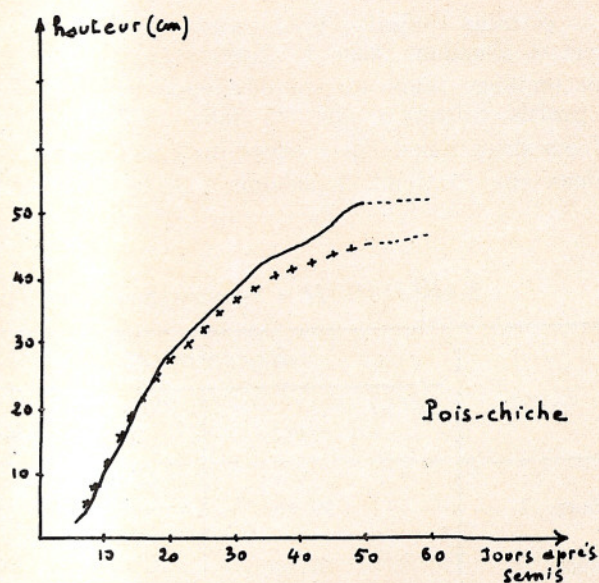
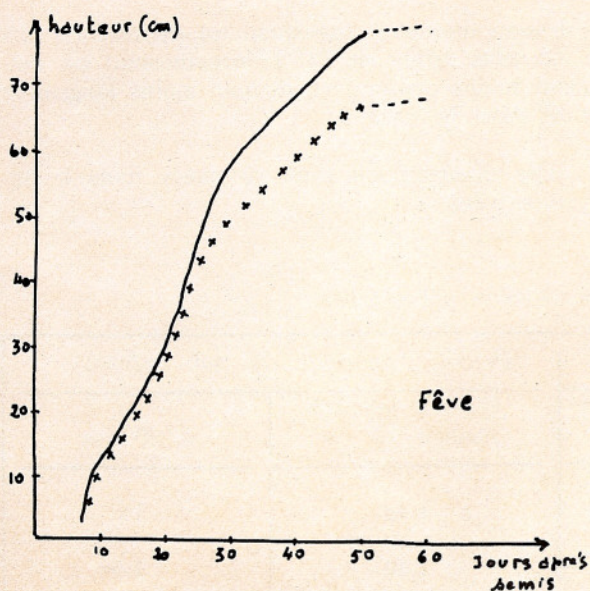


Fig 1. Croissance en hauteur des différents traitements.  
( — tassement faible ; + + + tassement fort.)

que les autres pots de l'essai. Le poids de terre sèche et la mesure du volume en fin d'essai ont permis de mesurer les densités apparentes moyennes des pots ; elles étaient de 1,40 pour le tassement faible et de 1,60 pour le fort. Au cours du dépotage, on a pu mesurer à l'anneau des densités apparentes dans les horizons où il n'y avait pas de racines (cas de la fève et du pois-chiche dans le fort tassement) et nous avons retrouvé la valeur de 1,6.

Tout au cours de l'essai, les pots ont reçu une même alimentation hydrique par pulvérisation, maintenant le sol à une humidité voisine de la capacité au champ.

Au cours de l'essai, la croissance en hauteur des différentes plantes a été suivie. En fin d'essai, on a pesé la matière sèche des parties aérien-

nes, et des racines, fait des observations sur le stade de développement, sur l'enracinement (profondeur, forme des racines). Les deux séries n'ont pu être dépotées le même jour mais à 10 jours d'intervalle, d'où des valeurs plus fortes de matière sèche dans la deuxième série. Mais la comparaison entre faible et fort tassement est toujours possible.

## RESULTATS

### 1 — Courbes de croissance

La croissance en hauteur est représentée sur la figure I. On a tracé pour les établir les croissances moyennes des trois plantes des différents pots. Mais alors que l'on constate qu'à l'intérieur d'un même pot en a des plantes assez différentes,

dès lors que l'une d'entre elle a germé plus en retard, les courbes représentant la moyenne d'un pot, se superpose exactement quand on a à faire aux 2 répétitions d'un même traitement. Autrement dit entre les trois plantes d'un pot, il y a de forts compensation mais la moyenne de ces plantes caractérise bien le traitement fort ou faible tassement du sol. Ceci donne du poids aux différences de croissance entre traitements.

Chaque courbe représente donc la moyenne de 2 pots (6 plantes). Sauf dans le cas du tournesol où l'on a dû éliminer un pot à tassement faible et à un tassement fort car il y avait dans les deux cas une graine qui avait germé nettement plus en retard que les autres.

Ces courbes décèlent deux types de comportement :

— la fève et le pois-chiche ont dans les pots à tassement faible, une croissance plus forte que dans ceux à tassement fort ; au départ, les deux courbes sont voisines mais l'on constate un décrochement net à partir du 25ème jour pour la fève et un moins net à partir du 30ème jour pour le pois-chiche.

— le maïs et le tournesol manifestent une croissance plus forte dès le départ dans les pots à tassement fort ; la différence est nette dans le cas du maïs, beaucoup plus faible dans le cas du tournesol. Par la suite, l'évolution des deux traitements se fait à peu près parallèlement avec semble-t-il un rattrapage de la faible densité pour le tournesol et au contraire une accentuation de l'écart pour le maïs.

## 2 — Matière sèche à la récolte

Sur le Tableau III figurent les résultats élémentaires des pesées de parties aériennes (a) et des racines (r) par pot ainsi que les moyennes des deux répétitions, les sommes et rapports.

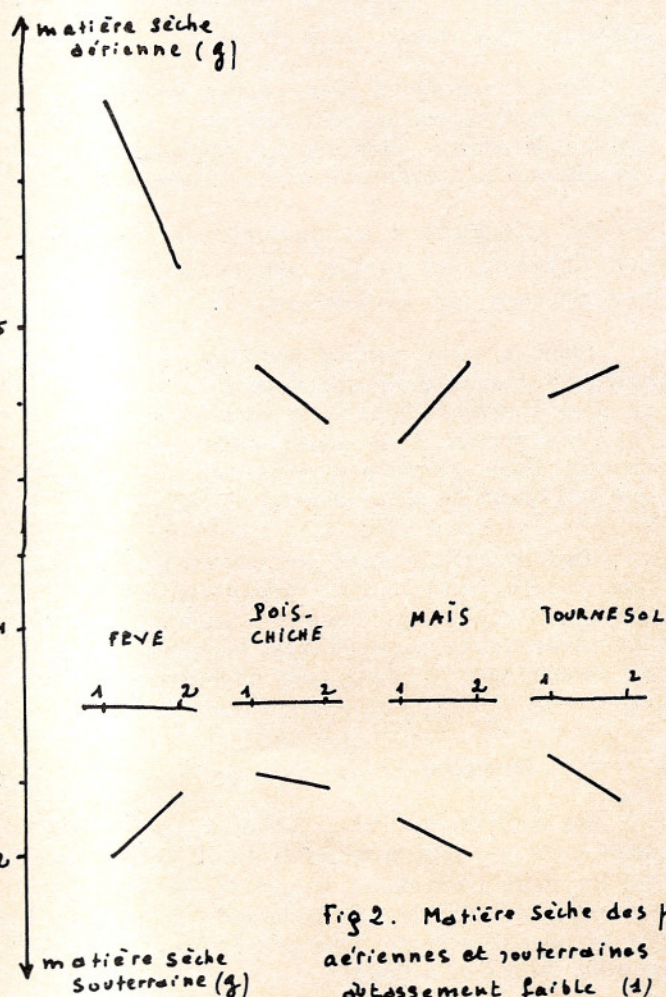


Fig 2. Matière sèche des parties aériennes et souterraines à tassement faible (1) du tassement fort. (2).

TABLEAU III — Matière sèche des parties aériennes (a) et des racines (r) des différents traitements (eng).

	da	MAIS		TOURNESOL		FEVE		POIS-CHICHE	
		1,4	1,6	1,4	1,6	1,4	1,6	1,4	1,6
répétition 1 50 jours	a	2,54	3,15	—	—	8,24	5,15	3,47	3,44
	r	0,93	1,12	—	—	2,07	0,82	0,59	0,62
répétition 2 60 jours	a	4,36	5,88	4,03	4,44	7,83	6,56	5,56	4,1
	r	2,30	2,97	0,74	1,36	1,89	1,54	1,23	1,43
moyenne de 3 plantes	a	3,45	4,51	4,03	4,44	8,03	5,85	4,51	3,77
	r	1,61	2,04	0,74	1,36	1,98	1,18	0,91	1,02
	a+r	5,06	6,55	4,77*	5,80*	10,01	7,03	5,06	4,79
	a/r	2,14	2,21	5,44*	3,26*	4,05	4,9	4,95	3,7

\* sur 3 plantes seulement ; pour les autres traitements, les sommes et les rapports portent 6 plantes.

La figure 2 représente par traitements les moyennes des valeurs de  $a$  et de  $r$ .

Dans le cas de la *fève*, parties aériennes et racines sont nettement affectées par le tassement et les racines plus que les parties supérieures puisque  $a/r$  augmente avec le tassement.

Le *pois-chiche* a un comportement quelque peu différent, les parties souterraines semblant peu affectées par le tassement.

Pour le *maïs*, parties aériennes et racines augmentent avec la densité apparente, ce qui est en accord avec l'allure de la croissance (fig. 1). Les deux parties de la plante augmentent sensiblement dans les mêmes proportions ( $a/r$  presque égal pour les deux densités de sol).

Dans le cas du *tourne-sol*, on ne peut conclure avec la même sûreté puisqu'une des deux répétitions a dû être éliminée ; racines et parties aériennes augmentent avec le tassement du sol comme pour le maïs mais de manière moins accentuée.

### 3 — Observations au dépôtage

Les observations sur le *stade de développement* n'ont pas mis en évidence de différence entre les deux traitements ; dans le cas du maïs toutefois, on constate que la base de la panicule est un peu plus haute dans le traitement à forte densité du sol qu'à faible.

Des observations visuelles de racines mettent par contre en évidence des comportements très différents que nous décrivons ci-dessous.

#### a) fève :

A densité faible (photo 1), les pivots qui mesurent 7 mm au collet environ, atteignent facilement le fond du pot, en diminuant progressivement de diamètre ; l'ensemble du pot est bien exploité par les racines. Ces dernières, lorsqu'elles arrivent au contact du pot, s'épaississent à leur extrémité ; les nodosités sont abondantes jusqu'à 15 cm environ de profondeur.

Dans les pots à densité apparente forte (1,6), l'enracinement s'arrête vers les profondeurs de 6 à 7 cm, même le long des parois des pots. Les pivots qui au collet mesurent 7 mm de diamètre ont une épaisseur qui diminue très vite et sont très tortueux (photo 2). On ne voit pas de nodosités au delà de 2 à 4 cm de profondeur.

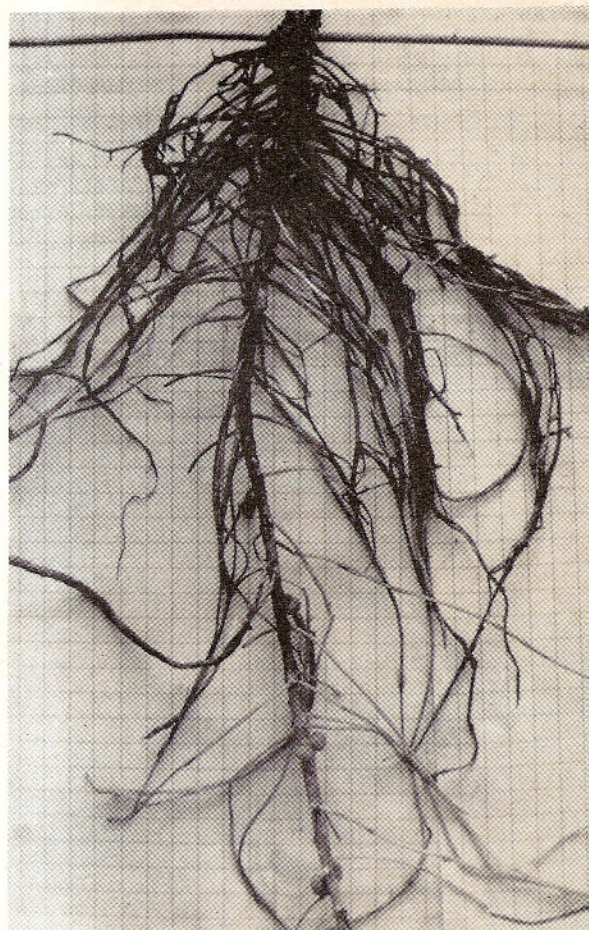


Photo 1 : Fève ;  $d = 1,4$

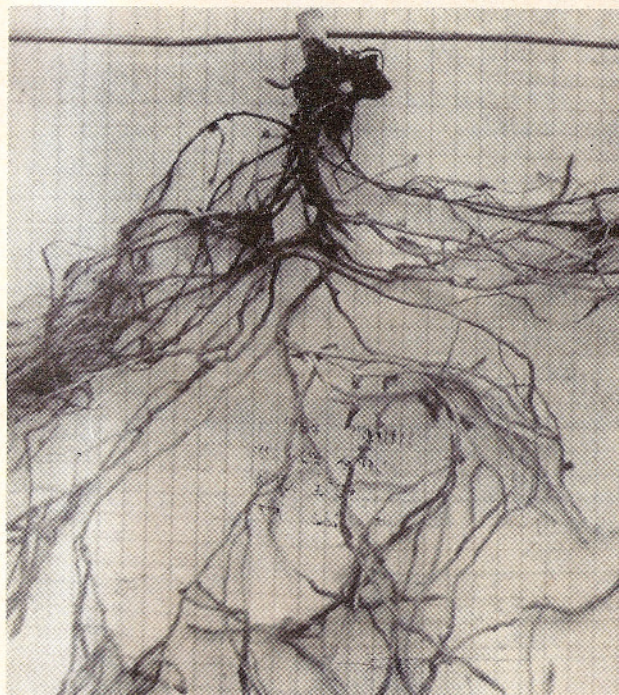


Photo 2 : Fève ;  $d = 1,6$

Les racines ne paraissent pas de se ramifier plus abondamment que dans les pots à faible tassement : près de la surface certaines d'entre elles sont nécrosées.

b) *Pois-chiche* :

Dans les pots à tassement faible (photo 8) les pivots, plus fins que ceux de la fève descendant jusqu'au fond du pot, les racines ramifiées sont fines, longues et fragiles.

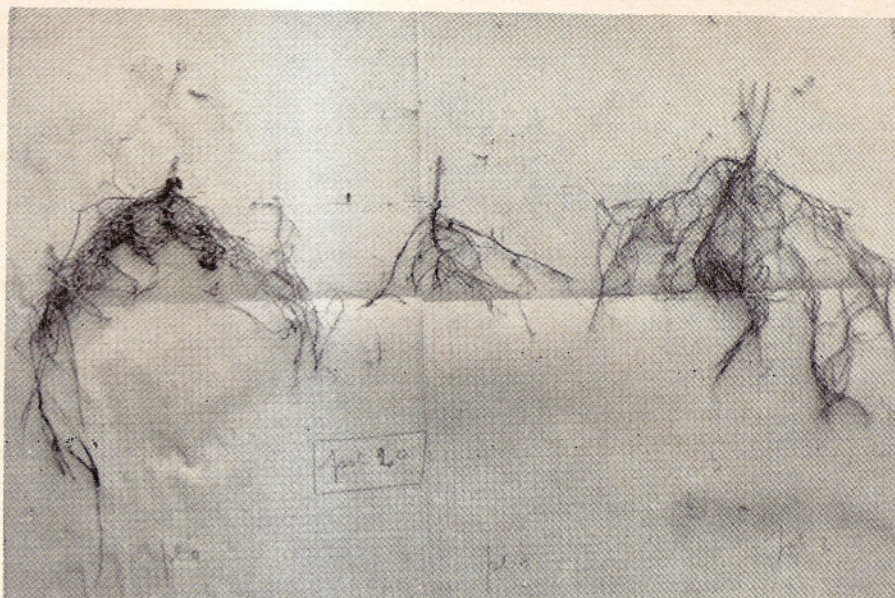


Photo 4 : pois-chiche ; d = 1,6

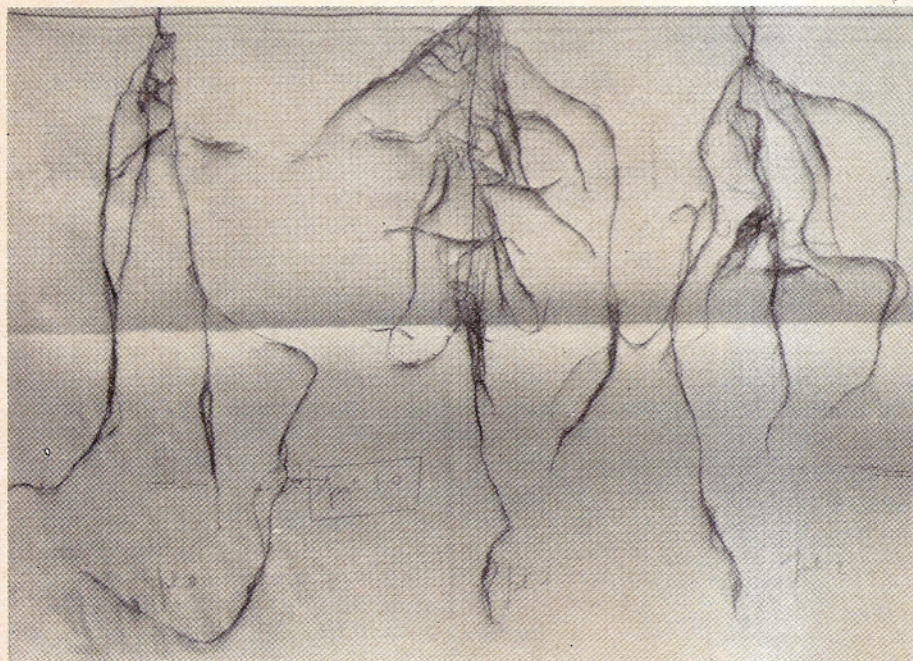


Photo 3 : pois-chiche ; d = 1,4.

