

HOMMES TERRE & EAUX

Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires



Association Nationale des Améliorations Foncières de l'Irrigation et du Drainage
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
Association Nationale pour la Production Animale
Association Nationale pour la Production, la Protection et l'Amélioration Végétale

TRIMESTRIELLE

14^{ème} ANNEE

VOLUME 14

NUMERO 57

DECEMBRE 1984

Les nouvelles maladies à bactérie de la Tomate au Maroc.

Par
Colin J.

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

RESUME

Six maladies bactériennes sont actuellement reconnues au Maroc, dont trois l'ont été ces dernières années.

Aux chancre bactérien (*Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense*), flétrissement bactérien (*Pseudomonas solanacearum*), gale bactérienne (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) de la tomate, se sont ajoutées la moucheture bactérienne (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), la pourriture de tige et de fruit (*Erwinia carotovora* var. *carotovora*), et la moelle noire (*Pseudomonas corrugata*).

La situation de ces trois dernières maladies est décrite (origine symptômes et importance). La moucheture bactérienne de la tomate est quelque peu détaillée quant à ses effets sur la culture ainsi que sur les conditions de conservation de la bactérie dans l'environnement du Massa. Ces trois nouvelles maladies à bactéries ont une importance limitée, soit qu'elles n'apparaissent qu'épisodiquement, soit que leur attaque se limite à quelques plants.

INTRODUCTION

Corynebacterium michiganense pv. *michiganense* est la première bactérie phytopathogène de la tomate identifiée au Maroc, par Berger en 1942. Rieuf, en 1969, établit la présence de deux autres agents pathogènes de cette culture : *Pseudomonas solanacearum* et *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. La première de ces trois bactéries est celle qui a pris le plus d'importance. *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* est isolé régu-

lièrement dans les cultures de tomate, mais surtout de poivron. Cette seconde bactérie ne cause cependant pas de dégât notable et ne prend pas d'extension. Enfin, le *Pseudomonas solanacearum*, s'il est isolé sporadiquement, est resté tout à fait exceptionnel.

Cette situation est restée stationnaire jusqu'en 1980-1981, quand une attaque importante d'une nouvelle bactérie, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, a eu lieu dans la région du Massa, au sud de la ville d'Agadir. Deux autres affections bactériennes se sont déclarées également, des pourritures dues à *Erwinia carotovora* var. *carotovora*, et la "moelle noire", dont l'agent causal est *Pseudomonas corrugata*.

Cet article relate les résultats principaux des travaux entrepris pour ces trois affections bactériennes, récemment observées au Maroc.

I. LA MOUCHETURE DE LA TOMATE DUE A PSEUDOMONAS SYRINGAE PV. TOMATO

A. Symptomatologie

Le symptôme principal de la maladie de la moucheture de la tomate est celui de petites taches noires de quelques mm de diamètre, avec généralement un halo chlorotique bien marqué. Ces taches à halo peuvent être assez abondantes pour entraîner le dessèchement de la feuille.

Elles ont tendance à s'accumuler dans les creux de nervures foliaires, et à s'aligner grossièrement. La nervure noircit alors. Ces taches apparaissent sur les tiges et les pédoncules, mais sans halo. Le symptôme de tache à halo peut se produire sur les sépales des fleurs. Sur les

* Communication présentée lors du symposium sur la protection de la tomate - Agadir 26-27 Mars 1984

jeunes pédoncules floraux, la tache nécrotique provoque le dessèchement et la chute de la fleur. La coulure de la fleur peut être très importante.

Sur les fruits, des petites taches noires de dimensions variables, et souvent en dépression apparaissent si l'attaque de la bactérie s'est produite à la floraison du bouquet ou peu après. Leur accumulation entraîne la déformation du fruit.

a. variantes du symptôme de "tache à halo"

Le halo chlorotique qui entoure la tache nécrotique est produit par une exotoxine qui est émise par la bactérie à une température proche des 20° C. Sa concentration diminue à des températures plus élevées (OKON et al., 1978). Cela peut expliquer la disparition du halo dans certaines conditions, ou au contraire, que ce halo soit le seul symptôme apparent, en l'absence de nécrose. Nous avons produit ce deuxième type de variante dans des conditions expérimentales.

b. similitude du symptôme de "tache à halo" avec d'autres maladies

Une première confusion peut se faire avec le symptôme foliaire d'une autre maladie bactérienne, la gale à *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Cependant, les taches nécrotiques sont plus grandes et plus régulières, avec un halo chlorotique plus extensif (jusqu'au jaunissement complet de la feuille). Des pustules sèches et grises, de petit diamètre, se forment sur les fruits.

La similitude de symptôme est surtout vraie avec des attaques récentes de champignons foliaires comme *Alternaria* sp. et *Stemphylium* sp.. Les taches à halo sont disséminées plus régulièrement sur le limbe des feuilles, sans être coalescentes, et n'ont jamais la densité que peut atteindre la moucheture bactérienne.

B. Importance de la maladie et effet sur le rendement de la tomate au Maroc

La maladie a été signalée pour la première fois au Maroc dans la région du Massa, durant la période de culture hivernale 1980-1981.

Le *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* a été identifié sur la base d'une série de tests métaboliques et de pathogénie. La maladie est apparue simultanément dans une douzaine de localisations, sur différentes variétés. Les cultures attaquées avaient toutes en commun le système d'irrigation à l'aspersion. Durant les périodes de cultures de 1981-1982 et de 1982-1983, toutes les recherches de la bactérie sont restées vaines. Pourtant de nombreux échantillons foliaires avec le symptôme de

taches à halo, de diverses provenances du Massa ont été analysés.

Cette absence de la bactérie, n'exclut pas le développement brutal d'une nouvelle épidémie, si de nouvelles conditions favorables sont à nouveau réunies. Aussi, afin d'estimer le potentiel de risques dus à cette bactérie, des essais ont été conduits simultanément en plein champ dans deux cultures de tomate, l'une irriguée au goutte à goutte, et l'autre par aspersion.

Ces cultures ont été inoculées artificiellement avec la bactérie et l'effet de la maladie a été étudié. Dans la culture irriguée au goutte à goutte, il n'y a aucune réduction pondérale tant du rendement global, que du rendement de la catégorie de fruits exportables. Dans la culture irriguée à l'aspersion, la maladie est très préjudiciable à la culture car elle réduit le rendement global de 15 à 34 %, en fonction de la fréquence de l'inoculation bactérienne. La réduction de rendement de la catégorie de fruits exportables peut atteindre 35 %. Cela est dû, entre autre, à la fréquence du symptôme de moucheture sur les fruits, aggravant le volume de l'écart de triage. Dans les conditions les plus sévères de l'essai (inoculation hebdomadaire et irrigation à l'aspersion), près de 40 % des fruits sont atteints du symptôme de moucheture (COLIN et al., 1984).

C. Sources d'inoculum et conservation de la bactérie

Les trois sites principaux de conservation de la bactérie sont le sol, le végétal et la semence. La survie de la bactérie sur ces divers supports a été étudiée par de nombreux chercheurs et les résultats de ces travaux montrent que la bactérie réagit très différemment suivant les conditions expérimentales. Ainsi, par exemple, en l'absence de débris végétaux, la bactérie reste vivante 390 jours dans un sol stérile à 40° C. Dans le même sol non stérile, à 20° C, la durée maximale de survie de la bactérie n'est plus que de 26 jours, pour peu que le pH du sol soit favorable (proche de la neutralité) (Bosshard-Heer et Vogelsanger, 1977). Nous avons étudié la survie de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* dans trois sols du Souss et du Massa. Dans le meilleur des cas, sol stérile à 12° C, la bactérie peut se conserver plus de 115 jours mais moins de 200 jours (Colin et Mahtaj, 1984). Nous avons de même étudié la conservation de la bactérie sur plantes maraîchères et adventices, en plein champ. Sur feuilles de tomate inoculée, avec ou sans symptôme, la bactérie se maintient à une forte concentration tout au long de la culture. Sur autres solanées, la survie de la population épiphytique de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* est également importante. Elle chute par contre très rapidement pour les autres familles végétales (Colin et Mahtaj, 1984).

Les semences de tomate peuvent héberger la bactérie

vivante 20 ans après leur récolte (Bashan et al., 1982). Dans nos travaux, les semences extraites de fruits à symptômes sont apparemment libérées de la bactérie, lors de l'extraction par fermentation, pour peu que la durée de cette opération soit au moins de 72 heures.

II. POURRITURES DE TIGE DE TOMATE DUES A ERWINIA CAROTOVORA VAR. CAROTOVORA

Des pourritures de tige de tomates cultivées en plein champ, avec flétrissement subséquent des plants, ont été observées durant l'hiver 1981-1982, dans une culture du périmètre irrigué du Massa. Un chancre humide se développait sur la tige et les tissus vasculaires avaient une coloration brunâtre sur une certaine distance à partir du chancre. L'importance de l'attaque dans la culture était insignifiante (moins d'un pour cent de plantes atteintes).

Des prélèvements de tissus vasculaires ont été réalisés en bordure des symptômes de tige. Deux bactéries différentes ont été obtenues des travaux d'isolements : un *Pseudomonas* sp. fluorescent et une bactérie fermentative, de Gram négatif, mobile et à flagelles péritriches. Cette seconde bactérie est apparue être *Erwinia carotovora* var. *carotovora* (croissance à 37° C et à 41° C liquéfaction de la gélatine, réduction du nitrate, décomposition du gel de pectate, production d'acide du tréhalose et du lactose mais non de l' -méthyl-d-glucoside et pas de production de substance réductrice du sucrose).

De jeunes plantules de tomate ont été inoculées avec l'isolement d'*Erwinia carotovora* var. *carotovora* et un flétrissement complet de la plante, dû à la pourriture de la tige, s'est produit très rapidement. Un chancre est apparu au point d'inoculation et la moelle était brune sur une certaine distance du point d'infection. Ce symptôme a également été reproduit sur plantules de poivron et de pomme de terre.

Des dégâts semblables de pourriture de tige et de flétrissement, dus à *Erwinia* sp. ont été signalés plusieurs fois, déjà en 1925 en Angleterre par Butcher et aux Etats Unis en 1965 par Partyka et Alexander et par Speights en 1967 (in Speights et al., 1967). La maladie est décrite en France dans des cultures de tomate de serre, sans causer de dégât notable (Barzic et al., 1976), et en Colombie où elle produit plus de 60 % de perte globale (Victoria et Granada, 1981).

Les germes déterminés dans ces divers travaux ne sont cependant pas les mêmes, et il y a des différences symptomatologiques. Les premières notifications de la maladie (in Speights et al., 1967) ne précisent pas l'identité des bactéries causales. En 1976, Barzic et ses collaborateurs ont isolé *Erwinia carotovora* var. *atrosep-tica* de pourriture de tige d'une plante de tomate flétrie. Le symptôme était accompagné d'une pourriture molle

des fruits au point d'attaché du pédoncule. Nous avons relevé plusieurs fois ce dernier symptôme, mais sur des plantes apparemment saines. Victoria et Granada (1981), quant à eux, ont isolé *Erwinia chrysanthemi* de tomate de champ. Dans ce dernier cas, la bactérie provoque, en plus des symptômes vasculaires et de tige, un symptôme de petites lésions imbibées sur feuilles, pétioles et tiges. Ces lésions peuvent affecter l'entièreté de la plante qui dépérit alors progressivement.

Il semble donc que c'est la première fois que la plante de tomate est signalée comme hôte naturel sensible de *Erwinia carotovora* var. *carotovora*. La bactérie a cependant déjà été isolée de fruits de tomate à symptôme de pourriture molle (Arsenijevic, 1978). Les quelques plantes atteintes et leur dispersion dans la parcelle ne permettent pas de juger de l'origine de la bactérie, et d'un mode de dissémination quelconque. On peut admettre une conservation de ces germes de pourriture sur une durée assez longue au niveau du sol. Des conditions favorables (plaies diverses, humidité élevée, faiblesse de la plante, présence d'autres germes,...) active-raient le pouvoir pathogène de la bactéries et induiraient la maladie.

III. LA MOELLE NOIRE DE LA TOMATE DUE A PSEUDOMONAS CORRUGATA

Nous avons eu l'occasion d'être confrontés à plusieurs reprises à une maladie bactérienne sur plantes âgées de tomates, dont la tige présentait le symptôme typique de moelle noire. La moelle est colorée en sombre et se creuse progressivement. Les tissus vasculaires sont également colorés et un flétrissement de la plante se produit. Ce symptôme a été relevé à Bar Bouazza (région de Casablanca) et dans le périmètre du Massa en 1980, 1981, 1982 et 1984.

En 1980 et 1982, les tentatives d'isolements de pathogènes ont échoué.

En 1981, *Erwinia carotovora* var. *carotovora* a été isolé au niveau de la lésion, en même temps qu'un *Pseudomonas* fluorescent ayant un certain degré de pathogénie. Dans ce cas précis, la lésion de la tige a évolué en pourriture suintante.

En 1984, la moelle noire a été observée sur une plante de tomate de serre (variété Carmélo), au Complexe d'Agadir à Aït Melloul. Le symptôme typique était accompagné d'un foisonnement d'ébauches racinaires à plusieurs niveaux sur la tige. La plante était entièrement flétrie.

Une bactérie bacilliforme, de Gram négatif a été isolée à la limite de la lésion sur tige. La conformité des réactions des principaux tests réalisés (aspect colonial, fluorescence, arginine, aérobose, oxydase, amidon, nitrate, lipase, gélatine, lavane, pectate, catalase, insertion des

flagelles et hypersensibilité sur tabac), avec les données récentes de la littérature (Jones et al. 1983, Lai et al. 1983) nous permet de conclure à l'identité de *Pseudomonas corrugata* pour les isolats bactériens testés.

Au Maroc, la maladie est donc apparue sporadiquement aussi bien dans des cultures de plein champ que sous serre, mais ce n'est que dans ces dernières conditions que le *Pseudomonas corrugata* a pu être isolé et identifié.

CONCLUSIONS

La culture de tomate est la cible de nombreux pathogènes, notamment des bactéries. Actuellement six maladies à bactéries ont été déterminées au Maroc, dont

trois récemment, après 1980. Parmi les six maladies à bactéries une seule a une importance majeure. C'est le chancre bactérien dû à *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* (Fatmi et al., 1984). Le risque de voir les autres maladies bactériennes se développer et menacer les cultures est étroitement lié aux techniques culturales. Ainsi, l'irrigation par aspersion favorise la moucheture bactérienne, due à *Pseudomonas tomato*, ou les amendements excessifs sensibilisent la plante à *Pseudomonas corrugata*.

Une bonne stratégie de lutte contre les maladies bactériennes commence donc par une conduite raisonnée de la culture, en fonction des antécédents sanitaires de la région et de la connaissance des cycles des pathogènes.

Références bibliographiques

- ARSENIJEVIC M., 1978. Proc. 4th. Int. Conf. Plant. Path. Bact., Angers : pp. 531-537.
- BARZIC MARIE-RENEE, SAMSON REGINE et TRIGALET A., 1976. Ann. Phytopathol., 8 (2) : 237-240.
- BASHAN Y., OKON Y., et HENIS Y., 1982. Phytopathology, 72 : 1143-1144.
- BERGER G., 1942. Ann. des Epiphyties, 8 : 117-127.
- BOSSHART-HEER E., et VOGELSANGER R., 1977. Phytoph. Z., 90 : 193-202.
- COLIN J., GERARD M., et LAABARI H., 1984. Parasitica (en préparation).
- COLIN J., et MAHTAJ B., 1984. 36^e Symp. Int. Phyto. Phytia., Gand (en préparation).
- FATMI M., EDDAOUDI M., ACHBANI E., LAHYANI B., et COLIN J., 1984. Homme, Terre et Eaux.
- JONES J.B., JONES J.P., STALL R.E. et MILLER J.W., 1983. Plant Disease, 67 : 425-426.
- LAI M., OPGENORTH D.C., et WHITE J.B., 1983. Plant disease, 67 : 110-112.
- OKON Y., BASHAN Y., et HENIS Y., 1981. Proc. 4th. Int. Conf. Plant. Path. Bact., Angers : pp. 699-702.
- RIEUF P., 1969. Les cahiers de la Recherche Agronomique - Rabat, n° 30.
- SPEIGHTS D.E., HALLIWELL R.S., HORNE C.W. et HUGHES A.B., 1967. Phytopathology, 67 : 902-904.
- VICTORIA J.I., et GRANADA G.A., 1981. Proc. 5th. Int. Conf. Plant. Path. Bact., Cali. pp 22-26.

S A T C O

s.a au capital de 1.000.000 dh

terrassements mécaniques

nivellement et drainage

ouvrages d'irrigation

assainissement

routes et ouvrages d'art

batiments

5, rue mohamed kourid ali, kénitra

tél : 31.21 - 32.05

télex : 91012 satqic

Importance du *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* dans les cultures de tomates au Maroc - Éléments d'épidémiologie(*)

Par

Fatmi M., Eddaoudi M., Achbani E., Lahyani B. et Colin J.
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

RESUME :

Le chancre bactérien dû à Corynebacterium michiganense pv. michiganense reste de loin la maladie bactérienne la plus importante dans les cultures de tomates au Maroc. Les diverses enquêtes, dont les résultats sont fournis dans cet exposé, montrent que la maladie n'atteint pas l'importance des trachéomycoses et que la situation est très différente en fonction des régions prospectées (fréquence de la bactérie et importance relative par rapport aux autres agents de trachéoses). C'est dans la région du Souss-Massa que les taux d'infection sont les plus importants.

Il a été tenté, dans plusieurs travaux de laboratoire, de déterminer l'importance des sources de conservation et de contamination de la bactérie. Ainsi, il apparaît que les conditions de sol de Massa ne sont pas favorables à une longue conservation du pathogène. Les débris végétaux jouent un rôle non négligeable pour la production des symptômes. Enfin, la qualité sanitaire de la semence apparaît contaminée dans tous les tests réalisés, et le taux de contamination est déterminé statistiquement.

Ces travaux ne permettent pas de juger du risque réel que cette situation fait courir aux cultures, surtout en l'absence de toute donnée régionale ou nationale sur un taux de contamination critique de la semence.

INTRODUCTION

Le chancre bactérien, maladie due à *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* (C.m. pv. m.), est un des nombreux fléaux susceptibles de causer de grands ravages dans les cultures de tomate. Au Maroc, cette culture est importante car elle est la principale culture maraîchère, et qu'une part importante de sa production est destinée à l'exportation.

Dans un précédent travail d'inventaire des causes de flétrissement de la tomate au Maroc, Pineau (1976) estime que la part des flétrissements dus à des bactéries est d'environ 2 %. Durant la campagne 1979-1980, un inventaire de maladies bactériennes de la tomate montre que la fréquence du C.m. pv. m. dans la catégorie des plantes flétries atteint 13 % (Colin, 1981) pour l'ensemble du pays.

Le travail présent montre une situation plus complexe. La différence entre les chiffres établis dans ce travail et les données antérieures, peut s'expliquer par des méthodes d'analyse distinctes, mais aussi par l'évolution de la situation sanitaire dans certaines régions. La transmission de la bactérie par la semence contribue à l'extension de la maladie. Cette transmission par contamination peut être très importante, comme cela a été établi dans de nombreux travaux et dans l'étude actuelle.