Dans l'autre traitement (photo 4) les pivots ne dépassent pas 8 cm ; ils sont tous courbés et tortueux ; par contre, la ramification est plus poussée que dans le traitement à tassement faible et les racines secondaires s'hypertrophient. Dans aucun des 2 cas, on n'observe de nodosités.

c) *Maïs* :

La longueur générale du système racinaire est la même pour les deux densités et le système séminal présente le même aspect. Ce sont les ra-

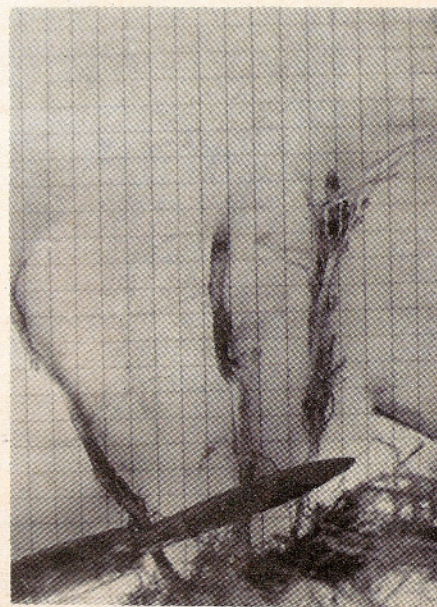


Photo 5 : Maïs ; d = 1,6

cines adventives qui diffèrent quelque peu dans leur morphologie, elles sont souvent déformées dans le cas du tassement fort : elles présentent des épaisseurs variables, fines, près de leur insertion sur la tige, elles sont souvent renflées à leur extrémité. (Photo 5). Dans les zones de renflement, elles ne sont pas ramifiées, mais les ramifications au dessus de ces zones semblent abondantes en tassement élevé. Des observations similaires ont été réalisées au champ (DALLEINE 1971).

d) *Tournesol* :

La photo relative au tournesol (photo 6), montre que même pour la densité ap-

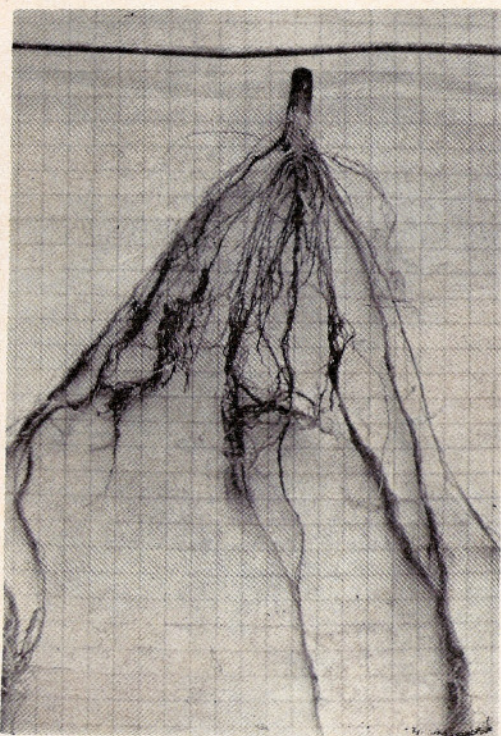


Photo 6 : Tournesol ;  $d = 1,4$

parente du sol de 1,4, croissance du pivot est totalement arrêtée. Cette caractéristique est nette sur toutes les plantes observées y compris celles dont on n'a pas pris en compte la mesure de poids de matière sèche. Le système pivotant du tournesol est donc plus sensible encore à une faible porosité du sol que celui de la fève, ou du poids-chiche ; par contre, les racines latérales qui dans les deux traitements sont très fines paraissent plus nombreuses et plus ramifiées dans le traitement à densité apparente de 1,6, mais ne présentent pas de déformation bien visible comme dans le cas du maïs ou du pois-chiche. On retrouve ici, un phénomène déjà signalé par de nombreux auteurs, par exemple DEFFONTAINES, COCHARD, ROLLIER, DEVEVEY 1967 à savoir la grande sensibilité de l'enracinement du pivot du tournesol qui peut être compensé dans une certaine mesure par l'émission d'un important « bol racinaire » fait d'une quantité notable de racines fines. Dans de telles conditions le tournesol est très sensible à la verse, car c'est en fait le pivot qui joue le rôle d'ancrage. Nous

venons de montrer que la sensibilité du pivot de tournesol est plus grande encore que celle de la fève, d'où la nécessité d'avoir des profils particulièrement meubles pour cette culture si on veut limiter les risques de verse.

#### DISCUSSION - CONCLUSION

1 — L'utilisation de petits pots comme ceux que nous avons pris, présente des inconvénients pour étudier l'enracinement. Tout d'abord parce que la profondeur s'en trouve limitée. Au stade 8 feuilles (stade que nous avons atteint en fin d'essai) BREZGIC et KASTORI (1964) notent que les racines de maïs peuvent atteindre 1 m en condition très favorables. Il s'en suit qu'en pot, le système racinaire est modifié par rapport aux conditions naturelles ; les parois peuvent représenter des obstacles pour les racines et induire d'éventuelles déformations (1). Par ailleurs, dès lors que la masse racinaire a pu remplir l'ensemble du pot, la quantité d'éléments nutritifs peut s'avérer insuffisante alors qu'elle ne l'aurait pas été dans un sol en place si la plante était capable d'étendre son volume d'exploration.

Il faut donc savoir tenir compte de ces faits dans l'interprétation des résultats. De tels essais, par contre, permettent de comparer assez facilement le comportement de différentes espèces auxquelles on fait subir un même traitement.

Dans notre essai, le maïs et le tournesol ont manifesté une meilleure croissance dans les pots à tassement fort. Pour les deux traitements, l'ensemble des pots est bien exploité par les racines. Ce qui laisserait à penser que ces deux plantes peuvent supporter des tassements forts en sols sableux. On note toutefois des déformations très nettes des racines adventices de maïs à densité élevée. Ce qui pourrait augmenter chez le maïs la sensibilité à la verse, car pour cette plante contrairement au tournesol, ce sont les racines adventices qui jouent surtout le rôle d'ancrage. Dans le cas du tournesol, les racines latérales augmentent dans les pots à sols tassés, les pivots, au contraire, sont très sensibles au tassement.

Au dépotage, on constate donc que le tassement n'a pas réduit, le volume total exploré. Dès lors que les plantes des deux traitements explorent le même volume, ce qui peut les différencier, c'est la quantité d'éléments fertilisants contenus dans les pots. Comme on a fertilisé au poids de terre et non au volume, c'est vraisemblablement ce phénomène qui explique que pour le tassement fort, on ait obtenu une production en matière sèche plus forte.

(1) dans la description de l'enracinement, nous avons essayé d'éviter de décrire des racines développées au contact des parois du pot.

Dans le cas de la fève et pois-chiche, la croissance exprimée en matière sèche a été nettement affectée par le tassement, de 29 % dans le 1er cas, de 16 % dans le second. Dans les deux cas, l'enracinement a été limité aux 7 à 8 premiers cm pour la forte densité et la plus forte fertilité phosphotassique de ce traitement n'a pu constituer une compensation. D'ailleurs l'écart entre les deux niveaux de tassement ne s'est pas manifesté dès le début, mais, vraisemblablement à partir du moment où les pots à tassement faible, l'enracinement a exploré un volume nettement supérieur que dans les autres. Cependant, vis-à-vis du tassement, fève et pois-chiche ne se comportent pas de façon identique ; pour la fève, la masse racinaire est plus affectée que celle des parties aériennes et c'est l'inverse pour le pois-chiche. Mais pour ce dernier, l'efficacité du système racinaire, bien qu'abondant en poids, reste faible : multiplication des ramifications en surface et faible volume de sol exploré.

2 — Cet essai confirme que la tolérance des plantes vis-à-vis de la porosité varie notablement avec les espèces. Mais de plus les réactions des racines au tassement sont de différents types. SCUURMAN (1965) note effectivement des résultats souvent contradictoires selon les auteurs : certains trouvant que dans les sols à forte densité, les ramifications sont plus rares, d'autres au contraire indiquent une ramification plus poussée. Dans certains cas, on a noté une quantité totale plus grande de racines en sol dense (CARLSON sur la luzerne in SCHUURMAN).

Dans cet essai, nous avons noté :

— des phénomènes d'hypertrophie de racine dans le sol dense pour le maïs et le pois-chiche. GUPTA (in SCHUURMAN) note également

ce phénomène pour la fève. Dans notre essai, ce n'était pas si net que pour le pois-chiche. Signalons que cette observation est assez générale dans la littérature même pour des plantes à racines relativement fines comme l'avoine.

— des phénomènes de ramifications dans le cas du maïs du pois-chiche, peut-être du tournesol ;

— des différences nettes entre types de racines à l'intérieur du système racinaire d'une même plante. Pour les fèves et le pois-chiche pivot et racine ramifiés ont des réactions similaires ; il n'en est pas de même pour le Tournesol qui a un pivot très sensible à la densité apparente du sol et des racines latérales qui le sont beaucoup moins. Pour le maïs, les racines adventives semblent aussi avoir des réactions différentes dans les deux cas.

Nous constatons enfin que la masse de racines n'est pas en soi un bon indice des conditions physiques de l'enracinement et il ne faut pas l'oublier lorsque l'on interprète aux champs, des profils culturaux.

3 — Sur le plan pratique, cet essai met en relief l'exigence d'ameublissement du sol pour des cultures comme la fève, le pois-chiche et le tournesol. Ces exigences sont plus grandes que pour le maïs. Des observations aux champs ont montré toutefois que pour cette dernière plante, une compaction trop forte pouvait nuire à la croissance des racines d'ancrage, et par suite, rendre le végétal sensible à la verse.

REMERCIEMENTS : je remercie MM. LELIEVRE et MOLINA d'avoir relu cette note et d'y avoir apportée des observations personnelles.

#### BIBLIOGRAPHIE

DALLEINE, RECAMIER, SEBILLOTTE (1971) Travail du sol et culture du maïs (Bulletin technique d'information 264 - 265 ; 1971).

DEFFONTAINES, COCHARD, ROLLIER, DEVEVEY (1967) Etude sur l'enracinement du tournesol en Aunis.

DREZGIC et KASTORI (1964) The effect of plowing depth on the growth of root system of corn — Journal for science — agriculture. Res. XVII, 55, 1964.

GREACEN, BARLEY, FARREL (1969) The mechanics of root growth in soils with particular reference to the implications for root distribution ; in Root Growth, édité par WHITTINGTON (Butterworth Londres).

HENIN et al (1969) Le profil cultural (Masson).

SCHUURMAN (1965) Influence of soil density on root development and growth of oat — Plant and soil XXII n° 3.

SEBILLOTTE (1963) Action de la structure du sol sur une culture de féverolle. Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture n° 9 — 1963.

WIERSUM (1957) The relationship of the size and the structural rigidity of pores to their penetration by roots. Plant and soil 9, 75-85.

# Quelques aspects de l'amélioration de l'orge au Maroc

John L. Caddel, Arlo Thompson et Roy

D. Wilcoxson

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

## RESUME

*Les rendements de l'orge au Maroc sont généralement très faibles. Nous avons essayé d'identifier les facteurs les plus importants de limitation des rendements qui peuvent être améliorés par la phytogénétique. Nous nous sommes servis pendant trois ans d'études, de pépinières de sélection et d'essais spéciaux pour identifier la répartition et l'importance de ces problèmes.*

*Nous en avons conclu qu'il faut identifier de nouvelles variétés d'orge qui soient résistantes à la verse et à diverses maladies. Nous avons trouvé que les rendements de certaines introductions étaient réduites de 66 % en raison de la rouille jaune. Des baisses de rendement de 26 à 51 % étaient dues au « net blotch ».*

*Une résistance génétique à ces maladies et à d'autres ainsi qu'à la verse a été identifiée.*

## Introduction :

El Ghorfi a déclaré que l'orge couvre une superficie de 2.000.000 ha au Maroc, ce qui représente plus du 1/3 de l'ensemble des surfaces cultivées. Au point de vue surface, c'est la plus importante culture au Maroc. Les rendements de cette culture sont médiocres, généralement autour de 10 qx/ha (5).

Ces rendements médiocres de l'orge ont pour cause principale les mauvaises pratiques culturales. Cependant, si ces pratiques sont améliorées, en particulier la préparation du lit de semence, le désherbage et la fertilisation minérale, les orges locales, aussi bien que d'autres or-

ges sélectionnées, versent sérieusement et ne peuvent être récoltées efficacement.

Il faut par conséquent identifier de nouvelles variétés d'orge qui peuvent donner de bons rendements et résister à la verse.

Le programme d'amélioration de l'orge de la DRA a identifié plusieurs introductions sélectionnées et hybrides nouveaux qui produisent bien (6,7), mais le manque de résistance à la verse et aux maladies reste toujours un sérieux problème.

Si des variétés d'orge ou hybrides nouveaux sont acceptées pour être cultivées sur de gran-

des surfaces, ils doivent être adaptés à l'environnement. Les facteurs de l'environnement marocain limitant l'utilisation de la plupart des variétés d'orge sont les maladies.

Parmi les maladies qui attaquent l'orge au Maroc on peut citer « net blotch » dû à *Pyrenophora teres* Drechsl, l'oidium dû à *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* em. Marchal, la rouille jaune due à *Puccinia striiformis* West, la rouille naine due à *Puccinia hordei* Oth., la Rhynchosporiose due à *Rhynchosporium secalis* J.J. Davis, « spot blotch » dû à *Cochliobolus sativus* Ito and Kurib., la maladie striée due à *Pyrenophora graminea* Host and Noack., le charbon nu dû à *Ustilago nuda* Jens. Rost., le charbon couvert dû à *Ustilago hordei* Pers. et la rouille noire due à *Puccinia graminis* Pers.

Les problèmes majeurs de l'amélioration de l'orge au Maroc sont la résistance d'une part aux maladies citées ci-dessus et d'autre part à la verse. Le but de cet article est d'étudier ces problèmes et de situer leur importance respective.

Berdugo (1) a estimé que la baisse de rendement dûs à *Pyrenophora teres* au Maroc était de 20 - 30 % les bonnes années. Ceci constitue la seule référence qui puisse se trouver dans la littérature sur l'importance des maladies de l'orge au Maroc.

Nous avons utilisé les résultats d'enquête au cours des campagnes 71-72, 72-73 et 73-74, ainsi que les résultats de certains essais pour essayer d'estimer l'importance de chacun de ces problèmes.

## MATERIEL ET METHODES

### Enquête :

Pour avoir un aperçu de la répartition et du degré d'attaque des maladies de l'orge, plusieurs tournées ont été effectuées dans la plupart des régions du Maroc, depuis la période des semailles jusqu'à la récolte. Au cours de ces tournées, des arrêts d'inspection ont été effectués, généralement tous les 30 km. dans les zones où les céréales sont cultivées. Les champs ont d'abord été examinés pour déterminer les causes des anomalies évidentes. Lorsque l'identification ne pouvait se faire sur le champ, des échantillons malades ont été apportés au laboratoire pour un examen plus précis.

### Pépinières :

350 variétés introduites ont été observées en pépinière à Rabat, à la Ferme d'application de

l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II au Tadla et aux stations de la DRA à Merchouch et à Tessaout. Les réactions de chacune des variétés à toutes les maladies présentes ont été notées.

En 1973-74, les mêmes variétés ont été semées en essais avec répétition dans deux situations différentes au point de vue des maladies présentes. Quatre variétés moyennement résistantes au « net blotch », *Pyrenophora teres*, et une variété sensible ont été cultivées dans le même essai, avec une forte épidémie de *Pyrenophora teres*, à Merchouch, et sans épidémie à Rabat. Les quatre variétés résistantes ont été : Rabat (071), Espérance (289), Atlas 68 et Barquis. La variété sensible était Monte Cristo. Nous avons utilisé le rendement moyen des quatre variétés résistantes à Rabat et à Merchouch et le rendement de Monte Cristo à Rabat pour prédire le rendement de Monte Cristo à Merchouch dans le cas où il n'y avait pas eu d'attaque de « net blotch ». La différence entre le rendement prédit et le rendement mesuré nous a donné une estimation de la baisse de rendement due à *Pyrenophora teres* à Merchouch pour cette variété introduite.

La perte de rendement due à la rouille jaune a été calculée d'une manière similaire. Il y a eu une sévère épidémie dans la pépinière du Tadla mais pas à Merchouch. Les rendements de quatre variétés marocaines, 071, 077, 895 et 42/2 et quatre variétés sensibles, M-A, M-B, M-69-88 et M-69-109, ont été considérées. Les rendements à Merchouch des variétés sensibles et résistantes et les rendements des variétés résistantes au Tadla ont été utilisés pour calculer le rendement des variétés sensibles au Tadla dans le cas où il n'y avait pas eu d'attaque de rouille jaune. On a supposé que la différence entre le rendement calculé et le rendement mesuré pour les variétés sensibles était due essentiellement à la rouille jaune.

### La collection mondiale d'orge :

10.420 variétés d'orge ont été cultivées à Merchouch en 1972-73. Des observations ont été effectuées sur chaque variété concernant sa réaction à l'oidium. A peu près 2.200 de ces variétés ont été cultivées en 1973-74 à Merchouch et 800 environ à Tessaout. A Merchouch des observations ont été effectuées sur la réaction de chaque variété au « net blotch ». A Tessaout, les observations ont été faites pour chaque variété sur le « net blotch » et la rouille jaune. Certaines observations ont été faites également sur d'autres maladies quand elles étaient présentes.

Ces observations ont fourni une information précise sur les maladies présentes ainsi que sur le nombre de variétés résistantes.

#### Essai fongicide :

Un essai fongicide préliminaire a été effectué à Merchouch en 1973-74, en vue de mesurer l'effet des maladies sur les rendements d'orge. Le Dithane M-45 à deux doses, dose recommandée et double dose recommandée, le Benlate à dose recommandée, et les combinaisons du Dithane M-45 et Benlate ont été utilisées. Le « net blotch » était la seule maladie importante existante. La différence entre les rendements des parcelles traitées et non traitées nous a donné une estimation de la baisse de rendement due au « net blotch ».

### RESULTATS ET DISCUSSIONS

« Net blotch » (maladie de la tache en réseau).

Le « net blotch » dû à *Pyrenophora teres* est probablement la plus importante des maladies de l'orge au Maroc. Le tableau 1 montre les résultats typiques de l'introduction d'une variété d'orge qui est sensible à cette maladie. Le rendement moyen des quatre variétés moyennement résistantes a été de 27,1 qx/ha à Rabat et 31,2 qx/ha à Merchouch. Le rendement de Monte Cristo a été de 25 qx/ha à Rabat. Il n'y avait pas de différence significative entre les rendements de ces variétés à Rabat, mais à Merchouch la différence était hautement significative. Le rendement calculé à Merchouch pour Monte Cristo était de 28,8 qx/ha pendant que le rendement mesuré était de 14,1 qx/ha. La différence de 14,7 qx/ha est équivalente à une réduction de 51 %. Il est donc évident que toutes les variétés dont on envisage l'utilisation au Maroc doivent être au moins moyennement résistantes au « net blotch ».

Les résultats de l'essai fongicide sont présentés au tableau 2. Ces résultats démontrent que, bien que la variété locale Rabat (071) soit moyennement résistante au « net blotch », son rendement augmenterait de 26 % si elle était résistante. Selon les années, la baisse de rendement due au « net blotch » peut être presque nulle ou peut atteindre des valeurs supérieures à 26 %.

Des sources de résistance au « net blotch » existent au Maroc. Caddel et Wilcoxson (4) ont

testé 2.608 variétés au Maroc et ont trouvé 160 variétés qui étaient très résistantes au « net blotch ». D'autres variétés résistantes pourraient être trouvées si on soumettait un plus grand nombre de variétés à des observations systématiques.

Caddel et Wilcoxson (4) ont présenté une liste de 80 variétés qui sont à la fois très résistantes au « net blotch » et généralement adaptées au Maroc au point de vue résistance à d'autres maladies et à la verse.

#### Oidium :

Il n'y a eu aucune estimation exacte de la baisse de rendement due à l'oidium, *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* em. Marchal. au Maroc. Cette baisse de rendement est probablement importante. L'oidium apparaît dans la plupart des champs de production commerciale d'orge au Maroc. En quelques années quand les conditions sont favorables pour le développement de l'oidium, les amas de mycélium peuvent couvrir le quart et parfois les trois quarts de la surface foliaire des plantes dans des champs de production commerciale d'orge.

Table 1. Rendements de 4 variétés d'orge moyennement résistantes au « net blotch » et d'une variété sensible au « net blotch », à Merchouch et à Rabat 1973-74.

Variétés	Rendement qx/ha 1/	
	Rabat	Merchouch
Rabat (071)	25,8	33,1
Espérance (289)	29,8	30,3
Atlas 68	26,4	29,8
Barquis	26,6	31,7
Moyenne	27,1	31,2
Monte Cristo	25,0	14,1
Mesuré	—	28,8
Calculé	—	14,7
Différence	—	51 %
% dégât	5,6	9,3

1/ moyenne de 4 répétitions

**Table 2.** Rendement d'orge - variété Rabat 071 - à Merchouch en 1973-74 avec traitement fongicide.

Traitement	Rendement (qx/ha) xx
Dithane M-45 (dose recommandée)	33,8
Dithane M-45 (dose recommandée x 2)	29,3
Benlate	30,7
Benlate + Dithane M-45 (dose recommandée)	33,5
Benlate + Dithane M-45 (dose recommandée x 2)	36,3
Témoin (sans fongicide)	26,8

xx moyenne de 4 répétitions

Caddel (2) a trouvé que parmi les 10.420 variétés testées, 3.141 variétés étaient résistantes à l'oidium au Maroc. Le travail d'incorporation de cette résistance dans les variétés adaptées au pays continue.

#### Rouille jaune :

Cette maladie due à *Puccinia striiformis* West qui est présente au Maroc est rarement sérieuse. Cependant, elle peut être importante certaines années. Il importe que les variétés introduites soient au moins aussi résistantes à cette maladie que les variétés locales. La table 3 montre l'effet de la rouille jaune sur les orges seminaires introduites au Maroc. L'information contenue dans le tableau suggère que la rouille jaune a causé une baisse de rendement équivalente à 66 % pour ces introductions. Aucune expérience n'a été conduite pour estimer la perte due à la rouille jaune dans les champs de production commerciale d'orge, mais cette perte n'est probablement pas supérieure à 2 - 4 %.

Caddel et Thompson (3) ont observé qu'il était facile de trouver des sources de résistance à la rouille jaune dans la collection mondiale. Ils ont trouvé que 42 % des variétés testées étaient résistantes à la rouille jaune au Maroc.

#### Rouille noire :

Ce type de rouille due à *Puccinia hordei* Oth. est présent chaque année, mais se développe rarement en épidémie. Les variétés locales ont un bon niveau de résistance ou de tolérance à cette maladie mais elle peut toujours se rencontrer à l'état de traces aussi bien sur les variétés locales sélectionnées que dans les champs de production commerciale d'orge. Plusieurs introductions y sont si sensibles qu'elles ont été tuées par ce champignon.

Il n'y a aucune estimation faite de la baisse de rendement due à ce type de rouille dans les champs de production commerciale d'orge mais cette baisse est probablement de l'ordre de 1 - 5 %.

#### Rouille noire :

Cette maladie due à *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* se présente occasionnellement au Maroc mais réduit rarement les rendements parce qu'elle attaque les plantes tard dans la saison. Si cette maladie se développait tôt dans la saison les résultats seraient catastrophiques parce que plusieurs variétés d'orge parmi celles cultivées au Maroc sont sensibles à cette maladie.

**Table 3.** Rendements de 4 variétés d'orge moyennement résistantes et 4 variétés sensibles à la rouille jaune.

Variétés	Rendement (qx/ha) x	
	Merchouch Rouille jaune ab- sente	Tadla Rouille jaune ab- sente
Rabat (071)	32,5	24,8
Merzaga (077)	33,0	21,5
Brasseri Maroc (895)	41,8	38,8
Hybrid - 42/2	39,3	35,8
Moyenne	36,7	30,1
M-A	47,1	10,6
M-B	44,4	16,1
M-69-88	56,2	13,9
M-69-109	47,0	12,6
Moyenne	47,0	12,6
Mesuré	48,7	13,3
Calculé	—	39,3
Différence	—	26,6
% dégât	—	66,6 %
PPDS (0.05)	16,9	14,4

### Rhynchosporiose :

La Rhynchosporiose due à *Rhynchosporium secalis* J.J. Davis est très répandue au Maroc. Parfois des traces de cette maladie ont été trouvées là où les pertes de rendement sont effectivement nulles : mais souvent des champs ont été examinés là où toutes les plantes étaient atteintes, et les pertes ont été estimées à 10 - 20 %.

#### « Spot Blotch » (tache confuse)

La fonte des semis causée par *Cochliobolus sativus* Ito et Kurib, pourrait réduire la levée dans les champs où des semences non traitées sont semées. Cette maladie est présente au Maroc mais elle ne réduit probablement pas les rendements d'une façon significative. Occasionnellement seulement des taches positivement identifiées dues à cet organisme ont été rencontrées. Le traitement de semences devrait résoudre ce problème. Les variétés résistantes ne sont probablement pas nécessaires.

#### « Stripe » (maladie des feuilles striées)

Cette maladie due à *Pyrenophora graminata* Host et Noack se rencontre souvent dans plusieurs champs d'orge au Maroc. On a observé jusqu'à 10 plantes/m<sup>2</sup> improductives à cause de cette maladie. Ceci représente au moins 5 % de la levée. Par suite, le rendement serait réduit dans la même proportion. A la différence des autres maladies citées précédemment, celle-ci entraîne une perte totale de récolte pour les plantes infectées, sans bénéfice pour les autres plantes saines car les plantes infectées ont utilisé l'eau et les éléments nutritifs que les plantes saines auraient pu utiliser et convertir en grain. La même chose est constatée pour les charbons. La résistance à *Pyrenophora graminata* devrait exister dans toute variété utilisée dans la production commerciale d'orge au Maroc.

### Les charbons :

Le charbon couvert ainsi que le charbon nu de l'orge respectivement causé par *Ustilago hordei* Pers. et *Ustilago nuda* Jens Rost., se rencontrent dans tout le Maroc. Les niveaux d'infection varient d'une année à l'autre et d'un champ à l'autre. Des champs de production commerciale d'orge avec des taux d'infection jusqu'à 5 % ont été observés. Toute variété utilisée en production commerciale devrait être résistante à ces deux types de charbon.

### La verse :

Si les pratiques employées sont améliorées, les orges marocaines versent sévèrement. La perte de rendement provoquée par la verse est très difficile à estimer, mais dépasse probablement les 25 % dans certaines conditions. C'est-à-dire que 25 % du rendement en grain tombent au champ et ne peuvent être récoltés. Généralement la récolte sur les champs où la verse est sévère est moins efficace à la machine qu'à la main. Mais même si la récolte se fait à la main, il y a toujours une perte de grains au champ. Plusieurs variétés résistantes à la verge, même dans des conditions qui la favorisent, ont été identifiées.

### CONCLUSIONS

La résistance à la verse, au « net blotch », à l'oidium, aux rouilles jaunes et noires, à la Rhynchosporiose au stripe et aux charbons doit exister dans toutes les variétés destinées à la production commerciale d'orge au Maroc. En l'absence de résistance à l'une des maladies précitées ou à la verse, les rendements sont réduits en-dessous du maximum. Avec la résistance à la verse et à ces maladies, les rendements d'orge devraient augmenter et dépasser le niveau actuel de 10 qx/ha au Maroc.

### Bibliographie :

1. Berdugo, I. 1969. Les maladies des plantes. Journées françaises d'études et d'information. ACTA-FNGPC. 18, rue de l'Arcade, Paris 8, France.
2. Caddel, John L. 1974. Sources of resistance to powdery mildew of barley. Plant Disease Reporter. (sous presse).
3. Caddel, John L., et Arlo Thompson. 1974 Sources of resistance to stripe rust of barley. Plant Disease Reporter (sous presse).
4. Caddel, John L. et Roy D. Wilcoxson. 1974. Sources of resistance to net blotch of barley. Plant Disease Reporter. (sous presse).
5. El Ghorfi, N. 1964. Contribution à l'édification d'une politique agricole. Directeur Général de l'Institut National de la Recherche Agronomique. Rabat. 2ème édition. 553 p.
6. Tegye, L. 1967. Amélioration de l'orge au Maroc. Al Awamia. 25 : 1-11.
7. Tegye, L. 1972. Variétés : Etats des travaux de sélection et de recherche. Les Cahiers de la Recherche Agronomique. 31 : 33-39.

# L'EXPERIENCE D'ABSORPTION DU CALCIUM - 45 PAR L'ORGE

JAIT SAID (1)

Le but de l'expérience est l'étude quantitative du comportement du Ca-45 comme un isotope d'un élément présent dans la matière végétale de la plante. Les expériences d'absorption avec les différentes concentrations radioisotopiques ont été mises en route et l'accumulation dans les différents organes de la plante a été déterminée.

## A - Matériels et Méthodes.

Les plantes ont poussé dans une cellule à climat contrôlé ; la lumière, la température et l'humidité ont été maintenues aux valeurs suivantes :

— Intensité lumineuse : 30.000 lux au niveau de la plante.

— Température : 22°C température du jour de 7 h à 23 h, 15°C température de nuit de 23 h à 7 h

— Humidité relative : 65 % à 70 %.

Les graines d'orge (*Hordeum vulgare* L. cv. Aramir) ont germé sur une vermiculite humidifiée et sont gardées dans le noir sous couvert pendant 3 jours. Deux semaines après, elles sont transplantées en large culture dans des récipients contenant la solution nutritive Hoagland-Arnon I solution (Table 1).

**Table 1 : Solution nutritive : Composition moléculaire  
(Hoagland-Arnon I solution)**

Produits chimiques	Poids Molaire	Conc. mg/L	Molarité mM/L	Normalité meq/L
KNO <sub>3</sub>	101.11	50.55	0.5	0.5
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	236.16	118.05	0.5	1.0
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	246.49	49.30	0.2	0.4
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	139.09	13.61	0.1	0.1
MnSO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	169.02	0.154	0.91 x 10 <sup>-3</sup>	0.182 x 10 <sup>-2</sup>
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	287.55	0.022	0.76 x 10 <sup>-3</sup>	0.152 x 10 <sup>-3</sup>
CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	249.68	0.008	0.31 x 10 <sup>-4</sup>	0.62 x 10 <sup>-4</sup>
MoO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	161.96	0.002	0.10 x 10 <sup>-4</sup>	—
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	61.84	0.286	0.46 x 10 <sup>-2</sup>	—
Fe... (EDTA) Na	367.05	3	0.82 x 10 <sup>-2</sup>	0.025 Fe... 0.008 Na <sup>+</sup> 0.065 EDTA <sup>4-</sup>

(1) Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II — DSS.

La solution nutritive est bien aérée et gardée dans le noir pour éviter la croissance d'algues. L'absorption du calcium sera déterminée grâce au  $^{45}\text{Ca}$  (le calcium est un émetteur  $\beta$  son E max 0,250 Kev ayant une demi-vie de 165.0 jours).

**Table 2 :** Concentration du Calcium stable, calcium -45, activités spécifiques (A.S) et le rapport du nombre des atomes  $^{45}\text{Ca}$  et  $^{40}\text{Ca}$  pour les traitements.

Traitement	Ca Stable mg/l	$^{45}\text{Ca}$ Ci/l	$^{45}\text{Ca}$ A.S Ci/mg	$\frac{\text{N } ^{45}\text{Ca}}{\text{N } ^{40}\text{Ca}}$
Ca I	0.2	0.5	2.5	$1.24 \times 10^{-7}$
Ca II	0.2	1	5	$2.48 \times 10^{-7}$
Ca III	0.2	5	25	$1.24 \times 10^{-6}$
Ca IV	0.2	12.5	62.5	$3.10 \times 10^{-6}$

Au début de la 5ème semaine, 4 groupes de plantes ont été sélectionnés à raison de 5 plantes par traitement,  $4 \times 5 = 20$  plantes ont été nécessaires pour réaliser cette expérience. Pour avoir une sélection suffisante 35 plantes ont été préparées. La solution nutritive marquée est mise dans des récipients spéciaux pour l'absorption. Ces récipients sont dotés d'un bon système d'aération pour assurer une parfaite homogénéisation et aération du milieu.

La période d'absorption expérimentale est d'environ 8 heures afin de permettre un comptage optimal de la solution nutritive et de matériel végétal. Le temps d'absorption com-

mence 1 heure après le début du phénomène de la photosynthèse. Un échantillon de la solution nutritive marquée est prélevé pour le comptage et on introduit 5 plantes dans des récipients d'absorption. A la fin de l'expérience, le système racinaire est lavé avec de l'eau distillée plusieurs fois durant 3 minutes. Les racines et les feuilles sont déposées dans des creusets ; séchées pendant une nuit à l'étuve  $105^\circ\text{C}$  (Table 3).

**Table 3 :** Poids frais et poids secs des racines et des parties aériennes des plantes utilisées pour l'expérience d'absorption (en grammes).