(*) Communication présentée lors du Symposium sur la protection de la tomate - Agadir 26-27 Mars, 1984.

Symptomatologie

Le symptôme le plus spectaculaire et le plus néfaste, causé par le *C.m. pv. m.* est celui du flétrissement de la plante. Il se produit généralement tardivement, après la formation de quelques bouquets floraux et est irréversible. Il est plus au moins caractérisé par un développement progressif, à la différence de ceux provoqués par *Fusarium oxysporum* f. sp. *lyncopersici* et *Pseudomonas solanacearum*, qui sont brutaux. Le flétrissement initial est souvent unilatéral, il se développe en fonction de la bactérie dans la plante. La bactérie agit en effet plutôt par les toxines qu'elle émet, que par un blocage mécanique de la sève dans les vaisseaux. Les tissus vasculaires apparaissent brun sombre. Des cavités se forment à un stade avancé de la maladie, notamment à la jonction des pétioles sur les tiges. Ces cavités permettent de distinguer la maladie "du fil" due à *C.m. pv. m.* de celles dues aux trachéomycoses.

En pratique, trois symptômes sont plus au moins spécifiques. Il y a la formation de chancres longitudinaux sur les tiges mais aussi les pétioles, par temps chaud et humide. Ces chancres peuvent se fendre et la moelle dégradée est apparente. Il y a aussi la présence de petites pustules grises sur les tiges, les pétioles, les pédoncules et même les feuilles. Il y a enfin la présence de taches dites "en oeil d'oiseau" sur les fruits et qui sont spécifiques de la maladie. Ce dernier symptôme est cependant peu fréquent, même dans les parcelles fortement attaquées, et c'est un indice rarement utile pour la diagnose en plein champ.

La coloration rosâtre à brun sombre de la moelle est également produite par la bactérie. Ce dernier symptôme peut être confondu avec celui de la "moelle noire", causée par *Pseudomonas corrugata*.

MATERIEL ET METHODES

a. Inventaire des causes de flétrissement

L'isolement des agents causaux de trachéose est tenté de deux manières simultanément, pour un même échantillon.

La méthode de la "chambre humide" vise à mettre en évidence les germes de trachéomycoses. Des tranches de pétiole ou de tige de plantes malades, stérilisées superficiellement à l'alcool 70 %, sont déposées sur papier filtre humide en boîte de Pétri. Le mycélium qui se développe au niveau des tissus vasculaires est examiné au microscope.

L'isolement bactérien est réalisé par la macération d'un fragment de tige ou de pétiole, stérilisé superficiellement et écrasé dans un peu d'eau distillée stérile. Une goutte du macérat est étalée sur le milieu nutritif

pour bactéries. Les colonies bactériennes apparues sur le milieu sont purifiées et caractérisées par l'application des critères d'identification suivants : aspect colonial, forme et dimension de la bactérie, coloration de Gram, hypersensibilité du tabac. Ces tests sont appliqués conformément aux méthodes décrites par Schaad (1980). La reproduction des symptômes bactériens sur jeunes plantules de tomate est obtenue par inoculation de la bactérie, soit par taille petiolaire, soit par décapitation de la plantule. Une suspension de la bactérie testée est déposée sur la blessure fraîchement occasionnée.

b. Conservation du *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* dans le sol

Du sol de la plaine du Massa (plus de 88 % de sable) est prélevé et réparti en deux lots, dont l'un est stérilisé à la vapeur, l'autre étant utilisé tel quel. Chaque lot est divisé en deux parts. Une part est contaminée avec une suspension bactérienne (concentration finale de 2.10^7 germes par gramme de sol). L'autre part est contaminée par le mélange du sol avec le broyat de jeunes plantes de tomate flétries, inoculées auparavant avec le *C.m. pv. m.* La présence de la bactérie dans le sol est montrée par l'inoculation de jeunes plantules avec des suspensions des sols ainsi traités, par la technique de taille petiolaire. Une fonction de chaque préparation différente de sol est testée chaque semaine.

c. Influence des débris végétaux dans le sol sur l'apparition de la maladie

Trois sols ayant subi des traitements différents (addition de débris de plantes malades, présence de racines de plantes à symptôme de chancre bactérien et sol vierge de culture) sont contrôlés dans leur capacité d'induire de flétrissement bactérien dû à *C.m. pv. m.* par la plantation de jeunes plantules de tomate dans chacun de ces sols, après leur conditionnement. Les symptômes sont relevés jusqu'à 60 jours après la plantation.

d. Taux de contamination des semences de tomate de différentes origines par le *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense*

Des échantillons de lots de semences de différentes origines sont mis à macérer dans de l'eau physiologique stérile, tamponnée au pH 6,5, à raison de 100 graines par échantillon. Les suspensions sont agitées pendant 72 h et contrôlées par sérologie. Le sérum anti-*C.m. pv. m.*, fabriqué au laboratoire avec une souche locale de la bactérie, et le sérum anti-gamma globuline de lapin, marqué à l'isothiocyanate de fluorescéine (produit de l'Institut Pasteur) sont appliqués successivement

(Coleno, 1968). La présence de *C.m. pv. m.* dans les préparations des différents échantillons est observée au microscope à fluorescence. Les taux de contamination des lots sont établis suivant la méthode d'analyse de Coleno et collaborateurs (1976).

RESULTATS

a. Fréquences des différentes causes de flétrissement de la tomate

Les principales zones de culture de tomate, ont fait l'objet de plusieurs campagnes de productions, réparties sur deux années. Les résultats de ces prospections sont donnés dans les tableaux I et II. Ces tableaux doivent être considérés séparément car ils concernent deux types de cultures différentes (sous abri plastique et en plein champ, respectivement).

Trois germes vasculaires pathogènes sont identifiés dans les travaux de détermination des isoléments obtenus en chambre humide et en isolement bactérien. Il s'agit de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (F.o.l.), de *Verticillium dahliae* (V.d.) et de *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* (*C.m. pv. m.*). Dans la région côtière, au nord de la chaîne montagneuse de l'Atlas, si le *C.m. pv. m.* est important dans la région de Mohammedia, sa fréquence est toujours très inférieure à celle des maladies fongiques. Il est totalement absent dans la région de Oualidia.

Dans la région au sud de l'Atlas, la situation est très différente, et le *C.m. pv. m.* apparaît même comme la cause la plus importante des flétrissements dans les cultures du Massa (Biougra et El Khemis).

Dans les régions Nord et Sud du Maroc, on observe une forte aggravation du nombre de cas de flétrissement, avec le vieillissement des cultures (avancement dans l'année). Le nombre de cas à *C.m. pv. m.* évolue dans le même sens et c'est l'inverse qui est observé pour les maladies fongiques.

Les causes indéterminées de flétrissement, c'est à dire dont les tentatives d'isolement de pathogènes des échantillons récoltés sont restées vaines, augmentent également avec le temps.

b. Fréquence des associations de *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* avec les agents de trachéomycoses

La présence d'un pathogène dans les tissus vasculaires de la plante ne semble pas empêcher l'envahissement de celle-ci par un second et même un troisième germe (tableau III). Dans les deux campagnes de prospections, au moins 30 % des cas de *C.m. pv. m.* sont compliqués par la présence de F.o.l et de V.d.. Le nombre de cas

d'association est en proportion directe avec le nombre de cas de *C.m. pv. m.* seul et les associations ne semblent donc pas fortuites.

c. Conservation du *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* dans le sol et influence des débris végétaux sur l'expression de la maladie

Dans nos conditions d'expérimentation, nous observons que le *C.m. pv. m.* n'est plus détecté après 3 semaines de conservation dans le sol stérile.

La stérilité du sol (condition inexistante naturellement) favorise la survie du germe pathogène. La présence des débris végétaux améliore la conservation du *C.m. pv. m.* mais diminue l'effet de la stérilité (tableau IV). La limite de sensibilité de la technique de détection de la bactérie (inoculation par taille pétiole) est de 10^4 bactéries pathogènes par gramme de sol, dans nos conditions expérimentales.

L'influence des débris végétaux dans le sol sur la fréquence d'apparition de la maladie est également montrée, dans le tableau V. La maladie apparaît en effet dans une grande majorité des cas pour le sol contaminé avec les débris végétaux infectés de *C.m. pv. m.* en fin d'observation (à 60 jours). Ce mode de contamination peut donc provoquer la maladie dans de très fortes proportions. Des débris végétaux plus anciens et moins importants en quantité (restes de racines de plantes infectées en fin de culture) peuvent également induire la maladie, mais dans une moindre proportion, pour une seule des deux variétés expérimentées (Noria).

d. Taux de contamination des semences

Aucun des 31 lots de semences contrôlés n'est apparu libre de *C.m. pv. m.* Si les taux de contamination des semences commercialisées sont les plus faibles (tableau VI), ils sont tous remarquablement élevés et un seul d'entre eux descend sous le seuil de contamination critique, au dessus duquel un risque économique existe (3 pour mille) (Trigalet et al., 1979). Ce seuil de contamination a été établi pour les cultures de tomate en France et n'est pas défini dans les conditions marocaines. Les pratiques d'auto-production de semences dans les exploitations donnent des taux semblables à ceux qui sont observés dans les lots de semences obtenus dans les conditions les plus mauvaises, c'est à dire par production de semences sur des plantes malades.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'importance du *C.m. pv. m.* dans les cultures de tomate au Maroc est très différente selon que l'on se tourne vers la région Nord ou Sud du pays. Dans le