Traitement	Poids frais des racines	Poids secs des racines	val. moy. des Poids secs	Poids frais des Part. Aéri	Poids secs des Part. Aéri	val. moy. des Poids secs	Total val. moy. des Poids secs
Ca I	1.930	0.142	0.13	6.075	0.729	0.65	0.78
	1.117	0.084		4.472	0.553		
	1.258	0.091		5.055	0.630		
	3.867	0.241		5.670	0.727		
	1.725	0.106		4.713	0.590		
Ca II	2.115	0.141	0.16	3.163	0.413	0.61	0.77
	2.841	0.185		6.268	0.760		
	1.579	0.143		4.484	0.559		
	2.406	0.178		5.661	0.664		
	1.722	0.145		5.272	0.658		
Ca III	1.462	0.112	0.15	3.714	0.479	0.67	0.82
	3.179	0.217		9.377	1.079		
	3.184	0.188		3.843	0.476		
	0.692	0.066		5.377	0.623		
	2.523	0.171		5.634	0.683		
Ca IV	2.820	0.167	0.16	3.863	0.471	0.65	0.81
	2.203	0.159		6.417	0.800		
	2.239	0.148		4.911	0.616		
	1.252	0.105		3.571	0.437		
	3.067	0.232		8.093	0.939		

Tous les échantillons sont traités séparément pour qu'une analyse statistique soit possible. Après séchage, les échantillons sont calcinés à 550°C pendant 3 heures. Après refroidissement, 10 ml d'eau distillée sont ajoutés pour solubiliser l'échantillon. Le contenu est remis à l'étuve pour sécher de nouveau à 90°C et après porté au four une deuxième fois pendant 3 heures à 55°C. Le résidu obtenu est solubilisé dans 10 ml d'HCl 0.5 N une aliquote de 5 ml est prélevée dans un flacon à scintillation. Le comptage des  $\beta$  émis par le  $^{45}\text{Ca}$  des échantillons est effectué avec le MARK II compteur de scintillation liquide (Nuclear Chicago ; Fig. 3) les courbes de correction d'extinction sont également programmées.

La courbe de correction d'extinction est préparée de la façon suivante : Les pieds d'orge non utilisés pour l'expérience d'absorption sont calcinés selon la méthode précédente. Des échantillons contenant un poids connu de matériel végétal sec sont dilués dans HCl 0.5 N. 15 ml de scintillateur (Bruno et Christain avec POPOP) sont ajoutés. La composition du scintillateur exprimée en g par litre est la suivante : dioxane : 160 ; cellosolve : 32 ; naphatalène : 9,6 ; PPO : 1,92 ; POPOP : 0.096.

**Table 4 :** Composition des échantillons utilisés pour la programmation de la courbe de correction de l'extinction et les résultats obtenus.

TABLEAU 4.

NO.	Material	mg material sec ajouté	dpm ajouté $\times 10^{-3}$	Cpm Comptés	Rapport du standard externe	Efficacité %
1	Feuilles	160	111	58.100	0.400	48.88
2	»	170	»	57.300	0.395	48.74
3	»	180	»	57.400	0.395	48.74
4	»	150	»	58.400	0.400	49.09
5	»	160	»	58.800	0.405	49.45
6	»	160	»	—	—	—
7	Racines	75	»	54.200	0.370	47.11
8	»	80	»	58.100	0.320	44.98
9	»	80	»	49.300	0.310	44.78
10	»	30	»	57.000	0.380	47.87
11	»	30	»	59.000	0.390	48.59
12	»	30	»	60.700	0.330	45.60

Les figures présentées sont corrigées pour les pertes de  $^{45}\text{Ca}$ .

Deux méthodes de correction d'extinction :

— La méthode du standard externe (figure 1).

— et la méthode du rapport du standard externe (figure 2) ont été utilisés.

La dernière méthode semble être plus adéquate et c'est celle qui a été utilisée.

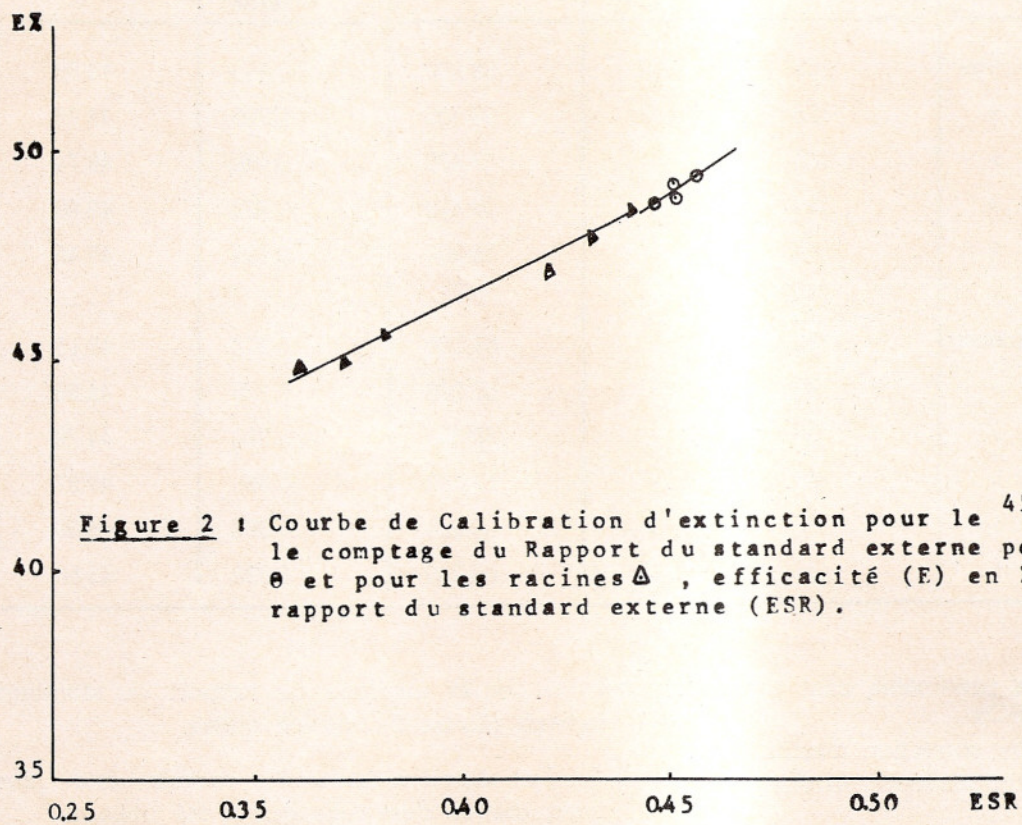
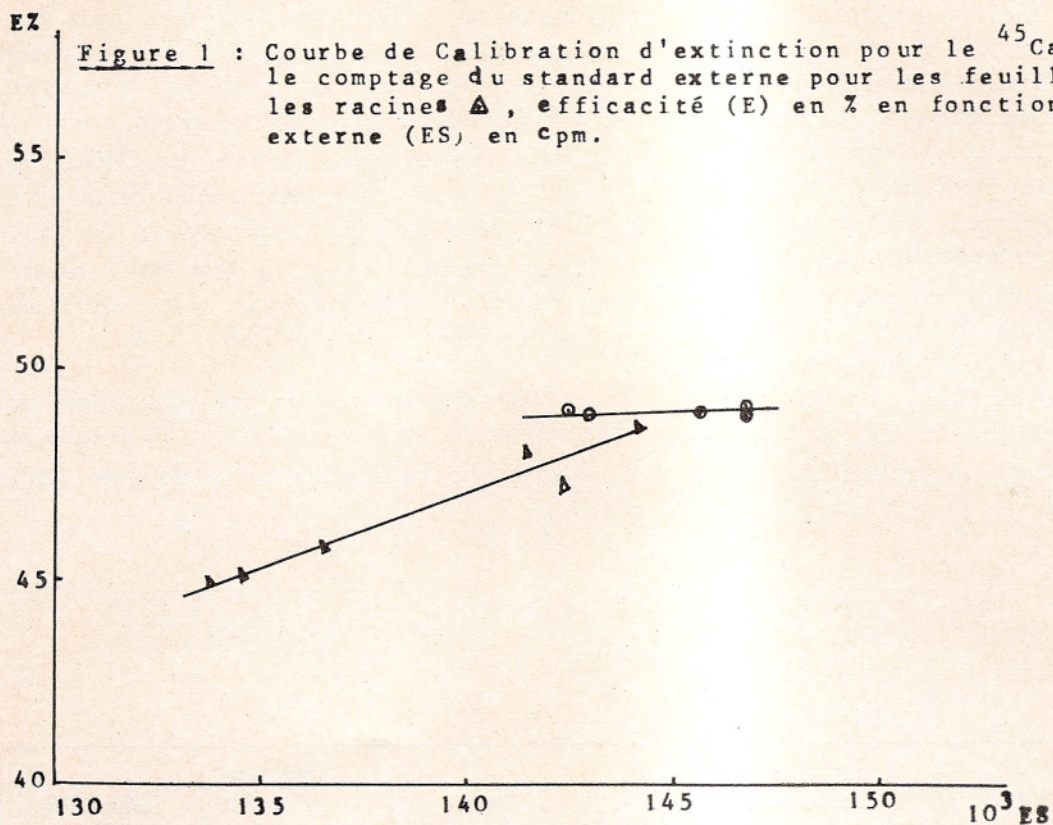
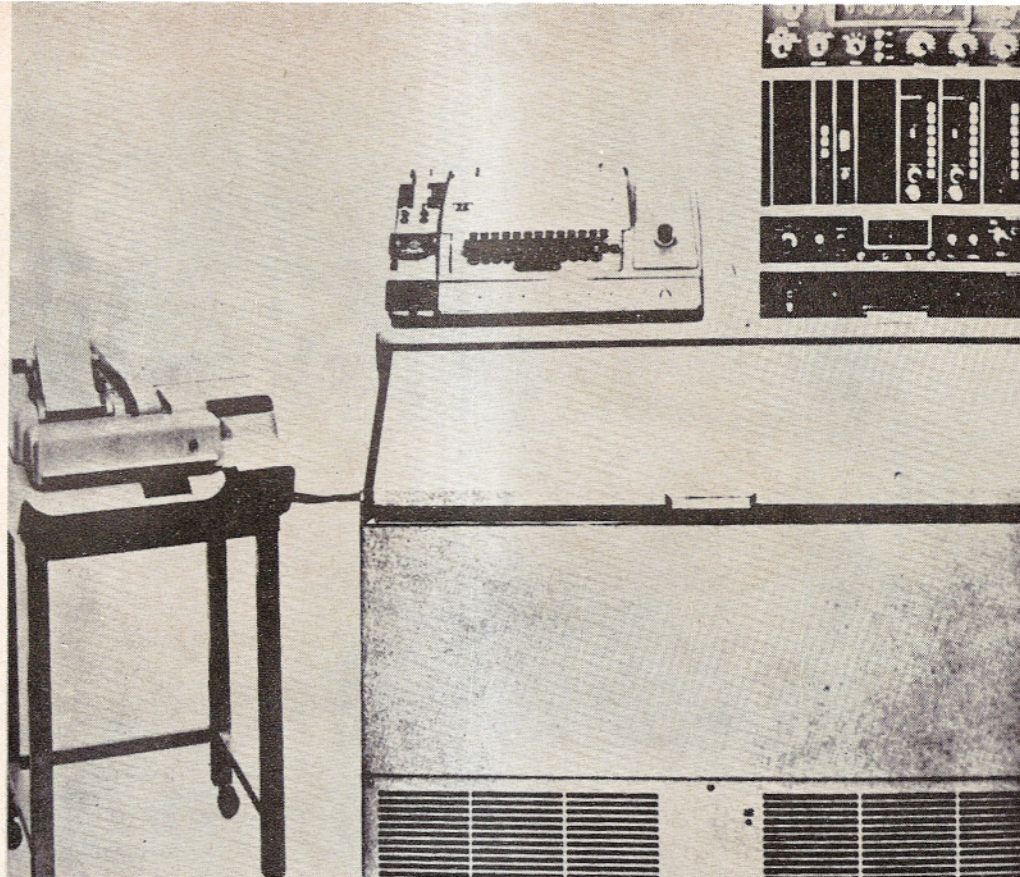


Fig. 3.  
Nuclear Chicago  
Mark II.



Le taux de comptage  $\text{cpm} \pm \alpha$  été corrigé pour les blancs. L'efficacité du comptage pour chaque échantillon a été programmée en utilisant la méthode de correction d'extinction citée plus haut. La dernière colonne (activité  $\text{dpm} \pm$ ) donne l'activité des échantillons, 30 % de la matière végétale ou 20 ml de la solution nutritive. Pour chaque traitement, des échantillons de solution sont prélevés après l'ab-

sorption. La table 6 donne des résultats détaillés des comptages des solutions nutritives. L'activité spécifique reportée dans cette table est expérimentalement déterminée à partir d'une solution nutritive fraîche.

**Table 6 :** Comptage de la solution nutritive et du Calcium stable absorbés (par g Calcium/5 plantes).

Traitement	Activité spécifique (A.S) dpm/mg	activité avant absorption cpm/20ml	activité après absorption dpm/20ml	absorption dpm/20ml	absorption %	absorption g $^{40}\text{Ca}$ /5 plantes	absorption ng $^{40}\text{Ca}$ /mg material sec
Ca I	$5.96 \times 10^6$	23850	21930	1920	8.05	19	4.88
Ca II	$11.94 \times 10^6$	47760	42680	5080	10.64	26	6.76
Ca III	$60.52 \times 10^6$	242090	212140	29950	12.37	30	7.33
Ca IV	$150.14 \times 10^6$	600540	533910*	66630*	11.10*	27	6.63

\* Sans Réplication.

Le pourcentage de l'activité absorbée est indiqué pour chacune des 5 plantes utilisées et pour chaque traitement. La table 7 donne des résultats plus détaillés des échantillons de plantes. En fonction du traitement, 73 % à 82 % du  $^{45}\text{Ca}$  absorbé reste dans les racines : par conséquent la corrélation entre le poids secs des racines et la quantité du calcium absorbée est meilleure que la corrélation entre le poids sec total et la quantité de calcium absorbée. Dans ce der-

nier cas, le coefficient de corrélation devient plus mauvais avec l'augmentation de l'activité spécifique de la solution nutritive, indiquant une situation de non équilibre tenant du transport du calcium radioactif dans la partie aérienne de la plante. Ceci explique probablement, la différence observée pour l'absorption programmée du calcium stable.

\* Cpm : Coups par minute.

\* dpm : désintégration par minute.

B - Resultats et Discussions.

Les Résultats globaux du comptage des échantillons sont donnés dans la table 5.

Table 5 : Broad results of the counting of the samples.

Sample no.	Treatment	Identification	Counting rate cpm	Efficiency %	dpm	Decay correction factor	Activity dpm
1	Ca I	Solution	12100	54.23	22300	0.93499	23850
2		Solution	12500	55.73	22300	"	23850
3		Root	4100	54.47	7500	"	8020
4		Leaf	1000	47.40	2000	"	2140
5		Root	2300	54.94	4200	"	4490
6		Leaf	900	46.47	1800	"	1930
7		Root	3300	53.43	6300	"	6740
8		Leaf	1000	47.57	2100	"	2250
9		Root	7600	51.37	14800	"	15830
10		Leaf	1000	47.50	2200	"	2350
11		Root	4100	54.47	7500	"	8020
12		Leaf	1200	47.47	2600	"	2780
13		Solution	11500	56.36	20500	"	21920
14		Solution	11400	55.89	20500	"	21920
16	Ca II	Solution	24500	54.53	45000	0.93499	48130
17		Solution	24700	55.79	44300	"	47380
18		Root	6600	53.36	12300	"	13160
19		Leaf	300	49.43	600	"	640
20		Root	8900	54.08	16400	"	17540
21		Leaf	2500	46.86	5200	"	5560
22		Root	5200	44.26	11800	"	12620
23		Leaf	1000	47.35	2100	"	2250
24		Root	7300	48.84	14900	"	15940
25		Leaf	2100	48.18	4300	"	4600
26		Root	6300	51.15	12300	"	13160
27		Leaf	2100	47.16	4400	"	4700
28		Solution	22100	55.97	39600	"	42350
29		Solution	21700	54.07	40200	"	43000
31	Ca III	Solution	123500	54.36	227200	0.93499	243000
32		Solution	125900	55.84	225500	"	241180
33		Root	24300	49.45	49100	"	52500
34		Leaf	6200	47.78	13000	"	13900
35		Root	53400	47.55	112300	"	120110
36		Leaf	13300	48.17	27600	"	29520
37		Root	42100	50.60	83200	"	88980
38		Leaf	7100	46.26	15400	"	16470
39		Root	13200	56.69	23300	"	24920
40		Leaf	8800	48.13	18300	"	19570
41		Root	41100	46.43	88500	"	94550
42		Leaf	17100	47.06	36300	"	38820
43		Solution	109500	55.17	198300	"	212090
44		Solution	109600	55.27	198400	"	212100
46	Ca IV	Solution	315300	55.53	567800	0.93499	607280
47		Solution	318000	57.27	555200	"	593800
48		Root	117700	51.73	227400	"	243210
49		Leaf	26600	49.88	53300	"	57000
50		Root	81700	53.13	153700	"	164390
51		Leaf	19900	46.62	42700	"	45210
52		Root	78000	50.68	153800	"	164500
53		Leaf	28800	48.19	59800	"	63960
54		Root	56700	47.19	120100	"	128450
55		Leaf	33900	48.92	69300	"	74120
56		Root	91900	43.84	209600	"	224170
57		Leaf	38300	47.13	81300	"	86950
58		Solution	-	-	-	-	-
59		Solution	277300	55.55	499200	"	533910

Table 7 : Résultats du comptage des échantillons de plantes.

Traitement	nombre de plantes	RACINES			PARTIE AERIENNE			PLANTE		
		Poids secs mg	% Total activité	activité dpm/mg	Poids secs mg	activité % Total	activité dpm/mg	Poids secs mg	activité Total dpm	ng <sup>40</sup> Ca/mg material sec
Ca I	1	142	79	188.3	729	21	9.8	871	33990	6.54
	2	84	70	178.2	553	30	11.6	637	21590	5.68
	3	91	75	246.9	630	25	11.9	721	30060	6.99
	4	241	87	218.9	727	13	10.8	968	53768	9.32
	5	106	74	252.2	590	26	15.7	696	36140	8.71
	moyenne	133	77		646	15		779		7.45
Ca II	1	141	95	311.1	413	23	5.2	554	45920	6.95
	2	185	76	316.0	760	5	24.4	945	76690	6.79
	3	143	85	294.2	559	24	13.4	702	49320	5.88
	4	178	78	298.5	664	22	23.1	842	68470	6.81
	5	145	74	302.5	658	26	23.8	803	59740	6.23
	moyenne	158	82		611	18		769		6.53
Ca III	1	112	79	1562.5	479	21	96.7	591	221500	6.19
	2	217	80	1845.0	1079	20	91.2	1296	498540	6.35
	3	188	84	1577.7	476	16	115.3	664	351390	8.75
	4	66	56	1258.6	623	44	104.7	689	148410	3.56
	5	171	71	1845.0	683	29	189.5	854	445270	8.61
	moyenne	151	74		668	26		819		6.69
Ca IV	1	167	81	4845.5	471	19	403.4	638	1000610	10.44
	2	159	78	3446.3	800	22	188.4	959	698300	4.85
	3	148	72	3705.0	616	28	346.1	764	761480	6.64
	4	105	63	4077.0	437	37	565.4	542	675005	8.30
	5	232	72	3220.8	939	28	308.7	1171	1037401	5.89
	moyenne	162	73		653	27		815		7.22

**N.B.**

1000 millicuries (mci) = 1 curie (ci)

1000 microcurie (K ci) = 1 millicurie (mci)

1 Ci =  $2,22 \times 10^{12}$  dpm =  $3,2 \times 10^{10}$  dps1 mCi =  $2,22 \times 10^9$  dpm =  $3,2 \times 10^7$  dps

dps = désintégration par seconde ; dpm = désintégration par minute.

Activités spécifiques à 100 p. cent d'enrichissement isotopique.

 $^{14}\text{C} \simeq 62 \text{ mCi/m atome} \simeq 4,4 \text{ mCi/mg}$  $^3\text{H} \simeq 62 \text{ Ci/m atome} \simeq 9,6 \text{ Ci/mg}$ 

Activités spécifiques = activités en Ci, mCi par millimolécule ou par mg.

Période, ou demi-vis ( $t_{1/2}$ ) : temps au bout duquel la radioactivité d'un radioélément aura diminué de moitié. $^{14}\text{C}$  ;  $t_{1/2} = 5800$  années $^3\text{H}$  ;  $t_{1/2} = 12$  années $^{45}\text{Ca}$  ;  $t_{1/2} = 163$  jours $^{32}\text{P}$  ;  $t_{1/2} = 14,3$  jours

Energie du rayonnement bêta émis par quelques radioéléments :

 $^{14}\text{C}$  :  $E_{\text{max}} = 0.155 \text{ Mev}$  $^3\text{H}$  :  $E_{\text{max}} = 0.018 \text{ Mev}$  $^{45}\text{Ca}$  :  $E_{\text{max}} = 0.250 \text{ Mev}$  $^{32}\text{P}$  :  $E_{\text{max}} = 1.710 \text{ Mev}$ **REFERENCES**

E. Rapkin, 1970. Développement of the modern liquid scintillation counter page 45-67.

J. Sinnave and Wieneke. 1927 « Double labelling ion uptake experiment » Annual European Society of Nuclear Methods in Agriculture. Budapest, Hungary.

S.C. Van De Geijn, 1974. « In-Depth localization of Beta-emitting isotopes ». Nuclear Instruments and methods 117. North-Holland, Publishing Co.

J. Weneke and C. Schimancki ; 1974 « Joint experiment on kinetics of absorption of radioactivité  $^{45}\text{Ca}$  and $^{47}\text{Ca}$  by tomato plants ». Report IV th Annual Meeting ESNA, Lenven, Belgium.

S. Jaät ; 1974, « Absorption of Calcium by intact barley plants » ; Final Report ; International Atomic Energy Agency, Training section. Vienna-Austria.

J. Sinnave, S. Jaät, S.C. Van De Geijn, M.J. Frissel, G. Verfaillie, A. Ringoet, 1974, « Double Labelling in ion uptake experiments » Annual Report 1973, Association Euratom ITAL ; Wagenongen, the Netherlands.

L. Pichat, Des molécules que l'on suit à la trace. Découverte N° 3449 Novembre 1972.

# S O C E A

## SOCIÉTÉ EAU ET ASSAINISSEMENT

●

B. P. 121

51, avenue Allal - Ben Abdallah

RABAT

●

**BÉTON CENTRIFUGÉ PRÉCONTRAIT CONDUITES FONTE**  
**DES FONDERIES PONT - A - MOUSSON ET ACCESSOIRES**

# Role des elements minéraux dans la nutrition des agrumes : Diagnostic foliaire et qualite des fruits

par BENMILOUD Mohamed (1)

*Les progres de la fertilisation sont liés en premier lieu aux recherches fondamentales de Science du Sol et de Physiologie végétale qui permettront de tirer un meilleur parti du milieu. En agrumiculture intensive, la fertilisation minérale est un des principaux facteurs de contrôle du niveau de la productivité des vergers et de la qualité des fruits.*

*Si en se basant sur le fait qu'en général les producteurs utilisent des formules de composition diverses mais semblant toutes donner des résultats satisfaisants dans la pratique, il pourrait sembler à première vue, que la fumure des agrumes pose peu de problèmes. Cependant, en examinant les nombreuses études effectuées sur cet important sujet, il apparaît que dans presque tous les pays agrumicoles, des études basées sur la nutrition minérale sont suivies avec le plus grand soin.*

*Ce présent exposé fait l'objet d'une étude bibliographique relative à la nutrition minérale des agrumes.*

La nutrition d'une plante comprend un certain nombre de phénomènes successifs. Les aliments minéraux et organiques pénètrent dans la plante par le phénomène d'absorption ils y sont ensuite véhiculés et subissent au niveau des cellules, une série de transformation chimiques à synthétiser les molécules complexes qui participent à l'élaboration de la matière vivante cellulaire, transformations que l'on désigne par le terme général de métabolisme.

Jusqu'à présent on a identifié une soixantaine d'éléments indispensables à la croissance et à la reproduction des plantes, les agrumes nécessitent pour se développer, comme toutes les autres plantes : Carbone, hydrogène, oxygène, azote, phosphore, cuivre, molybdène. D'au-

tres éléments qu'on trouve toujours dans les organes des agrumes, silicium, chlore, essais de végétation se montrent superflus.

Aucun sol ne contient normalement les éléments nutritifs en quantités suffisantes et dans un rapport convenable pour garantir une exploitation continue durant des dizaines d'années ou même des siècles. La fumure a pour but de remplacer les éléments nutritifs prélevés par les récoltes, en considération des réserves du sol en éléments assimilables et des pertes par lessivage ou fixation dans le but d'obtenir de bonnes récoltes tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Cette conception d'une culture intensive est celle des régions pauvres en terrains cultivables de notre pays.

(1) Chef du Laboratoire Général de Chimie (Département d'Agronomie). B.R.A.

Dans cette présente étude nous essayerons d'examiner le rôle de chacun des principaux éléments minéraux.

### AZOTE :

L'azote, comme tout le monde le sait, est un élément essentiel à la vie de l'arbre, qui l'utilise en quantités importantes. L'azote prend part dans la régularisation de la croissance et de la fructification des arbres fruitières. D'après les recherches effectuées dans plusieurs pays agrumicoles, on a remarqué que l'azote est absorbé par les racines sous forme de nitrates ou des ions d'ammonium. Il est vrai que le mécanisme d'absorption des formes (complexes azotées est très mal étudié et il est influencé par plusieurs facteurs édaphoclimatiques et biologiques. Les cellules racinaires et les organes aériens sont le siège de l'assimilation de l'azote par les arbres fruitiers. Si le sol est pourvu d'une quantité optimale d'azote par rapport aux autres éléments minéraux, ces arbres augmentent de vigueur. Un excès d'azote dans le sol résultant d'un apport tardif pendant plusieurs années des engrais azotés peut perturber la croissance de l'arbre surtout en hiver. La sensibilité est élevée aux maladies cryptogamiques. Les carences azotées donnent des symptômes de chloroses, les feuilles jaunissent tout au long des nervures principales et secondaires. En début de végétation, les jeunes feuilles sont très petites avec un limbe mal développé d'une couleur très claire. La production de l'arbre est influencée par l'azote. On a remarqué que les fortes doses d'azote ne diminuent pas la qualité des fruits. Par contre ces dernières ont tendance à s'amollir, leur calibre est réduit et leur coloration est mauvaise. On note une légère baisse d'acidité des fruits quand les arbres sont suffisamment approvisionnés (Peterboursky (1967) ; Magnitsky (1957) ; H.D. Chapman (1968) ; Smith et Reuther (1954) ; Naude (1954) ; Wallace (1952) ; Childers (1964).

### PHOSPHORE:

Le phosphore est un constituant essentiel des substances organiques du noyau cellulaire (les acides nucléiques) et de certains corps gras. En cas de carence phosphorique dans le sol, les jeunes feuilles perdent leur verdure, la chlorophylle cède la place à l'anthocyanine la croissance des feuilles est entravée et sur ces dernières apparaissent des nécroses en bordure. On remarque une chute anormale des feuilles. Les rameaux fructifères deviennent fragiles. Par rapport à l'azote, le phosphore ne limite pas la croissance et la fructification des agrumes. Jusqu'à présent on n'a pas remarqué de pertur-

bations causées par un excès de phosphore dans le sol. Selon certains chercheurs les carences en Zn seraient dues à une teneur excessive de phosphore.

La qualité des organes est sans aucun doute influencée par une carence de phosphore. Dans certains cas la production peut être réduite. Avant la récolte on observe une chute anormale de fruits. Ces derniers prématurément se ramollissent, deviennent spongieux et les quartiers se séparent entre eux. Les écorces sont un peu épaisses et rugueuses. On note une légère augmentation du calibre des fruits elle est due probablement à la diminution du rendement des arbres carencés. Le phosphore peut influencer la coloration des organes. Un fruit carencé a une couleur foncée, il peut être déformé. On note une légère baisse de jus ; mais par contre un haut pourcentage de pulpe. Cependant l'acidité citrique est élevée. (Gamkréldzé, 1966 ; Sakamoto, 1964, Johnson, 1966 ; H.D. Chapman, 1968).

### POTASSIUM :

Le potassium joue un rôle important dans la plante. C'est un activateur des enzymes, promoteur de la croissance des tissus méristématiques. Il stimule l'ouverture et la fermeture des stomates. C'est un neutralisateur des acides organiques. Une carence potassique augmente la respiration et évidemment l'assimilation du CO<sub>2</sub> accuse une baisse. Il s'en suit que tout le métabolisme de la plante est perturbé : les protéines et les amino-acides accusent une baisse, les taux de Ca, Mg, Fe, P et N ont tendance à augmenter. Comme pour les autres éléments il apparaît que la déficience peut résulter des conditions d'une nutrition non équilibrée et aussi en K à partir du sol ou dans les stades de besoin maximal pour permettre à l'arbre d'atteindre sa meilleure performance. Le potassium se trouve dans le sol sous forme de silicates minéraux.

a) une partie est facilement échangeable ; c'est elle qui est localisée sur la surface plate et sur les bords des argiles minérales.

b) une autre partie difficilement échangeable (formes fixées) est localisée sur des parties moins accessibles. La composition minéralogique des sols est un facteur très important dans la distribution de K entre ses 2 formes : échangeable et non échangeable.

En général une déficience potassique est fréquente dans des sols légers. La qualité des organes est sans aucun doute influencée le plus

fortement par une carence potassique. Celle-ci entrave la croissance des feuilles et conduit dans les cas extrêmes à des nécroses graves qui réduisent la surface d'assimilation. Le processus de maturation est arrêté, de sorte que l'on trouve dans des arbres souffrant de fortes carences potassiques une proportion élevée de petits fruits, durs et acides de couleurs variées. Une légère carence potassique provoque déjà une plus grande acidité et diminue la teneur du jus en sucres, extraits divers, cendres, substances gustatives et aromatiques. La texture de l'écorce est mal développée, le fruit peut être sensible au gaufrage. Le fruit carencé perd sa qualité pendant le stockage (Koo, 1958 ; Sites, 1951 ; H.D. Chapman, 1968 ; R. Blanchet, R. Studer et C. Chaumont, 1962).

#### **CALCIUM :**

Le calcium a un rôle important dans la plante puisqu'il est localisé dans les organes ayant la plus grande activité synthétique. C'est très rare où on peut observer des symptômes dus à une carence de calcium. Il est important de noter que les sols marocains sous agrumes ont un pH plus élevé que 7. L'analyse chimique des sols montre une forte teneur en calcium. Ce qui laisse supposer qu'un excès de calcium gêne l'absorption d'autres cations tels que le potassium et le magnésium. Le calcium intervient dans la constitution de nombreuses enzymes et dans la neutralisation de certains acides organiques comme l'acide oxalique. (A.V. Péterbour-sky, (1967) ; K.P. Magnitsky (1967) ; H.D. Chapman (1968) ; W.C. Jones et T.W. Embleton (1967).

#### **MAGNESIUM :**

Le magnésium est un élément essentiel puisqu'il entre dans la constitution de la molécule de chlorophylle. De plus, il intervient dans la synthèse de nombreuses substances azotées et dans la circulation du phosphore. Une insuffisance de magnésium peut causer des chloroses, des chutes anormales de feuilles. La disparition caractéristique de la chlorophylle réduit l'assimilation et par là la teneur des fruits en composés organiques. Il s'en suit que tout le métabolisme de la plante est perturbé, le processus de maturation retardé et une perte de production (P.F. Pratt, W.W. Jones, F.T. Bingham, (1957) ; H.D. Chapman (1968).

#### **LES OLIGO-ELEMENTS :**

Ils interviennent dans la constitution de la plupart des enzymes.

**ZINC :** Les carences de cet élément provoquent des troubles caractéristiques observés sur-

tout dans les sols alcalins et des sols légers. On note des déformations de feuilles ; des chloroses. Les rendements sont réduits quand la carence est sévère. Le calibre des fruits diminue. La coloration est très claire. Le jus accuse une baisse de vitamine C (Bryan, (1961) ; Bingham (1962) ; H.D. Chapman (1968).

**FER :** On a observé des chloroses liées à une carence de fer. Dans certains cas on note une chute de feuilles et de brindilles mortes. Les déficiences de cet élément sont fréquentes dans les sols alcalins où le fer se trouve dans une forme non-échangeable (Embleton (1964) ; Wallace (1960).

Le bore, le soufre, le zinc, le cuivre, en carence peuvent causer certains troubles comme le gaufrage, influencer la structure des écorces. Les fruits sont déformés et laissent des suppositions sur le stubborn et autres maladies à virus (Reuther (1956) ; Blondel, Cassin (1951) ; Otsuka (1962).

#### **LE DIAGNOSTIC FOLIAIRE :**

Comment dans notre pays trouver rapidement et scientifiquement le remède à la déficience des sols ? La difficulté est très grande étant donné que presque aucune des pratiques agricoles des autres pays ne peut y être transposée sans de profondes modifications. Malgré toutes les connaissances acquises, ce qui manque le plus souvent à l'agronome praticien, c'est une méthode de diagnostic lui permettant de l'orienter rapidement sur les carences alimentaires des cultures dont on lui confie le soin.

Jugeant l'utilité d'intérêt national du diagnostic foliaire en agrumiculture, la D.R.A. s'est fixée pour but d'établir des normes pour interpréter les analyses foliaires et préconiser une fumure appropriée à chaque verger en se référant chaque fois au niveau des différents éléments dans les feuilles. Depuis, plusieurs travaux préliminaires ont été effectués et ont fait l'objet d'articles publiés dans la revue « El Awamia » Nos 16 et 23.

Les méthodes de diagnostic par analyse des plantes comme toutes les techniques en biologie ont leurs limites. Elles ne représentent pas une panacée susceptible de solutionner en toute constance tous les problèmes sans difficultés. Ce que je voudrais insinuer, c'est que nos chercheurs dans le domaine de l'analyse foliaire n'ont pas attribué assez d'importance aux analyses de sol qui devraient être bien dirigées. Nous croyons que des recherches conjointes de chimie du sol et de chimie de plantes éclaireront bien mieux encore beaucoup de problèmes.