Nord, les chiffres montrent que la situation est restée stable par rapport à celle déjà décrite par Pineau (1976) et que ce sont les maladies cryptogamiques qui causent le plus de soucis à l'agriculteur. En ce qui concerne ces maladies, des solutions pour la lutte peuvent être envisagées (chimique, résistance variétale). Dans la région du Souss-Massa, le *C.m. pv. m.* est nettement plus fréquent (jusqu'à la moitié des causes de flétrissement). La raison de cette situation, (et la différence avec la région Nord) n'est pas établie. La bactérie ayant un optimum de développement identique à celui de son hôte, la tomate, elle peut provoquer la maladie quasi partout où la plante est capable de croître et de produire. Les deux facteurs épidémiologiques étudiés (sol et semences) pourraient par contre apporter une explication. Par des pratiques culturales spécifiques, l'agriculteur pourrait en effet façonner la cartographie phytosanitaire de sa région (propreté des sols, obtention des semences). Si la bactérie ne semble pas persister longtemps dans le sol du Massa, par contre la présence de restes de vieilles cultures

pourrait fort bien modifier sa survie à ce niveau. Suivant les auteurs, l'abandon de débris végétaux dans le sol peut induire entre 50 % et 100 % de taux de maladie dans une culture (Bryan, 1930, Strider, 1969). Les taux de contamination des semences, déterminés dans ce travail, ne contredisent pas les données de la littérature. Ainsi, des plantes naturellement infectées peuvent produire des semences contaminées à des taux qui vont de quelques pour cent (Grogan et Kendrick, 1953) à 80 % (Blood, 1937).

Ces considérations nous amènent à renouveler les conseils à diffuser auprès des agriculteurs, comme ceux de l'abandon définitif de l'auto-production de semences, ou de la propreté au niveau des parcelles, de la rotation des cultures, ... Il est également souhaitable que le contrôle systématique de la qualité sanitaire de la semence soit appliqué.

En dehors de ces quelques mesures, il n'existe pas actuellement de moyen de lutte réellement efficace, aussi prennent-elles énormément d'importance.

Tableau I : Taux de flétrissement et répartition des causes dans les cultures sous tunnel plastique de tomate de la variété Vémone (Partie nord de la côte atlantique - campagne 1980-1981)

Régions prospectées	Périodes de prospection	Nombre d'échantillons examinés	Taux de flétrissement observé	Causes de flétrissement**		
				C.m. pv.m.	F.o.l. + V.d.	c.i.
Mohammedia	1°	69	27,1	8,0	37,8	54,3
	2	59	27,4	8,3	23,8	67,9
	3	64	63,4	15,0	25,0	60,0
Dar Bouazza	1	93	7,6	0,0	84,3	15,7
	2	110	6,9	0,0	69,2	30,8
	3	104	9,8	0,8	61,6	37,5
Chtouka	1	108	6,3	0,0	95,8	4,2
	2	97	7,5	0,0	40,6	59,6
	3	119	23,6	5,0	48,5	45,4
Oualidia	1	140	14,8	0,0	95,7	4,3
	2	140	14,6	0,0	83,5	16,4
	3	140	24,1	0,0	25,0	75,0
Abda	1	100	11,0	0,0	97,0	3,0
	2	100	14,7	2,0	88,0	10,0
	3	100	21,2	5,0	54,0	43,0

** : 1 = début janvier 1981, 2 = mi-mars 1981, 3 = fin avril 1981

** : C.m. pv. m. = *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense*

F.o.l. = *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

V.d. = *Verticillium dahliae*

c.i. = causes indéterminées

Les chiffres expriment en "pour cent" l'importance des différentes causes de flétrissement.

Tableau II : Taux de flétrissement et répartition des causes dans les cultures de plein champ de tomate de différentes variétés (Zone du Souss-Massa-Campagne 1981-1982)

Régions prospectées (variétés)	Périodes de prospection	Nombre d'échantillons examinés	Taux de flétrissements observés	Causes de flétrissement ⁽¹⁾		
				C.m. pv.m.	F.o.l. + V.d.	c.i.
Biougra (Clause 27)	1 ²	68	36,7	4,0	79,2	20,8
	2	96	45,7	31,5	58,5	22,9
El Khemis (Clause 25)	1	23	1,3	26,7	46,7	4,4
	2	50	27,4	53,3	38,3	30,0
Vallée du Souss (Noria, Vémone)	3	30	traces	13,3	16,7	73,3

(1) : voir la légende du tableau I.

(2) : 1 = mi-janvier 1982, 2 = fin mars 1982, 3 = mi-février 1982

Tableau III : Fréquence des cas d'association du *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* avec les agents des trachéomycoses.

Campagnes, régions et type de culture	Nombre d'échantillons examinés	Taux de flétrissements dus à C.m. m. (seul ou en association)	Fréquence des cas d'association avec le C.m. pv. m.			
			seul	+ F.o.l.	+ V.d.	+ F.o.l. + V.d.
1980-1981 Côte atlantique Tunnel plastique	1033	2,61 ⁽³⁾	66,7 ⁽³⁾	7,4	18,5	7,4
		27 ⁽⁴⁾	18 ⁽⁴⁾	2	5	2
1981-1982 Région du Souss-Massa Plein champ	257	28,40	57,5	28,7	13,7	0,0
		73	42	21	10	0

(3) : Taux ou fréquence exprimés en "pour cent"

(4) : nombre de cas observés

C.m. pv. m., F.o.l et V.d. : voir la légende du tableau I.

Tableau IV : Temps de conservation du *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense* dans le sol du Massa, en fonction des traitements et des types d'inoculation des sols.

Types d'inoculum	Suspension bactérienne à 2.10^7 germes/g de sol		débris végétaux infectés	
	Stérilisé	Non stérilisé	Stérilisé	Non stérilisé
Traitement des sols				
Durée de conservation (en semaines)	3	1	2	2

Tableau V : Influence des débris végétaux dans le sol sur l'expression de la maladie due à *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense*

Temps d'expression des symptômes (en jours)	Modes de traitement des sols ⁽¹⁾		
	I	II	III
30	4 ² - 2 ³	2 - 0	0 - 0
40	5 - 2	5 - 0	0 - 0
50	11 - 5	5 - 0	0 - 0
60	13 - 7	6 - 0	0 - 0

(1) : I, sol contaminé avec la bactérie 30 jours avant le repiquage des plantes test de tomate, avec des plantes de tomate artificiellement infectées.

II, sol de culture avec des restes de racines de plantes infectées

III, sol maraîcher indemne.

(2) : nombre de plantes test flétries de la variété Noria, sur 15 plantes.

(3) : nombre de plantes test flétries de la variété Vémone, sur 15 plantes.

Tableau VI : Taux de contamination de semences de tomate de différentes origines avec le *Corynebacterium michiganense* pv. *michiganense*, établis par la technique d'immunofluorescence.

Origines des semences	Années d'observation					
	1980		1981		1982	
	1 ⁽⁴⁾	2 ⁽⁵⁾	1	2	1	2
Semences commercialisées	3	1,2 - 3,8	3	7,4 - 17,2	11	2,0 - 22,0
Semences extraites par l'agriculteur	2	5,2 - 7,4	5	9,5 - 25,5	1	35,0
Semences extraites de fruits récoltés dans des parcelles infectées	2	9,5 - 17,2	0	-	0	-
Semences extraites des fruits récoltés sur des plantes artificiellement contaminées	0	-	4	12,5 - 20,5	0	-

(4) : nombre de lots contrôlés (en général, 10 échantillons de 100 graines sont testés par lot)

(5) : valeurs extrêmes, exprimées en "pour mille", de taux de contamination trouvées pour les lots examinés.

Références bibliographiques

BLOOD H.L., 1937. Science, 86 : 199-200

BRYAN MARY K., 1930. J. Agric. 41 : 825-851

COLIN J., 1981. Les Journées de la Tomate. Agadir (non publié)

COLENO A., 1968. C.R. Acad. Agric., Fr. 54 (12) : 1016-1020

COLENO A., A. Trigalet, et B. Diagat, 1976. Ann. Phytopathol., 8 (3) : 355-364

GROGAN R. G., et J.B. Kendrick, 1953. Phytopathology, 43 : 473 (abstract)

PINEAU R., 1976. Thèse de Docteur-Ingénieur, Université de Nancy I : 126 P.

SCHAAD N.W., 1980. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria. The American Phytopathological Soc. St. Paul Minnesota 72 p.

STRIDER D.L. 1969. North Carolina Agricultural Experiment Station. Tech. Bull. n° 193.

TRIGALET A., R. Samson, B. Diagat, et M. Lemattre, 1969. Ann. Phytopathol., 11 (4) : 543-544

Emploi des antagonismes bactériens en phytopathologie

Cas des *Pseudomonas* Fluorescents*

Par

Colin J. et Pussemier L.

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

RESUME

*Si les bactéries sont bien connues comme pathogènes du règne végétal, elles le sont moins pour les effets bénéfiques qu'elles peuvent avoir, soit dans la stimulation de la croissance des plantes, soit dans la protection de celles-ci contre les microorganismes pathogènes. Cette dernière action favorable est envisagée à deux niveaux, le rhizoplan et le phylloplan, en limitant le plus souvent l'exposé aux *Pseudomonas* fluorescents. Ces dernières bactéries sont très fréquentes comme saprophytes dans l'environnement de la plante.*

Plusieurs exemples illustrent l'intérêt que peut avoir l'emploi des antagonismes bactériens, et montrent également les voies d'application possibles.

*Les modes d'action, dans le cas des antagonismes dus aux *Pseudomonas* fluorescents, sont plus ou moins détaillés. Cela permet de montrer combien leur action peut être spécifique, et intégrée dans les conditions d'environnement.*

Même si elle peut apparaître par moment utopique, cette voie de recherche doit être encouragée, car elle peut apporter des réponses à des cas de maladies difficiles à traiter (pathogènes du sol, bactéries foliaires).

De nouvelles perspectives s'ouvrent en phytopathologie dans le domaine de la lutte contre les maladies des plantes maraîchères. Elles résident dans l'exploitation des antagonismes microbiens en vue d'enrayer le développement d'organismes pathogènes. Cette méthode de lutte peut, pour une part, être assimilée à la lutte biologique car, dans certains cas, elle implique l'inoculation d'une espèce vivante destinée à coloniser le milieu, voire détruire l'agent responsable de la maladie. Dans d'autres cas, elle est assimilable à une méthode de lutte chimique car on exploite la toxine produite par l'antagoniste, toxine qui agit comme un pesticide classique. Enfin, on pourrait aussi situer cette méthode de lutte dans le domaine plus large des pratiques culturales, ou mesures prophylactiques, car il arrive qu'il n'y ait pas à proprement parler de "traitement" à l'aide de bactéries ou toxines, mais, grâce à certains "amendements", l'équilibre entre les différentes espèces microbiennes est modifié et le développement de la maladie enravé.

A priori, tant les champignons que les bactéries responsables de maladies sont susceptibles d'être contrôlés par les antagonismes microbiens. Peut-on dès lors imaginer que cette forme de lutte se substituera dans l'avenir aux traitements phytopharmaceutiques à base de substances bactéricides et fongicides ? Cette situation a peu de chance de voir le jour ! En effet, les applica-

*Communication présentée lors du symposium sur la Protection de la Tomate. Agadir 26-28 Mars 1984.

tions les plus intéressantes se cantonneront, dans un premier temps, dans deux grands domaines où la lutte chimique est difficile. Il s'agit d'une part des maladies foliaires causées par les bactéries, et d'autre, des pathogènes du sol. Il est donc plus raisonnable d'imaginer l'utilisation des antagonismes comme une méthode complémentaire de lutte à la lutte chimique classique.

Dans cet exposé, les antagonismes bactériens, et plus particulièrement ceux dus aux *Pseudomonas* fluorescents ont retenu notre attention.

En raison de la nature même de l'organisme utilisé (la bactérie), cette méthode est plus compatible avec les traitements fongicides classiques (ce qui n'est pas le cas des champignons utilisés comme antagonistes). Or tout praticien sait combien l'arme chimique est indispensable dans une culture maraîchère telle que la tomate.

SITES D'ACTION DES ANTAGONISTES DU TYPE PSEUDOMONAS

Pseudomonas sp. a très souvent été sélectionné comme candidat antagoniste en raison de ses sources variées d'éléments nutritifs et ses propriétés de développement dans nombre d'environnements distincts. Il a été expérimenté dans la rhizosphère contre les pathogènes du sol, mais aussi contre les maladies des plantes se manifestant à la surface des végétaux (phylloplan).

1. Dans la rhizosphère

La plupart des *Pseudomonas* testés dans cet environnement appartiennent à deux groupes distincts : *P. fluorescens* et *P. putida*⁽¹⁾. Ils sont inclus dans le groupe plus général des *Pseudomonas* fluorescents de par leur propriété de production d'un pigment fluorescent dans un milieu précis. Aussi les désignerons nous sous un vocable plus général de *Pseudomonas* fluorescents.

Des bactéries de ce groupe ont la propriété de coloniser intensément les racines des végétaux, d'où le terme utilisé à leur égard de "rhizobactéries". Des rhizobactéries peuvent être défavorables à la croissance de la plante, non pas par une action parasitaire ou phytopathogénique, mais par une action toxique, dont les effets sont des réductions de germination, des lésions ou des altérations de croissance des racines, ou encore, une sensibilisation à des pathogènes. Ces rhizobactéries sont appelées "deleterious rhizobacteria" (DR). De nombreux germes bactériens, dont des *Pseudomonas*, peuvent agir ainsi⁽¹⁾. Des rhizobactéries peuvent d'autre part présenter les avantages de favoriser la croissance de la plante et de lutter contre les pathogènes du sol. Ces rhizobactéries sont dénommées "Plant growth promoting rhizobacteria" (PGPR)⁽¹⁾. Des études à l'échelle expérimentale ont montré que la pratique d'inoculer

avec des PGPR pouvait augmenter le rendement de certaines cultures dans des proportions très importantes (augmentation atteignant parfois 100 % et plus). Les cultures concernées sont très variées. On cite communément les exemples des pommes de terre⁽²⁾ ⁽³⁾, des betteraves sucrières⁽⁴⁾ et des radis⁽⁵⁾. L'inoculation des PGPR se fait au niveau des semences, ce qui permet d'augmenter au maximum les possibilités de colonisation des radicelles dès leur formation. Cette inoculation empêche la colonisation par d'autres bactéries dont les DR. Cette forme d'utilisation des rhizobactéries suscite un énorme intérêt et est en voie de connaître des applications commerciales.

Une autre utilisation bénéfique des bactéries antagonistes, dont les *Pseudomonas* fluorescents, tient plus du domaine de la phytopathologie. Il s'agit de lutter plus spécifiquement contre les agents pathogènes du sol. Dans ce cas, il y aurait, en plus de la protection assurée par la colonisation des racines et de la compétition pour les éléments nutritifs, un aspect plus actif lié à la production de substances antibiotiques. Dans ce domaine, la recherche n'est pas encore très avancée, et les essais sont trop souvent limités à l'échelle du laboratoire.

Deux modes de traitement sont envisageables : l'inoculation de la bactérie dans le sol proprement dit, et le traitement des semences. Des exemples d'applications récentes figurent dans le tableau I. Il vont de la lutte contre les fusarioses et les agents de fontes de semis des cultures maraîchères ou industrielles, aux maladies des céréales.

Certains sols possèdent déjà naturellement la propriété d'enrayer le développement de certains pathogènes du sol. On parle dans ce cas de sols "résistants" ("suppressive soils"). D'autres sols, dits "sensibles" ("bonducive soils"), permettent par contre au pathogène d'atteindre un degré significatif d'activité.

Ces deux niveaux de réceptivité ou de "pathogénie" d'un sol seraient liés à la présence d'organismes antagonistes, notamment de certaines bactéries. Cela a été montré notamment par des techniques de stérilisation⁽⁶⁾⁽⁷⁾. Les sols résistants seraient mieux pourvus en antagonistes. Dans un cas particulier, il a été montré de façon très précise que le caractère de résistance à *Fusarium oxysporum* f. sp. *lini* était lié à la présence d'un *Pseudomonas* fluorescent⁽⁸⁾.

Toutefois, on ne conçoit pas dans ce domaine de rendre des sols résistants par des inoculations massives de bactéries. On envisage plutôt de modifier les conditions du milieu de façon à les rendre plus favorables à la croissance de ces antagonistes. Cette opération peut se réaliser par l'apport d'amendements⁽⁸⁾⁽⁹⁾. Ainsi, l'apport d'urée ou de lisier de poule se traduit par une augmentation du caractère de résistance d'un sol à *Phytophthora*

cinnamomi et à *P.parasitica*⁽¹⁰⁾. Rappelons que l'urée favorise préférentiellement le développement des bactéries de Gram négatif telles que les *Pseudomonas*. Les amendements peuvent également modifier le pH et rendre ainsi un sol plus réceptif aux antagonistes bactériens. Une autre possibilité, encore loin d'être à notre portée, consiste à rendre génétiquement l'antagoniste plus compétitif, même dans des milieux qui lui sont originellement peu favorables.

2. Dans le phylloplan

Les tentatives de lutte au niveau du phylloplan à l'aide des antagonistes sont également très variées. Des exemples représentatifs sont signalés au tableau 2. Comme pour les exemples de lutte dans la rhizosphère, les bactéries antagonistes ne sont pas nécessairement identifiées comme étant des *Pseudomonas* fluorescents. Il s'agit le plus souvent de bactéries saprophytes, sans relation avec des espèces pathogènes. Cette distinction est importante car il existe des bactéries utilisables comme antagonistes qui sont très apparentées à des espèces pathogènes. Elles ont la propriété de produire des substances antibiotiques très spécifiques (les bactériocines) qui inhibent le développement de la bactérie phytopathogène⁽¹¹⁾. Ce mode d'action particulier est distinct de celui qui caractérise les *Pseudomonas* fluorescents. Les propriétés de ces derniers sont exploitables dans des environnements très variés, qui vont du matériel végétal mort ou de tissus blessés (plaies de taille) aux surfaces végétales intactes⁽¹²⁾. Il semble bien que les meilleurs résultats puissent être obtenus lorsque l'antagoniste est appliqué avant l'attaque du pathogène, sur des surfaces fraîchement formées, non encore colonisées et riches en éléments nutritifs. C'est ainsi qu'une protection satisfaisante des organes foliaires du poirier a pu être obtenue contre les attaques d'*Erwinia amylovora* avec un mélange de *Pseudomonas* saprophytes et d'une espèce d'*Erwinia* susceptible de produire une bactériocine⁽¹³⁾. Dans le cas de la tomate, le contrôle de *Botrytis cinerea* sur fruit a pu être assuré grâce à une application de deux champignons saprophytes, *Cladosporium herbarum* et *Penicillium* sp., une semaine avant l'inoculation du pathogène. On peut penser que les *Pseudomonas* fluorescents seraient⁽¹⁴⁾ également utilisables contre ce parasite de la tomate tout en ne présentant pas l'inconvénient d'être aussi sensibles que les champignons saprophytes aux traitements fongicides.

Mode d'action des antagonistes du type *Pseudomonas*

Les *Pseudomonas* fluorescents produisent de nombreux métabolites. Certains ont une activité antibiotique ou phytotoxique.