Il faut encore insister sur un autre cas très important pour l'agrumiculture et pour lequel des méthodes d'analyse peuvent apporter une aide importante à considérer. C'est celui des maladies des plantes et de leur propagation. Un arbre carencé ou en état de déséquilibre alimentaire est toujours un terrain de choix pour l'installation des maladies parasitaires. En cas d'attaques graves on fait intervenir avec raison d'ailleurs, au cours de traitements très coûteux, des antiparasitaires efficaces dans l'immédiat. Mais on oublie souvent aussi d'examiner l'état de santé général des arbres. Or, on sait cependant combien le développement d'un grand nombre de maladies parasitaires est favorisé par un défectueux état nutritionnel de la plante.

Enfin, nous rappellerons combien des fois les spécialistes et les agrumiculteurs se plaignent de la médiocre qualité des fruits d'une telle campagne. Il est un fait qui apparaît plus clairement chaque jour. C'est que l'équilibre de l'alimentation des plantes a une influence considérable sur leur teneur en ces divers éléments minéraux et organiques qui sont si importants pour la production et la balance économique des agrumes. La production des vitamines, des acides aminés dans l'organisme végétal, sa teneur en éléments minéraux sont très influencés qualitativement et quantitativement par l'alimentation qu'il reçoit.

Donc le rôle du diagnostic foliaire en vue d'augmenter la production par des fumures plus rationnelles et plus économiques est appelé à prendre de plus en plus d'importance dans notre pays parallèlement au développement des analyses du sol.

Pour pouvoir répondre à un sujet tel que la qualité des fruits en fonction des facteurs agronomiques, nous nous sommes limités à traiter un des principaux chapitres de la physiologie végétale qu'est la nutrition minérale des arbres fruitiers. Nous nous sommes rendus compte que certains éléments essentiels sont indispensables en assez grande abondance, d'autres à l'état de traces.

Nous nous sommes référés à une des méthodes d'analyse chimique des plantes : LE DIAGNOSTIC FOLIAIRE.

Le diagnostic foliaire constitue une méthode d'appréciation de la nutrition. Il comprend ainsi une série de prélèvements de feuilles, l'analyse chimique des principaux éléments contenus dans les feuilles et l'interprétation des résultats d'analyses parallèlement à ceux du sol.

#### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

##### 1) ASO PEDRO J.

Valores de nitrogeno foliar y productividad naranjo valencia, Rev. Industr. y agric., Tucuman, 1967 (1968), T. 45, N3, 49-56.

##### 2) BLANCHET (R.), STUDER (R.), CHAUMONT (C.)

Quelques aspects des interactions entre l'alimentation potassique et l'alimentation hydrique des plantes, An. Agron. 13, 2, pp. 93-110, Paris.

##### 3) BREDELL (G.S.)

Potassium deficiency in Citrus. Farm. S. Afr., 1969, 44, N II, 22-23.

##### 4) CHAPMAN (H.D.)

Foliar Sampling for determining the nutrient Status of crops. World crops, 1964, vol. 16, N 3, 36-46.

##### 5) CHAPMAN (H.D.)

Le diagnostic foliaire et l'analyse du sol des plantations d'agrumes comme moyen de guider les pratiques de la fertilisation du sol. Fruits et primeurs de l'A.F.N., 1961, T. 31, N 318, 68-74.

##### 6) CHAPMAN (H.D.)

The mineral nutrition of citrus, in. The Citrus Industry, T. II, 1968, pp. 127-289, Division of Agricultural Sciences University California — Berkeley California.

##### 7) DEMELON (A.)

Croissance des Végétaux Cultivés 5e édition — Dunod, Paris, 1956.

##### 8) EMBLETON (T.W.)

Visible reponse of phosphorus deficient orange trees to phosphatic fertilizers and seasonal changes in mineral constituents of leaves, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 60, 55-64, 1952.

9) **GAMKRELIDZE (I.D.)**

Résultats obtenus des travaux de fertilisation des Cultures Subtropicales. Revue « Cultures Sbtropicales », 1961, N 1-2 Géorgie Soviétique — U.R.S.S.

10) **JONES (W.W.), EMBLETON (T.W.)**

Leaf analysis-nitrogen Control program for oranges California Citrograph., Los Angeles, vol. 45, II, 349.

11) **KOO (R.T.C.)**

Citrus nutrition Studies Am. Rep. Florida Agric. Exp. Stat. 1963, 223-225.

12) **MAGNITSKY (K.P.)**

Le diagnostic des plantes et leur besoin en fumure. Moscou, 1972.

13) **NADIR (M.)**

Méthode d'échantillonnage des feuilles d'agrumes au Maroc pour le diagnostic foliaire. Al Awamia, Rabat, N 23, 1967, 101-120.

14) **NADIR (M.)**

Contribution à la détermination d'une fumure rationnelle des agrumes pour l'analyse foliaire. Al Awamia, N 16, 123-147, Rabat.

15) **OTSUKA (K.)  
TAKAHASKI (Y.)**

1962. Causes of growth injury of Satsuma orange trees on serpentine soils. Part. 2 Molybdenum deficiency of citrus trees on serpentine soils. Jour. Sci. Soil. Manure 3 : 509-1.

16) **PETERBOURSKY (A.B.)**

Fertilisation des agrumes en Géorgie Soviétiques Agrochimica, 1968, N 4, 77-87.

17) **SITES (J.W.)**

1951, The effect of variable potash fertilizer on the quality and production of Duncan grapefruit. Citrus Indus. 32 (6) : 5-9.

18) **SMITH (P.F.)**

1954, Citrus nutrition. In. Childers, N.F. — (ed). Mineral nutrition of fruit crops. pp. 223-56. Somerst Press, Somerville, N. Jersey.

19) **STANTON (D.A.)**

The leaf analysis service. S. Af. Citrus J., 1966 ; N. 394.

20) **WALLACE (A.), CAMERON (S.M.), MUELLER (R.T.)**

Seasonal changes in dry matter and nutrient composition of bearing Valencia orange trees Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 63, 59-66, 1954.

21) **WEIR (C.C.)**

Nutrient element balance in citrus nutrition, Plant and soil, 1969, 30 N 3, 406-414.

## ... LE TREILLIS SOUDE

Quelques suggestions pour son utilisation...

### Dans le bâtiment

1. Dalles en béton armé reposant sur le sol (sol de cave, hangars, aires, trottoirs, etc.).
2. Planchers à dalles pleines.
3. Planchers à corps creux ou dalles de compression.
4. Murs porteurs (de grosses, moyennes ou faibles épaisseurs).
5. Semelles de fondation.
6. Radiers, parois de cuves, silos et réservoirs.
7. Toitures, terrasses et voûte en voile mince.

### Dans les travaux publics

1. Revêtement de canaux et de digues (berges, soutènement, etc...).
2. Piscines.
3. Plaques de clôture et cloisons, murs ou éléments préfabriqués.

4. Barrages, retenues d'eau, déversoirs, conduites de dérivation.
5. Aires (d'atterrissage, industrielles, de sport).

...C'est une réalisation de

**L'OMNIUM COMMERCIAL & INDUSTRIEL**

**NORD-AFRICAÏN**

**O. C. I. N. A.**

**SIÈGE ET BUREAUX** : 52, avenue Hassan-II  
CASABLANCA - Téléphone : 752-72 - 782-12  
Télex 21 935 — B.P. 782

**ENTREPOTS** : rue R. Mariscal - Aïn-Borja  
Tél. 418-00

— **Distribution assurée par votre fournisseur habituel en matériaux de construction.**

# Liste cumulative des articles publiées dans «HOMMES, TERRE et EAU» du N° 1 - 1971 au N° 13 - 1974

- ABOUYOUIB — Analyse du coût de production du lait.  
n° 4 - 1972 - P. 69.
- AGENOR F. — Comportement des mâles de souche  
« chaire » dans les stations avicoles de la direction de  
l'élevage n° 9, 1973 P. 78.
- AGENOR F. — Les étapes du développement de la pro-  
duction avicole marocaine n° 8, 1973 P. 89.
- AGENOR F. — La production avicole marocaine. Enquêtes  
1972, n° 8, 1973 - P. 107.
- AGENOR F. — Informations Avicoles n° 4 1972 P. 96.
- ANTOINE P. — Classification et cartographie des sols.  
1ère partie — L'approche Américaine actuelle n° 12,  
1974, P. 21.  
2ème partie — Les ordres, sous-ordres et grands groupes  
de sols marocains d'après la taxonomie 1973, n° 13, 1974,  
P. 57.
- AOUANALLAH M. — Essais de drainage dans l'oasis de  
Tozer, n° 7 - 1973 - P. 127.
- Association Nationale pour la production animale, création  
et statut (ANPA) n° 4, 1972, P. 65.
- BARON P. — Nutrition en milieu rural au Maroc n° 12,  
1974, P. 79.
- BARON P. — Les produits avicoles dans l'alimentation hu-  
maine au Maroc, n° 8, 1973, P. 112.
- BEL MOKHTAR M. — Résumé de la conférence sur l'uti-  
lisation des ordinateurs dans les projets de mise en va-  
leur, n° 2, 1972, P. 7.
- BEN MILOUD M. — Réflexion d'un technicien lors d'une  
mission aux U.S.A. n° 12, 1974, P. 63.
- BERRADA A. — Procédés de lutte contre certaines formes  
d'érosion affectant certaines régions du Maroc. n° 1,  
1971, P. 19.
- BOURBOUIZE A. — L'engraissement des bovins dans  
les zones bour des Doukkala, n° 10, 1974, P. 61.
- BOURBOUIZE A. — Problèmes liés à l'utilisation des ma-  
tières premières dans l'alimentation des volailles au Ma-  
roc. n° 6, 1973, P. 90.
- BOURBOUIZE A. — Les troupeaux ovins de race locale  
de la ferme d'application de l'Institut Agronomique Has-  
san II. Bilan des activités de 4 ans, n° 12, 1974, P. 97.
- CHBICHEB A. — Le Derro une méthode dynamique de  
développement rural intégré. n° 13, 1974, P. 19.
- CHIANG C. — Compte rendu du 10ème colloque de l'Ins-  
titut International de la potasse. Abidjan Côte-d'Ivoire 3-7  
décembre 1973. n° 10, 1974, P. 19.
- CHIANG G. BELHAJ N., ZERHOUNI A. — Peut-on  
prévoir le salage des terres par irrigation ? n° 11, 1974,  
P. 16.
- CHINZI Didier — Les études fréquentielles du climat.  
n° 10, 1974, P. 29.
- CHRAIBI M. — Aménagement de la Basse Moulouya. n° 9,  
1973, P. 7.
- CHRAIBI M. — Evolution comparée des prix de certains  
produits agricoles et des prix de certains biens de pro-  
duction de 1966-72, n° 11, 1974, P. 27.
- CHRAIBI M. — Problèmes de la trame rationnelle (résu-  
mé de l'exposé au Comité technique du 24-11) 1971 n° 2,  
1972, P. 8.
- CHRAIBI M., PALLIX G. — Rapport général de présen-  
tation du colloque sur le drainage au Maroc, n° 7, 1973,  
P. 15.
- CHRAIBI M. — Techniques d'irrigation et structures agrai-  
res. n° 1, 1971, P. 35.
- Colloque sur le drainage au Maroc (8-13 avril 1973) : Pré-  
sentation n° 6, 1973, P. 6.
- Colloque sur le drainage au Maroc 8-13 avril 1973, numé-  
ro spécial n° 7, 1973.
- Compte rendu du séminaire FAO/PNUD sur l'utilisation de  
l'eau d'irrigation au niveau des exploitations (7-13 dé-  
cembre 1971 à Damas) n° 2, 1972, P. 6.
- Le Concours National de labour par attelage n° 10, 1974,  
1974, P. 53.
- DE BAZAC E.F. — Analyse des problèmes de l'érosion  
au Maroc.  
1ère partie n° 11, 1974, P. 7.  
2ème partie n° 12, 1974, P. 9.
- DIELEMAN P.J. — Compte rendu du séminaire de BAGH-  
DAD sur les problèmes de salinité (5-14 décembre 1970).  
n° 7, 1973, P. 134.
- DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE — Le Barrage  
IDRISS 1er sur l'Oued INAOUÏENE, n° 12, 1974, P. 47.
- DOOMS et LAMAURY — Une visite à l'école de mé-  
canique agricole de Sidi Bouknadel n° 5, 1972, P. 37.
- DOOMS P. — Présentation des enquêtes mondiales orga-  
nisées par l'ICID sur la « maîtrise de crues » et « les  
problèmes de salinité », n° 1, 1971, P. 53.
- Drainage superficiel par injection des eaux dans la nappe  
aquifère. n° 6, 1973, P. 80.
- DUCROCQ Michel — La nécessité d'un centre pluridisci-  
plinaire de recherche et d'expérimentation sur les problè-  
mes liés à l'aménagement hydroagricole. n° 10, 1974,  
P. 9.
- DUCROCQ, M., PASCON, P. — La mise en valeur du  
périmètre de la TESSAOUT (Haouz de Marrakech)  
n° 6, 1973, P. 15.
- EL ALAMI MM. — Mesure de l'humidité du sol par la  
soude à neutron n° 11, 1974, P. 21.
- EL BAKKALI Abdelghani — Compte rendu des journées  
de l'information et de la coopération scientifiques et tech-  
nologiques 2-3 décembre 1974, n° 13, 1974, P. 81.
- EL KHETTAR, MESNIL J. — Potentialités hydroagricole-  
s du bassin versant de la Moulouya en amont du bar-  
rage Mohammed V, n° 5, 1972, p. 8.
- EL LIOUI M., VAN BLADEL R., LAUDELOUT H. —  
Etudes de l'effet de quelques eaux d'irrigation en sol  
calcaire n° 1, 1971, P. 45.

- ETTALIBI Moussa — Le sucre, aspects biologiques et économiques. n° 8, 1973, P. 27.
- EVERAERT G.P.J., JAWARI M., GAUFRETEAU A. — De la présence de grandes douves « Fasciola Gigantica » sur les foies d'asins au Maroc n° 5, 1972, P. 64.
- Dr. FASSI Fihri — Ebauche méthodologique de l'évaluation des pertes dues aux maladies animales. n° 6, 1973, P. 96.
- FERRANDO R. — Limites des ressources en problèmes animales n° 12, 1974, P. 89.
- FORTIN J.C. — La nappe phréatique salée du TAFILALT, son contrôle pour le développement de la mise en valeur n° 7, 1973, P. 111.
- FORTIN J.C. — Situation de la mise en valeur hydro-agricole et ses perspectives de développement. n° 1, 1971, P. 9.
- HANAN A. — Inventaire et développement des cultures fourragères n° 9, 1973, P. 73.
- Huitième journées d'études européennes de l'I.C.I.D., compte rendu et bibliographie analytique. n° 1, 1971, P. 57.
- I.C.I.D. : objectifs et activités n° 13, 1974, P. 7.
- JAÏT S. — L'expérience pour déterminer le transport vertical de l'eau dans le sol. n° 13, 1974, P. 74.
- JOUIVE AM. — L'évolution des superficies équipées et irriguées dans les grands périmètres irrigués de 1957 à 1977. N° 4, 1972, P. 55.
- JOUIVE P.H. — L'aménagement hydro-agricole et les systèmes de production n° 13, 1974, P. 41.
- JOUIVE PH. — Le développement de la culture de canne à sucre n° 8, 1973, P. 11.
- KABBAJ A. — Peut-on et comment accroître les ressources en eaux mobilisables ? n° 11, 1974, P. 45.
- KERDOUDI — L'intervention de la B.N.D.E. en faveur du développement de l'élevage au Maroc n° 8, 1973, P. 121.
- LAHLOU A. — Le Gharb d'aujourd'hui et de demain n° 2, 1972, P. 9.
- LAHLOU Ottman — Huitième congrès International des irrigations et du drainage, bibliographie analytique. n° 8, 1973, P. 71.
- LAUDELOUT H. — La modélisation des processus pédo-logiques de drainage et d'irrigation. n° 7, 1973, P. 129.
- LESTUM H. — Caractéristiques principales de la production et de la collecte du lait à la coopérative Hassania. N° 9, 1975, P. 65.
- LESTUM H. — Premiers résultats d'un essai d'intensification de l'élevage d'une race bovine locale Marocaine la brune de l'Atlas n° 11, 1974, P. 64.
- MESNIL J.J. — La petite et moyenne hydraulique au Maroc. n° 2, 1972, P. 24.
- MOLINIA J.A.E. — Le soja dans le périmètre irrigué du Tadla. n° 9, 1973, P. 35.
- Monographies des grands périmètres d'irrigation le Loukos. n° 2, 1972, P. 62.
- MOUGENOT F. — L'eau et le sel dans l'agriculture marocaine. Synthèse des réponses de l'ANAFID au questionnaire de l'enquête lancée par l'I.C.I.D. sur la salinité des eaux et des sols. n° 3, 1972, P. 51.
- MOUGENOT F. — Mesure de la salinité des sols par conductimétrie n° 9, 1973, P. 38.
- Le Neuvième congrès de l'ICID à Moscou en 1975. n° 16. 1973, P. 12.
- NEUVY A. — Caractéristiques du cheptel bovin dans la zone de collecte de la coopérative laitière Hassania. n° 10, 1974, P. 70.
- NEUVY A. — Cheptel Bovin National et production de viande n° 13, 1974, P. 99.
- NEUVY A. — Eléments d'information technique sur l'espèce caprine. N° 11 1974, P. 55.
- NEUVY A. — Orientation et organisation des activités du Département des productions animales de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. n° 1, 1973, P. 45.
- NEUVY A. — Perspectives technico-économiques de la déshydratation industrielle de luzerne au Tadla. n° 4, 1972, P. 81.
- NEUVY A. — Raisons de craindre une crise grave en matière de Production de viande Bovine. n° 5, 1972, P. 60.
- Optimisation du dessalage par eau saumâtre des sols du Tafilalet. n° 3, 1972, P. 67.
- OULAD CHAÏF, TABET A., LAHLOU O., AIT TY-HIATY — Huitième congrès de l'ICID à VARNA. Symposium. Session Spéciale. Voyage d'études (connaissez-vous la Bulgarie. Annexes 1) Système fixe d'irrigation par aspersion à perche enfonçable. 2) Les coopératives en Bulgarie. 3) Elimination des dégâts d'affaissement sur le réseau d'irrigation dans les sols de loess. n° 4, 1972 P. 6.
- PALLIX G. — Le drainage dans le Gharb. n° 2, 1972, P. 39.
- PALLIX G., TABET A. — Drainage d'une plaine basse côtière sur sols lourds « Le Gharb » n° 7, 1973, P. 33.
- PAPY F. — L'élaboration du rendement de la betterave à sucre. n° 9, 1973, P. 15.
- PASCON P. — Une solution pour une gestion plus « rationnelle » des parcours collectifs la société immobilière pastorale, n° 9, 1973, P. 58.
- PASCON PAUL — Le technicien entre les bavures et bricolage. n° 8, 1973, P. 5.
- Principes de développement des productions bovines de lait et de viandes dans le cadre du plan quinquennal 1973 1977. n° 5, 1972, P. 66.
- RANCHIN G. — Le drainage dans la plaine du BOU AREG. n° 7, 1973, P. 97.
- RUHARDJ P. — Possibilité d'un aménagement du bassin du Guir marocain par un barrage de retenue. n° 5, 1972, P. 28.
- RUHARDJ P. — Le problème de l'aménagement des ressources en eau du bassin du RHERISS n° 5, 1972, P. 32.
- SEDRATI M. — Contribution à l'étude du marché de la pulpe sèche de betterave n° 13, 1974, P. 111.
- La S.N.C.E. — Séminaire sur la précontrainte et le plancher préfabriqué n° 13, 1974, P. 27.
- La Société Centrale Canine Marocaine n° 12, 1974, P. 86.
- Satut de l'Association Nationale des Améliorations Foncières, de l'Irrigation et du Drainage, n° 1, 1971, P. 5.
- TABET A. — Nouvelle Technique d'arrosage « l'irrigation au goutte à goutte » n° 5, 1972, P. 45.
- TOCATLIAN J. — Possibilité de réalisation d'un réseau de télé-documentation régionale, n° 13, 1974, P. 85.
- YADINI D. — Situation de la mécanisation agricole au Maroc. n° 2, 1972, P. 56.
- ZAHER G.R. — Collaboration internationale dans le domaine de l'information n° 13, 1974, P. 90.