Un premier groupe de ces métabolites est celui des bactériocines. Ces bactériocines ont une action bactéricide (lytique) ou bactériostatique très spécifique, ce qui les distingue des antibiotiques classiques. Elles peuvent être impliquées dans des phénomènes d'antagonisme entre bactéries. Plus de trente genres bactériens ont déjà été reconnus capables d'en produire⁽¹¹⁾. L'absence de caractérisation chimique de ces substances et leur grande hétérogénéité apparente ne permettent pas de les classer.

Un second groupe d'antibiotiques est celui des molécules à noyau hétérocyclique de type pyrrole qui sont produites par une même souche de *Pseudomonas fluorescens*. Ce sont la pyrrolnitrine et la pyolutéorine⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾.

Les deux substances se distinguent très fortement sur divers points ainsi que le montre le tableau n° 1.

Le mode d'action de ces substances n'est pas défini et leur sélectivité d'action sur les pathogènes n'est naturellement pas encore expliquée.

Cela est également vrai pour un autre antibiotique produit par les *Pseudomonas* fluorescents, la tropolone (2-hydroxy-2,4,6-cycloheptatriène-1-one) qui est un biocide dont le mode d'action est inconnu. La tropolone est efficace contre *Helminthosporium*, *Diplodia*, *Alternaria*, *Fusarium*, *Piricularia*, *Cladosporium*, *Rhizoctonia* et *Pythium*⁽¹⁷⁾.

Les sidérophores sont également des substances connues pour leur activité antibiotique. Parmi celles-ci, la Pseudobactine ferrique est un sidérophore jaune-vert fluorescent, chimiquement stable, produit par les *Pseudomonas* fluorescents⁽¹⁾.

Les sidérophores sont des molécules organiques à haute affinité avec le fer et qui agissent par chélation du Fe trivalent (Fe^{+++}). Ils sont présents chez de nombreux micro-organismes pathogènes ou saprophytes, procaryotiques ou eucaryotiques et chez les végétaux. Il y a donc dans le sol une compétition pour le Fe^{+++} (Fig.1), élément indispensable à tout organisme vivant. La situation est donc complexe car la disponibilité en Fe^{+++} dans un sol dépend déjà de ses facteurs physico-chimiques, comme le pH. Ainsi, un sol alcalin contient moins d'ions Fe^{+++} libres qu'un sol acide. Cela peut déjà expliquer qu'un sol résistant à pH. 8,1 (Fe^{+++} non disponible) devient sensible à pH. 6,0⁽⁸⁾. Le pH agit donc directement sur la disponibilité en Fe^{+++} mais également sur la balance de la flore microbienne. Un pH acide défavorise les bactéries à l'avantage des champignons et modifie ainsi les niveaux de compétitivité pour le fer. Cette compétitivité entre organisme vivants est réglée par la constante de stabilité de fixation du fer des différents chélateurs de ces orga-

Tableau 1 :

Substances	Localisation dans la bactérie	Relation avec le sol	Spectre d'activité
Pyrrolnitrine 3-chloro-4-(2'-ninitro-3'-chlorophényl)-pyrrole	interne, libéré à la lyse de la bactérie	bonne conservation sans perte d'efficacité	Rhizoctonia solani et autres non phycomycètes (Alternaria , Fusarium , Verticillium ,... inactif sur Pythium ultimum
Pyoluteorine 4,5-dichloro-1H-pyrrole-2-yl-2,6-dihydro-xyphényl cétone.	exsudé durant la croissance de la bactérie dans le milieu	fixation (chélation ?) fonction de la teneur en argile	Pythium ultimum inactif sur Rhizoctonia solani

Tableau 2 :
Exemples d'utilisation des *Pseudomonas* fluorescents
contre des parasites telluriques

Antagonistes	Pathogènes	Plantes hôtes	Site d'utilisation	Références bibliographiques
P. putida	. <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lini</i>	. lin	. sol	SCHER F.M. et BAKER R., 1982. <i>Phytopathology</i> , 72 : 1567-1570
	. <i>F.o. f.sp. cucumerinum</i>	. concombre	. sol	
	. <i>F.o. f. sp. conglutinans</i>	. radis	. sol	
P. pseudoalcaligenes	. <i>F.o.f.sp. lycopersici</i>	. tomate	. semence	GARCIA GOMEZ, 1982. <i>Centro Agricola</i> 6 (1) : 65-73
P. spp.	<i>Gaeunamomyces graminis</i>	. blé	. sol	SMILEY R.W., 1971. <i>Soil Biology and Biochemistry</i> 11 : 371-376
P. spp.	<i>Phytophthora megasperma</i>	. soja	. semence	SARBANI KOMMEDAHL, 1977.
P. spp.	<i>Erwinia carotovora</i> var <i>carotovora</i>	. pomme de terre	. semence	BURR T.S. et SCHROTH M.M., 1976. <i>Proc. Am. Phytopathol. Soc.</i> p. 273
P. aruntiacca	<i>Pseudomonas marginalis</i> <i>F. roseum</i> f. sp. <i>sambucinum</i>			
P. aureofaciens	. <i>Fusarium</i> sp.	. blé	. semence	PIDOPLICHKO V.N. et GAROGULYA A.A. 1979. <i>Mikologija i fitopatologija</i> , 13 : 53-57

nismes. Le sidérophore de *Pseudomonas putida* a une stabilité dix fois plus élevée que celui des *Fusarium* de flétrissement. Ceux-ci ne peuvent plus se développer et fructifier normalement par la carence en fer induite par la bactérie. Le phénomène de compétition est donc ici très efficace.

CONCLUSIONS

La gestion des organismes bactériens pour le contrôle des pathogènes des plantes est sinon utopique, du moins très périlleuse si on envisage ce mode de lutte sans une bonne compréhension des relations entre les microorganismes, entre eux, dans leur milieu, et avec la plante.

Il existe des cas d'antagonisme qui semblent très probants, et qui encouragent la recherche dans cette voie. Cependant, la majeure partie des antagonistes efficaces le sont dans des conditions de laboratoire ou artificielles. Leur transposition dans des conditions de plein champ a rarement été tentée ou a été vaine. Le traitement de quelques types de semences est pourtant un premier succès de cette méthode de lutte avec des bactéries antagonistes.

Les cas développés dans ce document sont très spécifiques et ne peuvent faire l'objet d'une généralisation. Ils apportent cependant un éclairage intéressant sur les mécanismes d'interaction entre les microorganismes, notamment au niveau du sol.

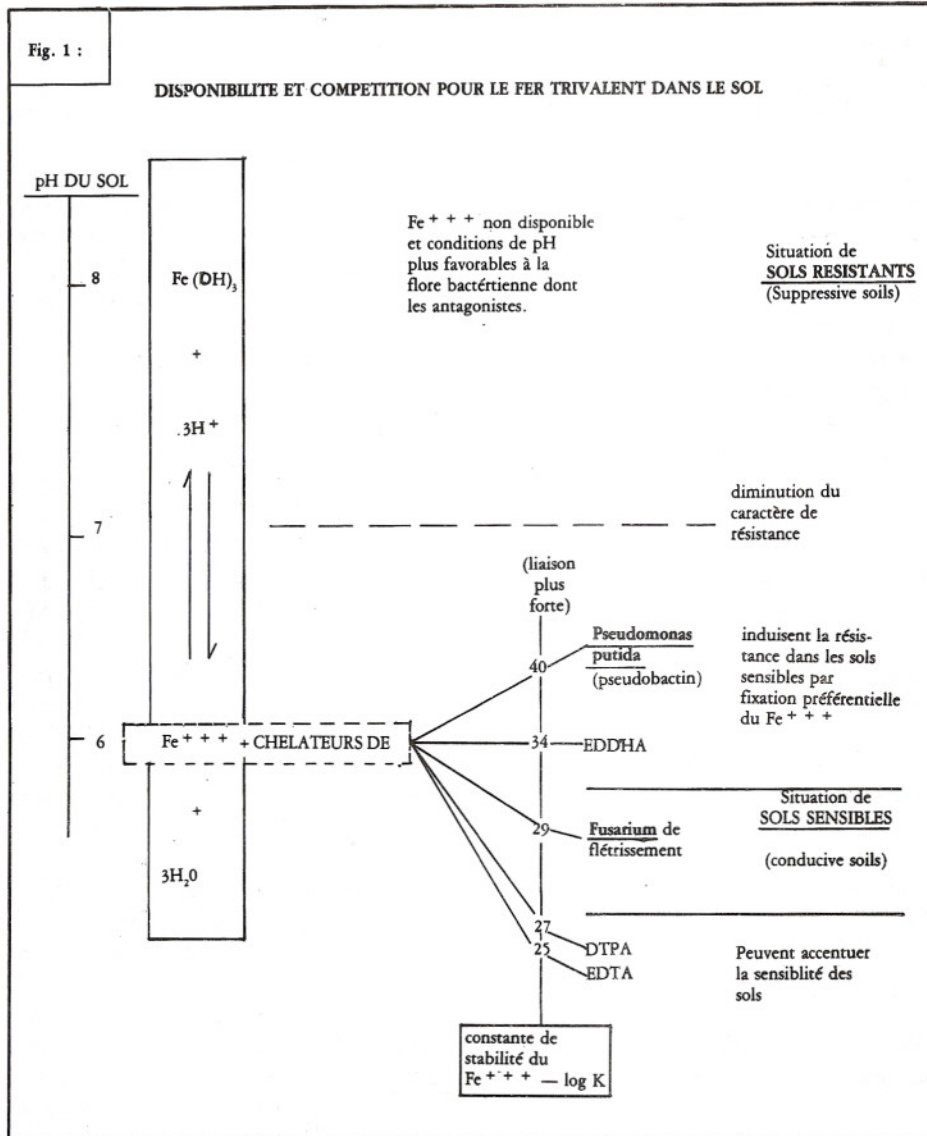
Tableau 3 :