	Pages
SEMINAIRE SUR L'ELEVAGE OVIN NOVEMBRE 1974	3
Compte rendu	4
Recommandations	7
Création du Comité Maghrébin de développement de l'élevage	9
Discours de M. le Ministre de l'Agriculture et de la Réforme agraire (en arabe)	11
Allocution de M. KETTANI, Directeur de l'Élevage du Maroc	12
L'élevage des ovins en Mauritanie A. SOUEID AHMED	14
La production Animale de la Steppe Algérienne R. CHELLIG	16
Les pâturages steppiques Algériens R. CHELLIG	25
Les pasteurs de la steppe Algérienne R. CHELLIG	33
L'élevage ovin en Tunisie H. NAJAR	42
Aménagement du territoire et élevage ovin P. PASCON	45
La recherche ovine en Tunisie G. KHALDI	48
Essai de l'Amélioration pastorale au périmètre de l'aride. O. SKALLI	52
Les problèmes de santé Animale sont-ils des facteurs limitants des échanges intermaghrébins Dr. FASSI FIHRI	55
Problème de la fusariose et de la verticilliose de la tomate au Maroc M. BESRI	71
Un vaste projet de coordination internationale lancé par l'UNESCO : le MAB. Amorce d'une participation Marocaine J.P. TROY	76
Quelques aspects techniques et socio-économiques de la conception des réseaux d'irrigation de surface et leur incidences au niveau des exploitations agricoles F. BENHSAIN	81
Industrie des conserves végétales M. CHRAIBI	87

	Page
— Cérémonie de remise des diplômes par S.M. le Roi aux lauréats de l'Institut agronomique et vétérinaire HASSAN II le 26 juin 1975	3
— Association Nationale pour la Production la protection et l'amélioration végétale	13
— Problèmes d'Aménagement des structures foncières dans le périmètre d'irrigation de la Tessaout-Amont — A. HERZINI	17
— Essai préliminaire de rendement d'orge au Maroc — J. CADDEL et M. Troukmani	33
— Résultats d'une enquête agronomique sur la culture du blé dur dans la région d'Azrou — A. Bourgeois	41
— Approvisionnement du marché marocain en tourteaux et en farines de poisson — F. GUESSOUS	63
— Elevage et terrain de parcours de la province d'El Kelaâ des Sraghna — Dr. M. ABDELJAWAD	75
— Réflexions sur les parcours en forêt — M. JIRARI-HAJ	81

## Spécial 1 (n° 16) : Cultures Maraîchères

	Page
— Editorial, par M. BEKKALI A	5
● ORGANISATION DES JOURNEES	7
— Comité d'organisation	9
— Programme	10
— Liste et adresse des orateurs	12
— Liste des participants	13
● OUVERTURE DES JOURNEES	17
— Discours de M. Le gouverneur de la province d'Agadir	18
— Discours de M. le professeur LOHSTE	20
— Discours de M. le président des journées	19
● THEMES ET COMMUNICATIONS DES JOURNEES	21
— THEME I : Aspects Economiques et de Mise en Valeur	22
— Avenir des cultures maraîchères dans le Souss, par M. KHALED	23
— Production, prix de revient et commercialisation, par M. BENZIT	31
— Problèmes posés par les cultures maraîchères dans le périmètre du Massa, par M. ABDALLAOUI	33
— THEME II : CUCURBITACEES	41
— Les viroses des cucurbitacées cultivées au Maroc. Caractéristiques, importance économique et moyens d'intervention, par M. FISHER	43
— Principales maladies des cucurbitacées au Maroc, par M. BESRI	49
— Les traitements contre les oidiums des cucurbitacées, par M. TITAN	53
— Insectes nuisibles aux cucurbitacées au Maroc, par M. LARAÏCHI	57
— Fertilisations des cucurbitacées, par M. AJANA	61
— THEME III : SOLANEES	67
— Maladies à Virus des Solanées, par M. LOCKHART	69
— Les principales maladies des Solanées observées au Maroc, par M. BESRI	73
— Insectes nuisibles aux Solanées au Maroc, par M. LARAÏCHI	79
— Spodoptera litoralis, par M. LERUMEUR	85
— Le ver de la tomate, par M. HMIMINA	87
— Les Noctuelles ravageurs des cultures maraîchères au Maroc, par M. SABA	91
— Les acarariens nuisibles aux cultures maraîchères au Maroc, par M. SABA	93
— Le Nématode doré de la Pomme de Terre Heterodera Ros-tochiensis WOLL	97
— Problèmes posés par les Nématodes des racines sur pomme de terre et tomate dans la région des Zénata, par M. ABOUSSAÏD	103
— THEME IV : Problèmes agronomiques généraux	109
— La désinfection des sols, par M. BAKOR	111
— Toxicité et résidus de pesticides dans les fruits et légumes, par M. LHOSTE	117
● SEANCE DE CLOTURE ET CONCLUSION DES JOURNEES	123
— Séance de clôture, par M. GHAZOULI	125
— Conclusion des journées, par M. BESRI	128

# NOUVELLE

## INTERNATIONALES

### ● CONGRES - SYMPOSIUMS - COLLOQUES

I) SYMPOSIUM SUR « Cours d'eau intérieurs pour navigation, navigation, maîtrise des crues et dérivations d'eau », Colorado 10 - 12 Août 1976.

Le contenu du thème du Symposium est comme suit :

**Navigation :** exploitation et entretien, analyse des systèmes et de l'économie, conservation de l'énergie, érosion et sédimentation, régulation de débit, stabilité du chenal, amélioration du chenal, dragage et ouvrages hydrauliques.

**Maîtrise des crues :** hydraulique des débits des crues, contrôle structural et non structural, réaction du chenal, calcul de la propagation des crues et aménagements du lit d'un cours d'eau.

**Dérivation d'eau :** ouvrages de dérivation et de prises d'eau, mise en valeur des ressources hydrauliques, réaction du chenal, sédimentation et stabilité du chenal.

Pour tous renseignements supplémentaires, veuillez écrire à l'adresse suivante RIVERS 76, Colorado State University, Engineering Research center, Fort Collins — Colorado 80523 (USA).

II) 18<sup>e</sup> CONGRES du Comité International d'Organisation Scientifique du Travail en Agriculture (C.I.O.S.T.A.) du 30 Août au 4 Septembre 1976 à Godollo en HONGRIE.

Les thèmes du Congrès sont les suivants :

1) Les problèmes ergonomiques et d'organisation du travail des systèmes de production industrielle de grande capacité.

2) Organisation du travail dans les fermes complémentaires d'assistance et familiales.

3) Position des travailleurs de différentes qualifications dans la gestion et l'organisation du travail des entreprises agricoles.

4) Autres thèmes.

### III) NATIONAL DRAINAGE SYMPOSIUM :

Palmer House — CHICAGO, Illinois December 13-14 1976.

Subjects to be Covered Include :

- . New materials and installation requirements for drain tubes
- . Models for drainage design and evaluation.
- . Controlled drainage.
- . Drainage for salinity and water quality control.
- . Drainage requirements for crop growth and farming operations.
- . Physical properties of soils related to drainage.

IV) 10<sup>e</sup> CONGRES de la Commission Internationale de l'Irrigation et du Drainage ATHENES en 1978.

QUESTION 33 : Evaluation économique des projets d'irrigation.

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

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

Sous question 34.1 : Techniques et pratiques du drainage.

Sous question 34.2 : Techniques de pose de drains à grande rapidité.

QUESTION 35 : Exploitation et entretien des réseaux d'irrigation et de drainage (organisation, équipement d'entretien, exploitation etc...).

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

SESSION SPECIALE prévue à l'occasion du 10<sup>e</sup> Congrès de l'ICID en Grèce en 1978 sur le sujet suivant :

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

## DE L'INSTITUT

● L'évènement marquant de l'année académique 1974-1975 a été sans conteste, la Visite Royale dont Sa Majesté a honoré l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

Au cours de cette visite historique, Sa Majesté a prononcé une allocution à l'intention des cadres de l'Agriculture, baptisé les quatre premières promotions d'Ingénieurs Agronomes, et remis leurs diplômes aux lauréats de ces promotions ainsi qu'à ceux de la première promotion d'Ingénieurs des Travaux Ruraux et d'Ingénieurs des Travaux Topographiques.

Sa Majesté le Roi a ensuite longuement visité les laboratoires de l'Institut auxquels il a marqué son vif intérêt. (Hommes, Terre, et Eaux, N° 15 Juin 1975, p. 3-11).

● La décision en 1975 de doubler les effectifs de formation des cadres supérieurs de l'Agriculture, marque aussi une date importante dans le développement de l'Institut, qui aura environ 2000 étudiants en 1980 et assurera annuellement la sortie de :

- 100 Ingénieurs Agronomes
- 50 Docteurs Vétérinaires
- 50 Ingénieurs de Technologie Alimentaire
- 40 Ingénieurs de Travaux Ruraux
- 40 Ingénieurs de Travaux Topographiques.

auxquels s'ajouteront les 50 Ingénieurs horticoles et phytiatres du complexe de formation en horticulture qui sera établi à AGADIR.

A ces formations s'ajoutent celle de 40 contrôleurs adjoints de la propriété foncière (Baccalauréat littéraire plus une année de formation)

celle des adjoints techniques techniciens de laboratoire (7<sup>e</sup> secondaire plus concours plus 2 années de formation), celle des 80 agents techniques agricoles des centres de formation des fermes d'application de l'Institut, ainsi que la formation permanente de tous les cadres de l'Agriculture. Etablissement Supérieur d'Enseignement de Recherche et de Développement, l'Institut voit ainsi se confirmer son rôle au service du pays.

● Le Directeur de l'Institut, président de l'ANAFID et vice-président de l'I.C.I.D., a participé avec Monsieur TABET, du bloc Equipement de l'Institut, Secrétaire Général de l'ANAFID, au neuvième congrès de l'ICID à Moscou du 21 Juillet au 15 Août 1975. Une exposition sur le développement de l'irrigation et du drainage dans le monde a été organisée à l'occasion de ce congrès qui correspondait au vingt-cinquième anniversaire de l'I.C.I.D.

● Le Professeur PIENIAZEK, Vice-Président de l'Académie Polonaise des Sciences et Directeur de l'Institut de Pomologie, a effectué une visite au Maroc du 28 Août au 10 Septembre, visite organisée par le Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II et durant laquelle M. PIENIAZEK a pu voir les principales cultures fruitières marocaines et entrer en contact avec les pomologues marocains ; les perspectives d'une future coopération scientifique et technique ont été envisagées.

● Du 24 Octobre au 6 Novembre, Monsieur FIRDAWCY Mohamed Larbi, secrétaire général de l'Institut a participé à la deuxième conférence générale de l'Association

des Facultés Agronomiques Africaines (LFAA) qui s'est tenue au Caire avec la présence des délégués et représentants des Instituts et Universités de 28 pays africains aussi que les représentants de l'OUA, l'AUA, la FAO, l'UNESCO, la BIRD, l'IRAQ.

Monsieur FIRDAWCY a fait une communication sur « Le Système de formation des Cadres Agricoles au Maroc » qui a soulevé un très vif intérêt chez les différents délégués.

— Rabat et le Maroc ont été choisis pour la 3e conférence générale qui se déroulera en Novembre 1977.

— Monsieur FIRDAWCY a été élu membre du comité exécutif de l'AFAA.

Ces deux événements marquent l'estime dont jouissent le Maroc et l'Institut au sein de cette importante association Africaine.

La réunion du comité exécutif se tiendra du 30 Janvier au 8 Février à Nairobi au Kenya. Au cours de cette réunion sera abordée aussi l'étude comparative entre les institutions de formation agricole en Afrique.

Le Maroc étant membre du comité exécutif et membre de la commission d'étude se doit de participer à cette rencontre.

● La seconde phase de la Mission d'Évaluation de l'A.C.D.I. s'est déroulée à l'Institut du 24 Novembre au 18 Décembre 1975 pour faire le point des projets de coopération en cours. (La mission d'évaluation avait commencé ses travaux au mois d'Avril 1975 à l'Institut).

● Le Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II a participé durant la 2ème semaine de Novembre à la conférence générale de la F.A.O. avec la délégation marocaine.

● Du 18 au 26 Novembre 1975 s'est tenu à Paris la 4ème session du Conseil International de Coordination du Programme sur l'Homme et la Biosphère (M.A.B.) ; le Maroc étant membre du Comité de Coordination, M. BEKKALI a participé à cette réunion annuelle.

● Le Directeur a répondu à l'invitation qui lui a été faite pour participer au colloque international sur la population et la planification qui s'est tenu à Rome durant la première semaine de Décembre 1975 sous les auspices de la F.A.O. Au cours de son passage à Rome, il a pu profiter de la tenue du colloque international sur la populiculture pour constituer une documentation complète et inédite sur la ques-

tion, documentation qui se trouve disponible à la Bibliothèque de l'Institut.

## JOURNEE DU LAIT

● Dans le cadre de la Journée nationale du Lait, M. Salah M'Zily, ministre de l'Agriculture et de la Réforme agraire a inauguré mardi 2 décembre à 10 h à l'amphithéâtre de l'Institut Agronomique Hassan II, le 2ème Colloque national de la production laitière en présence de MM. Abdellatif Ghissassi, ministre du Commerce, de l'Industrie, des Mines et de la Marine marchande, Abdellatif Ben Abdeljalil, ministre de l'Enseignement supérieur, Mohamed Belkhat, secrétaire d'Etat auprès du Premier ministre chargé des Affaires économiques, Omar Benchemsi gouverneur de la préfecture de Rabat-Salé, les chefs des services techniques du ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, le président de la Fédération des Chambres d'Agriculture, les présidents des Coopératives laitières et des agriculteurs et éleveurs des différentes régions du Maroc.

La cérémonie qui a été suivie par un auditoire nombreux a été marquée par l'allocution de M. Salah M'Zily ministre de l'Agriculture et de la Réforme agraire, dans laquelle le ministre a en premier lieu dressé le bilan des efforts accomplis dans le domaine de la production laitière depuis le premier Colloque du genre tenu l'année passée et qui a servi de plate-forme à un débat positif entre les services concernés et les organisations professionnelles à leur tête l'Union nationale des Coopératives laitières et les Sociétés privées.

Le but principal du Colloque de cette année, a poursuivi M. Salah M'Zily est de se pencher sur l'avenir de la production laitière car il ne s'agit pas de se contenter de programmes de deux ou de cinq années mais de planifier l'activité dans le secteur laitier dans le cadre d'une politique de développement prolongée dans le temps et basée sur la satisfaction des besoins de la consommation, par la coopération entre le producteur et l'industriel, le renforcement des facteurs de production, la formation des cadres, l'amélioration de la reproduction du cheptel et la sensibilisation des agriculteurs et leur organisation dans l'intérêt de ce secteur vital.