Exemples d'utilisation des pseudomonas fluorescents contre des parasites du phylloplan

Antagonistes	Pathogènes	Plantes hôte	Sites d'utilisation	Référence bibliographiques
<i>P. fluorescens</i>	. <i>P. phaseolicola</i> .	. haricot	. feuilles	TELIZ-ORTIZ M., BURK HOLDER M., 1960. <i>Phytopathology</i> 60 : 119-123 LEBEN C., DAFT G.C., 1965. <i>Phytopathology</i> 55 : 760-762
	. <i>Colletotrichum lagenarium</i>	. concombre	. plantules	
	. <i>Alternaria solani</i>	. tomate	. plantules	
	. <i>Helminthosporium turcicum</i>	. maïs	. plantules	
<i>P. spp.</i>	. <i>Erwinia amylovora</i>	. poirier	. fleurs	THOMSON S.V., SCHROTH M.N. MOLLER W.Y. et REIL W.O., 1976. <i>Phytopathology</i> 66 : 1457-1459
<i>P. spp.</i>	. <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>malvacearum</i>	. coton	. feuilles	VERMA S.P., SINHA P.P., et SINGH R.P., 1981. <i>Proc. V Int. Cong. Path. bac., Cali</i> : pp. 165-175
<i>P. phaseolicola</i>	. <i>Mycosphaerella pinodes</i>	. pois	. plantes	PLATERO S., et FUCHS A., 1980. <i>Neth. J. Plant Path.</i> 86. : 181-190
<i>P. spp.</i>	. <i>Xanthomonas oryzae</i>	. riz	. plantes	WATANABEN., NAKANISKI., K, KUMAKURA K., et SHIMOYAMA N., 1976. <i>Ann. Phytopa. Soc. Jap.</i> 42 : 295-303
<i>P. fluorescens</i>	. <i>Drechslera dictyoides</i>	. <i>Lolium perene</i>	. feuilles	AUSTIN B., DICKINSON C.H., et GOODFELLOW M., 1977. <i>Can. J. Microb.</i> 23/
<i>P. sp.</i>	. <i>Melampsora laricis</i>	. mélèze	. plantules	Mc. BRIDE R.P., 1971. <i>Ecology of leaf surfaces micro-organisms.</i> London Academic pp. 545-555
<i>P. spp.</i>	. <i>Ophistoma ulmi</i>	. orme	. tronc	SCHEFFER R.S., 1983. XXIV Col. Franç. <i>Phytopathologie</i> (sous presse)
<i>P. fluorescens</i>	. <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tabaci</i>	. tabac	. feuilles	HEVESI M., MEHIAN F.F., et KLEMENT Z., 1981. <i>Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae</i> 16, 355-364

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) Schroth M.N. et Hancock Y.G., 1982. Science, 216, 1376
- (2) Burr T.S. et Schroth M.N., 1978. Phytopathology, 68 : 1377
- (3) Kloepper S.W., Schroth M.N. et Miller T.D., 1980. Phytopathology, 70 : 1078
- (4) Suslow T.V. et Schroth M.N., 1982. Phytopathology, 72 : 199
- (4) Kloepper S.W., et Schroth M.N., 1978. in Proceedings of the IV International Conference of Plant Pathogenic Bacteria. Angers. 879-882
- (6) Hornby d., 1983. Ann. Rev. Pythopathol., 21 : 65-85
- (7) Louvet J., Rouxel F. et Alabouvette C., 1976. Ann. Phytopathol 8. : 425-436
- (8) Scher F.M. et Baker R., 1980. Phytopathology, 70 : 412-417
- (9) Lui S. Et Baker R., Phytopathology, 70 : 404
- (10) Tsao P.H. et Oster Y.Y., 1981. Phytopathology, 71 : 53-59
- (11) Vidaver A.K., 1983. Plant Disease, 67 : 471-475
- (12) Blakeman J.P. et Fokkema N.B., 1982. Ann. Rev. Phytopathol. 20 : 167-192
- (13) Thomson S.V., Schroth M.N., Moller W.Y. et Reil W.O., 1976. Phytopathology 66: 1457-1459
- (14) Newhook F.Y., 1957. N.Z.J.Sci. Technol. A., 38 : 473. (cité par réf. 12).
- (15) Howell C.R, et Stipanovic R.D., 1979. Phytopathology 69 : 480-482



EDDHA : Ethylenediaminedi-o-hydroxyphenylacetic acid
 DTPA : Diethylenediaminetetraacetic acid
 EDTA : Ethylenediaminete traacetic acid

Nouvelles tendances dans les traitements phytopharmaceutiques en culture de tomates au Maroc

Par
Dr. L. Pussemier
I.A.V. H.II.

La culture de tomates consomme les produits phytopharmaceutiques en très grandes quantités. Les traitements qui y sont effectués sont dirigés essentiellement contre les maladies d'origine fongique, les acariens et les insectes ravageurs. Ces programmes de lutte nécessitent une application régulière de produits sur la partie aérienne des plantes. Ils sont généralement suivis tant par les petits que par les grands exploitants dans toutes les zones de production du Maroc. Les exploitations intensives peuvent, en plus, avoir recours à des pesticides appliqués sur le sol. Il s'agit de traitements dirigés contre les nématodes, les champignons du sol et les mauvaises herbes.

Le nombre de pesticides utilisables est, de ce fait, assez élevé et, de plus, le marché de produits antiparasitaires évolue continuellement. De nouveaux produits dotés de propriétés intéressantes font progressivement leur apparition, ce qui ne va pas sans provoquer des modifications dans la conception des programmes de traitement.

Dans ce travail, nous nous sommes proposés de faire ressortir certaines tendances nouvelles en ce qui concerne les choix de pesticides effectués par les producteurs de tomates au Maroc. Les renseignements qui ont servi à cette analyse proviennent, pour une part, de contacts directs avec les agriculteurs de la région du Souss-Massa par le biais des nombreux stages des étudiants et d'enquêtes personnelles. D'autre part, nous nous sommes également référés au projet spécial "Protection Phytosanitaire de la Tomate Cultivée sous Tunnels Plastiques le long du Littoral Atlantique (Mohammedia - El Jadida)".

Ce travail a été effectué au cours de l'année académique

1982-1983 par des étudiants de 6ème année en collaboration avec l'office de Commercialisation et d'Exportation (OCE).

Enfin, des informations ayant trait à la nature et la quantité de produits vendus par les firmes phytopharmaceutiques ont permis de confirmer les renseignements émanant directement des enquêtes auprès des exploitants.

I. TRAITEMENTS FOLIAIRES

Ces traitements sont de loin les plus importants vu qu'ils sont effectués par un grand nombre d'exploitants et que, pour une exploitation donnée, les fréquences de pulvérisations peuvent être très élevées (1 traitement par semaine). Généralement une pulvérisation est effectuée à l'aide d'un mélange de deux ou trois types de pesticides. Ce sont, par ordre décroissant d'importance, des fongicides, des insecticides et des acaricides. La dose préconisée est, la plupart du temps, respectée du moins avec une certaine approximation qui tient au matériel utilisé pour le dosage. Cependant, il est arrivé de constater que deux produits à spectre d'action très semblable sont mélangés à la bouillie, ce qui constitue donc un surdosage manifeste. Parfois il s'agit même d'un mélange de deux préparations commerciales différentes contenant la même matière active. Autre type d'"effraction" constaté ; l'utilisateur emploie pour la pulvérisation un volume de bouillie excessif.

A. Traitements Fongicides

1. En ce qui concerne la protection contre le mildiou et l'alternariose, les fongicides utilisés pratiquement par

tout sont les dithiocarbamates et plus particulièrement le manèbe, seul ou en association avec le carbatène (ORGANIL 66*), et le mancozèbe. Plus rarement on trouve des associations de dithiocarbamates avec les produits cupriques (MOLOSS). Ces fongicides de contact ont une action préventive. Il faut les pulvériser très régulièrement de façon à protéger les nouvelles feuilles formées et renouveler la protection des feuilles anciennes exposées aux conditions de l'environnement. La protection obtenue de cette façon n'est pas toujours satisfaisante ; la première cause en est le plus souvent la mauvaise application du produit. Les problèmes peuvent se rencontrer sous abris plastiques et dans les exploitations irriguées au goutte à goutte car l'accessibilité des plantes n'y est pas idéale.

Une adaptation du matériel de traitement peut constituer une première solution : les appareils à jet porté du type pulvérisateur pneumatique peuvent assurer une meilleure répartition du produit sur la plante.

Par ailleurs, les firmes phytopharmaceutiques ont élargi l'éventail des préparations disponibles en mettant sur le marché de nouvelles matières actives douées de propriétés plus intéressantes ou en améliorant la formulation de produits déjà existants.

Le RIDOMIL M58 est une association de manèbe avec le métalaxyl, un produit systémique à action curative contre le mildiou. Ce produit est véhiculé par la sève et est mieux distribué dans la plante. La persistance du produit est très bonne ; il n'est pas lessivé par la pluie puisque 30 minutes suffisent pour assurer sa pénétration dans les feuilles. Si de plus, on tient compte des propriétés curatives du produit, il apparaît que les programmes de pulvérisation antimildiou pourraient être notablement transformés par réduction du nombre de traitements. La réalité est cependant autre, car, tout d'abord, la nécessité d'effectuer les traitements contre l'*Alternaria* et autres maladies fongiques subsiste. De plus, le métalaxyl présente quelques inconvénients. D'abord, il est bien plus coûteux que les dithiocarbamates, ensuite, à cause de sa systémie et de sa persistance, il peut poser des problèmes de résidus dans les fruits. Enfin, il est surtout à l'origine de nombreuses résistances un peu partout dans le monde. Il reste néanmoins que le Ridomil M58 utilisé judicieusement limitera considérablement les pertes de rendements causées par le mildiou.