De ce fait, a ajouté M. Salah M'Zily, le projet qui sera examiné au cours du Colloque s'étend de 1976 à l'an 2000.

C'est un projet élaboré par différentes commissions comprenant les ingénieurs du secteur intéressé et les responsables spécialisés représentant le secteur privé.

La production laitière est appelée à passer de 600.000 litres en 1975 à 2.300.000.000 de litres d'ici 15 ans, en égard aux possibilités énormes que le pays nous offre dans ce domaine.

Cet objectif nécessite d'abord l'extension des pâturages et des superficies consacrées au fourrage dans les secteurs irrigués.

D'autre part le projet prévoit la construction de 2.500 centres laitiers qui seront mis à la disposition des coopératives de collecte de lait, et la réalisation de 156 unités industrielles pour la transformation de la production laitière en beurres et produits pasteurisés etc.

En conclusion, M. Salah M'Zily a souligné l'intérêt du colloque dont les travaux doivent aboutir aux résultats escomptés grâce à la coopération de tous.

### JOURNEE NATIONALE AVICOLE

Le ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire a présidé le 19 Décembre 1975 à 10 h 15, à l'Institut Agronomique Hassan II, la séance d'ouverture de la Journée Nationale Avicole.

La cérémonie s'est déroulée en présence du secrétaire général de la préfecture de Rabat-Salé, du directeur de l'élevage, de plusieurs fonctionnaires du ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire ainsi que des éleveurs et professionnels intéressés par la question.

Prenant la parole à cette occasion, le ministre a signalé tout d'abord que les rencontres organisées par son département visent, avant tout, à promouvoir un dialogue constructif entre le ministère et les professionnels, afin que les décisions soient en harmonie avec l'intérêt public.

Après avoir souligné que le dialogue constructif est la base de toute réussite, le ministre a mis l'accent sur l'intérêt que représente la production de viande surtout que le Maroc risque, en 1980, d'enregistrer un déficit de 34 mille tonnes de cette matière.

Le ministre a précisé que le déficit ne peut être résorbé que par la réalisation de plusieurs projets dont la création de la Société Nationale de Développement des Ressources Animales, le contrôle de l'abattage des bovins et l'équipement de 60 mille hectares de pâturage dans

diverses provinces du Royaume, ainsi que l'exploitation des terres collectives.

Ces projets, a-t-il dit, seront réalisés au cours de l'actuel quinquennat.

Le ministre a ajouté que l'Etat a réservé un budget de 40 millions de dirhams pour l'approvisionnement en fourrage et en médicaments à usage vétérinaire pour les régions touchées par la sécheresse.

Toutefois, a poursuivi le ministre, le secteur avicole constitue la solution la plus rapide au problème de la production de viande comme il contribue à améliorer d'une manière sensible le revenu de l'éleveur.

Après avoir indiqué que la consommation par habitant et par an de poulet est de l'ordre de 2,6 kg, ce qui est inférieur à la moyenne de la consommation mondiale qui atteint 4 kg, le ministre de l'Agriculture et de la Réforme Agraire a indiqué que nos besoins en 1981 seront de l'ordre de 100.000 tonnes, alors que la production actuelle ne dépasse pas les 46.000 tonnes, ce qui laisse un vaste champ aux futurs investisseurs.

Le ministre a par la suite exalté le rôle des unités industrielles qui ont produit 50 % de poulets consommés, et dont la production a triplé depuis 1970 en dépit des problèmes et de l'augmentation des prix des aliments de bétail.

En effet, a-t-il dit, l'Etat, conscient de l'importance de ce secteur, n'a ménagé aucun effort pour encourager des unités industrielles et traditionnelles.

De son côté, le Crédit Agricole a élaboré un programme de crédits pour ces unités.

« La politique du département de l'Agriculture dans ce domaine, a encore précisé le ministre, consiste en la création d'unités modernes dans les différentes provinces.

Dans ce sens, plusieurs unités seront créées en 1973 à Ifni, Agadir, Figuig, Errachid'a et Ouarzazate en vue de fournir un million de poussins par an aux éleveurs ».

En conclusion, le ministre a lancé un appel aux responsables des coopératives, aux directeurs des offices régionaux de mise en valeur agricole et aux directeurs provinciaux du

ministère pour une meilleure coordination des efforts en vue de promouvoir et encourager les unités de production avicole.

A l'issue de cette allocution, l'assistance a suivi avec intérêt un exposé de M. Kettani, directeur de l'élevage, sur les principales orientations pour le développement de la production avicole.

Dans l'après-midi, les participants ont écouté des exposés de M. Bensouda, président de l'Association Professionnelle des Accoueurs Marocains, de M. Karoum, directeur de la Coopérative « AVICO » et de M. Oubahamou de la Caisse Nationale du Crédit Agricole.

Ces exposés ont été suivis de discussions à l'issue desquelles des recommandations ont été élaborées.

### ● JOURNÉES DU CHEVAL, ET GRAND PRIX DU MAGHREB

À l'occasion du Grand Prix du Maghreb et dans le cadre des journées du cheval organisées par la Société Royale d'encouragement des courses, le comité consultatif des courses a accueilli le jeudi 25 décembre, la délégation tunisienne ainsi que les jockeys de renommée internationale tels que Yves Saint Martin, G. Rivases, A. Gibert, W.P. Pyers du Brœnq venus participer au Grand Prix du Maghreb qui s'est déroulé dimanche 28 décembre sur l'hypodrome de RABAT-SOUISSI.

Notons que ce grand prix a été dédoublé cette année en deux grands prix :

1) Grand Prix du Maghreb : ouvert à tous les chevaux entiers, et juments de 3 ans et plus sur une distance classique de 2400 mètres. Il est doté de 100.000 DH dont 60 pour cent au premier, 20 pour cent au second, 12 pour cent au troisième et 8 pour cent au 4ème. Ce prix a vu cette année la participation de 10 chevaux de grande valeur (4 chevaux tunisiens et 6 chevaux marocains).

2) Grand Prix de l'élevage maghrébin : ouvert seulement aux chevaux nés et élevés dans

un pays maghrébin de 3 ans et au-dessus. La distance est de 2100 m et la dotation est de 100.000 DH également.

Quatorze chevaux ont participé à ce prix (6 chevaux tunisiens et 8 chevaux marocains).

Signalons que les chevaux du grand prix du Maghreb et du grand Prix de l'élevage maghrébin ont été montés par les jockeys de classe internationale :

### PRIX DE L'ELEVAGE MAGHREBIN

**2.100 m. — 100.000 DH**

**Pour chevaux de 3 ans et au-dessus.**

1. Azur 62 — S. Léonardos
2. Flamenco 62 — Moh. Ben Ali
3. Blandine 60 — G. Dubrocaq
4. Lady Ann 60 — Lahouch
5. Es Safa 60 — N. Pautard
6. Nadla 60 — W. Pyers
7. Oudika 60 — L. Bentle
8. Acte 60 — B. M'Rabet
9. Samira 60 — Douillère
10. Double Flight 58,5 — Y. Saint Martin
11. Mouloud 58,5 — Seyssel
12. La Solitaire 56,5 — J.-P. Roman
13. Dehbiya 56,5 — G. Rivases
14. Barakat 56,5 — F. Bessone.

De plus il importe de mentionner qu'en avant première du Grand Prix du Maghreb a été organisée une exceptionnelle vente aux enchères de certains chevaux de Zouada, ainsi que des poulinières de pur sang anglais importées d'Europe. Cette vente aux enchères a eu lieu le vendredi 26 Décembre 1975 à 16 h 30 sur l'hypodrome de Rabat-Suissi (champs de course).

Le même jour à 18 h, une brillante conférence sur le thème « le Cheval Arabe, le Cheval pur sang Anglais » par le professeur Bachir Ben M'RAB, grand hypologue tunisien, a réuni un grand nombre de vétérinaires, d'étudiants et d'amateurs de chevaux, à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.

## BREVES DE L'AGRICULTURE

### ● DIRECTIONS PROVINCIALES

Le Ministère de l'Agriculture va mettre en place à compter du 1.1.76 de nouvelles structures : Les Directions Provinciales.

Au nombre de 18, elles visent d'une part une décentralisation, et d'autre part un regroupement des services qui évoluaient chacun au gré des contingences locales, et selon les directives de leurs directions centrales, sans aucune coordination.

Celle-ci va donc se faire théoriquement au niveau du Directeur Provincial, qui sera l'interlocuteur du Gouverneur.

On en revient ainsi, à l'expérience du début de l'indépendance, celle de l'Inspecteur Délégué, seul représentant du Ministère de l'Agriculture, et coordinateur des services dépendant de son département.

La différence est que le Directeur Provincial sera ordonnateur secondaire de tous les services, c'est-à-dire qu'il tiendra en main les crédits.

Les Directions Provinciales ont en principe pour mission de s'occuper de l'équipement hydraulique, de l'aménagement des structures foncières, de l'organisation de la production agricole, végétale, animale et forestière de la recherche agronomique, de la défense et de la protection des animaux et des végétaux de la réforme agraire, du cadastre et de la conservation foncière, des études économiques et artistiques, de la vulgarisation, de l'organisation des agriculteurs et des affaires administratives relatives à toutes ces missions.

Les Offices régionaux de mise en valeur agricole, au nombre de 7 restent autonomes et leurs périmètres resteront en dehors de l'air d'action des Directeurs Provinciaux.

Ceux-ci seront coiffés par des inspecteurs régionaux.

Il faut espérer, que ces nouvelles structures n'alourdissent pas le système déjà en pla-

ce, et que l'esprit bureaucratique n'en fasse pas seulement un échelon supplémentaire dans une hiérarchie à plusieurs têtes, centrale, régionale et provinciale, provoquant ainsi des dualités immobilisatrices.

### ● L'OFFICE DE MISE EN VALEUR AGRICOLE DU LOUKKOS DEVIENT OPERATIONNEL

Créé en Août 1974, l'OMVAL a ouvert ses bureaux provisoires à Ksar-El-Kébir où d'ailleurs, il va s'installer définitivement, une fois terminés l'ensemble des immeubles qui vont l'abriter.

Il vient en effet de lancer son premier appel d'offres conjointement avec l'Office du Gharb pour la construction de 3 réservoirs surélevés pour l'irrigation par aspersion.

Sa zone d'action s'étend à mi distance des villes de Tanger et Rabat sur une superficie de 2560 km<sup>2</sup> comprise entre Larache, Ksar El Kébir Lalla Mimouna et Moulay Bousselham.

Sa mission est la mise en valeur de 37.000 ha irrigués et 22.000 ha en bour, essentiellement pour la production sucrière.

Les eaux d'irrigation proviendront en grande partie du barrage d'Ouad El Makhazine à 10 km en amont de Ksar El Kébir sur le Loukkos, le reste, des nappes phréatiques locales.

Le barrage d'une retenue de 270 millions de m<sup>3</sup> sera terminé fin 1977 et permettra l'irrigation des terres suivant un plan de 20 ans :  
— soit par aspersion moyenne pression sur les terres légères (zones de Rmel, Drader, Souier, Skhar ;

— soit par gravité dans les plaines argileuses du Loukkos.

La première zone à être équipée dès 1976 sera le DRADER (1500 ha) à partir de la nappe ou de l'Oued Drader. La régulation des débits se fera par réservoirs surélevés, l'eau étant pompée le long du Loukkos régulé ou dans les nappes locales, la puissance totale des stations

de pompage s'élèveront en fin d'équipement à 50.000 kilowatts.

Bienvenue donc au dernier né des offices, et bon courage à l'équipe qui l'assume avec à sa tête M. Othman LAHLOU, Directeur de l'Office, et membre actif de notre association.

### ● LE BARRAGE DE L'OUED ISSEN

Le Ministère des Travaux Publics vient de lancer un avis de concours international pour la construction du barrage de Tamzaourt sur l'Oued Issen à 70 km au nord-est d'Agadir, dans la vallée empruntée par la nouvelle route Marrakech-Agadir.

Voici les caractéristiques de cet ouvrage :

— Barrage en béton à contrefort avec digue de col auxiliaire.

— L'ouvrage principal sera constitué de 20 plots de 17 m. de large chacun. Le barrage aura donc une largeur totale de 340 m.

— Volume du béton : 850.000 m<sup>3</sup>.

— Hauteur du barrage au-dessus de la fondation : 98 m.

— La digue de col sera constituée d'un noyau central argileux entre deux massifs d'appui en enrochements.

### ● LE PETIT MATERIEL AGRICOLE

Les terres travaillées sur l'ensemble du pays sont estimées à 6.500.000 Hectares.

La culture moderne représente 1.500.000 Hectares.

Les fellahs traditionnels exploitent en gros 5.000.000 Hectares.

Ils utilisent dans la quasi totalité, comme seul outil de travail, l'araire en bois (7 à 800.000 unités) — (D'après les chiffres du MARA il y a 1.700.000 exploitants).

Seule une faible minorité utilise la charrue métallique (50 à 60.000).

L'intérêt de la charrue métallique est reconnu par tous. L'augmentation des rendements due

à la seule utilisation de cet engin à la place de l'araire en bois est d'au moins un quintal et demi l'hectare (les études faites par les services du Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire parlent de deux quintaux à l'hectare).

En estimant le prix moyen du quintal à 60 DH, la petite charrue est amortie en une année sur moins de trois hectares ( $3 \times 1,5 \times 60 = 270$  Dirhams).

Toutefois, la rétrocession des charrues métalliques par les Organismes de l'Etat représente un chiffre insignifiant par rapport aux besoins : 4 à 5.000 charrues par an, moins de 2.000 pour les deux dernières campagnes.

A la cadence actuelle, il faudrait donc presque deux siècles pour équiper chaque paysan d'une charrue métallique valable, cela sans tenir compte des remplacements.

Pourquoi donc l'emploi de la charrue métallique n'est-il pas généralisé ? Celle-ci coûte en gros, subvention déduite, trois fois plus chère que l'araire que le Fellah a l'habitude de payer comptant.

Pour ces charrues métalliques, le Fellah qui ne peut payer comptant a besoin de crédit, en plus de la subvention, d'où intervention de deux Administrations :

— le C.T. qui met à la disposition du Fellah l'outil à un prix subventionné.

— l'Autorité locale qui accorde le crédit.

Si, en général les démarches auprès des C.T. ne prennent pas trop de temps au paysan, l'obtention du crédit est souvent laborieuse.

Nos agents ont pu constater lors de leurs nombreuses tournées à travers le pays, que les demandes des Fellahs pourraient augmenter d'une manière spectaculaire si les Caisses de Crédit faisaient un effort en ce qui concerne les prêts.

Les Autorités locales, à part quelques exceptions, limitent le crédit pour ne pas avoir à s'occuper de recouvrements des sommes insignifiantes, dans un secteur étendu. La perte de

temps due aux réticences du fellah et à sa recherche dépasse presque toujours le montant des créances à récupérer.

En résumé, le système est trop compliqué. Si les livraisons de charrues se faisaient sans autres formalités, contre paiement comptant, déduction faite des subventions plus larges le nom-

bre de charrues métalliques remplaçant les araires en bois augmenteraient dans des proportions énormes dans l'intérêt évident du pays.

A noter que la fabrication actuelle annuelle de l'araire en bois, de l'ordre de 200.000 unités environ, contribue à la destruction des forêts.

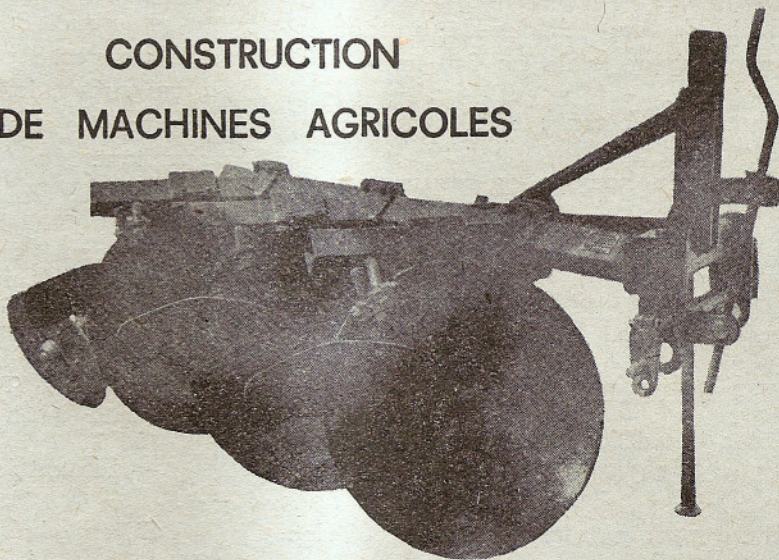
# LES ATELIERS MAROCAINS

SIÈGE SOCIAL ET ATELIERS : KM 4, ROUTE DE CASABLANCA, RABAT - 255.10-225.04



- COVER-CROPS
- PLOW
- OUTILS A DENTS
- BILLONNEURS
- REMORQUES
- CITERNES
- VIGNERONNES
- MATERIEL A TRACTION ANIMALE.

CONSTRUCTION  
DE MACHINES AGRICOLES



## Charrues à disques