Toujours dans le domaine de la lutte contre le mildiou, signalons l'apparition de nouvelles formulations à base de cuivre. Deux nouveautés ont attiré notre attention, à savoir le sulfate de cuivre amoniacal (COPAC)

* Les produits mentionnés sont toujours des matières actives à l'exception d'associations ou de formulations particulières qui sont renseignées sous leur dénomination commerciale en majuscules.

qui s'applique à une dose de cuivre inférieure aux autres produits cupriques (ce qui limite les risques de phytotoxicité) et une nouvelle combinaison de cuivre et de dithiocarbamates (le Cuprosan) qui assure une association étroite des différentes matières actives au sein même de chaque particule micrométrique.

2. L'oïdium constitue une autre maladie fongique qui est très souvent combattue par des pulvérisations de soufre mouillable. Là aussi des progrès se sont faits dans la formulation, ils visent à une meilleure maîtrise de la granulométrie.

Les produits systémiques contre l'oïdium sont, eux aussi, de plus en plus utilisés. Il s'agit surtout du fénarimol et du bupirimate. Ces produits se caractérisent par des propriétés biologiques supérieures au soufre (notamment en traitement curatif). Cependant, à l'inverse de ce dernier, ils sont très coûteux, peuvent laisser des résidus et, enfin, ils n'ont pas d'effet biocide sur les acariens. Les produits anti-oïdium de contact tels que les dérivés dinitrophenoliques sont rarement rencontrés.

3. Sous abris plastiques, la pourriture à *Botrytis* demande une protection sérieuse. A cette fin, on utilise les benzimidazoles qui, vu leur spectre d'action, assurent de surcroît une protection contre d'autres agents pathogènes. Plus récemment, la procymidone (famille des dicarboximides) s'est installée sur le marché Marocain. La vinchlozoline et l'iprodione sont deux autres membres de cette famille qui pourraient être utilisés dans le même but.

On remarque donc, qu'en traitements foliaires, les anciens produits (dithiocarbamates, cupriques, soufre) restent les moyens de lutte les plus usités. Il est vrai qu'ils ont parfois fait l'objet de perfectionnements profonds en matière de formulation. D'autre part, des produits systémiques à action curative font progressivement leur apparition et il faut espérer que leur emploi restera suffisamment raisonné afin de limiter au maximum les problèmes de résidus et de résistances.

Il est intéressant de noter que les produits de contact plus performants que les dithiocarbamates, comme par exemple, le chlorothalonil, les dérivés benzéniques, les sulfamides, les dinitrophenols, ne semblent pas connaître beaucoup de succès. En effet, tout se passe comme si les producteurs de tomates Marocains se limitaient en matière de produits préventifs aux préparations les moins chères, alors que pour les traitements curatifs, ils n'hésitent pas à se procurer les produits les plus coûteux.

A. Traitements Insecticides.

Traditionnellement, deux insecticides organophosphorés, le diméthoate et le diméthyl-parathion se taillent la part du lion dans la protection des cultures des

tomates contre les insectes ravageurs (noctuelles, chenilles). Parfois, le diméthylparathion, très toxique, est délaissé au profit du malathion moins dangereux, ou d'autres organophosphorés tels que le chlorpiriniphos. Le méthomyl, N-méthyl carbamate très toxique, se montre également très efficace contre les chenilles défoliatrices. En plein air, les traitements se font à cadence très rapprochée (souvent 1 semaine), situation pouvant être à l'origine de problèmes redoutés tels que résistance, contamination de l'environnement, destruction des auxiliaires... sans oublier les risques de résidus toxiques dans les fruits.

Toutefois, la situation est en train d'évoluer très fortement depuis quelques années avec la percée sur le marché Marocain des pyréthrinoides ; tout d'abord, la dècamèthrine, ensuite, la cypermèthrine, et enfin, la cyfluthrine. Cette tendance est très nette puisque le premier de ces produits est actuellement vendu en quantités comparables aux principaux organophosphorés.

Ces insecticides de contact sont actifs à très faible dose en matière active tout en étant très peu toxiques pour les animaux supérieurs, si bien que le délai de carence est des plus réduits. Malgré ces avantages indéniables, il n'en reste pas moins que ces insecticides doivent être utilisés de façon raisonnée. L'application doit être soignée de façon à couvrir parfaitement la végétation (plantes cultivées et mauvaises herbes éventuelles) la fréquence de traitement doit être adaptée de façon à exploiter au mieux la persistance du produit et réduire les coûts de traitement.

Enfin, il faut veiller à alterner avec d'autres insecticides pour éviter les résistances. A cette fin, on pourra conseiller de traiter avec les insecticides classiques en début de culture pour garder les pyréthrinoides lorsque la culture sera plus avancée et que se pose avec plus d'acuité le problème du respect du délai de carence.

C. Traitements Acaricides

Il a déjà été fait mention du diméthoate (insecticide) et du soufre (fongicide) qui possèdent, en outre, des propriétés acaricides.

Par ailleurs, le dicofol (ou dichlorophényl-trichloroéthanol) est commercialisé sous de nombreuses appellations, soit sous forme de poudre mouillable, soit sous forme d'émulsion concentrée. C'est l'acaricide de loin le plus utilisé en maraîchage. C'est pourquoi, ici encore, les risques d'apparition de résistances sont réels. D'autres acaricides homologués au Maroc gagneraient à être plus utilisés en alternance avec le dicofol, citons le tédion, les dérivés stanniques (azocyclotine, cyhexatine) et un composé plus récent, la propargite.

II. TRAITEMENTS DU SOL

Contrairement aux traitements foliaires, les traitements du sol ne sont pas appliqués de façon généralisée. Les raisons sont diverses, citons entre autres : la possibilité de déplacer les parcelles de production en cas de contamination par des champignons pathogènes ou des nématodes ; le coût très élevé des traitements ; l'efficacité non satisfaisante lorsque le niveau de technicité requis n'est pas atteint.... Pourtant, avec l'augmentation d'abris plastiques de grande superficie, l'intensification de la culture ne cesse de croître, le déplacement en cas de problèmes phytosanitaires n'est plus évident et les motivations économiques sont suffisantes pour s'attendre à des soins plus attentifs au niveau du sol.

A. Les champignons du sol.

Rares sont les champignons du sol s'attaquant aux plantes cultivées qui peuvent être correctement contrôlés par les fongicides. Il est bien sûr possible de circonscrire, de façon plus ou moins efficace, les dégâts de fonte de semis à l'aide de dithiocarbamates, de dérivés cupriques ou de la quinoleine par arrosage du sol à dose élevée. Des progrès ont été réalisés avec l'apparition du prothiocarb, du métalaxyl, de l'éthylphosphite d'Al qui sont très efficaces à l'égard des phycomycètes, néanmoins, pour les pathogènes très redoutables comme les *Fusarium* spp et *Verticillium* spp, les fongicides systémiques (essentiellement benzimidazoles) n'ont pas apporté un moyen de lutte satisfaisant. A côté de ces produits relativement sélectifs, on peut toujours avoir recours aux solutions extrêmes, c.à.d. les fumigants tels que le Dichloropropane-Dichlorpropène (D.D) ou le bromure de méthyle. Ces traitements sont surtout dirigés contre le corky root ou contre les nématodes. Les inconvénients sont de taille : nécessité de disposer d'un matériel très spécialisé, coût élevé, absence totale de sélectivité. Ce dernier inconvénient se traduit par un risque de contamination rapide par le pathogène vu l'absence d'antagonistes.

Au Maroc, les préparations commerciales sous forme liquide ou de granulés (Maposol et Basamid) sont assez répandues. Il ne s'agit pas à proprement parler de fumigants, mais, au contact du sol et sous l'effet de l'humidité, ces préparations appliquées par arrosage ou enfouissement dégagent progressivement le méthyle isothiocyanate, gaz toxique, responsable de l'effet biocide. Ce mode d'application présente l'avantage de ne pas nécessiter de matériel sophistiqué.

B. Les insectes du sol et les Nématodes

Les traitements fumigants décrits ci-dessus sont éga-

lement appliqués en cas de problèmes dus aux nématodes, ils ont pour effet de détruire en même temps les insectes du sol. Mais il existe des moyens de lutte plus économiques et plus sélectifs à l'égard de ces ravageurs. Les organochlorés tels que le lindane, chlordane, heptachlore sont formulés sous forme de poudre à épandre. Ils sont très utilisés contre les insectes du sol et leur coût est très réduit. Cependant, leur persistance et leurs propriétés écotoxicologiques sont des inconvénients bien connus de tous. Certains organophosphorés (bromophos, chlorpyrifos, diazinon...) ont une efficacité certaine contre les insectes du sol, leur coût est quelque peu plus élevé mais une formulation sous forme d'appâts (qui nécessite beaucoup moins de matière active à l'ha) peut donner des résultats satisfaisants contre des ravageurs tels que le ver blanc.

Il existe aussi des insecticides récents appartenant à la famille de N. méthyle carbamates d'oxime possédant une bonne activité insecticide dans le sol. C'est le cas par exemple du méthomyl et de l'oxamyl. Ce dernier produit et d'autres encore appartenant à la même famille chimique sont nématicides à dose plus forte mais, en raison de leurs propriétés systémiques associées à leur toxicité très élevée, leur usage est plutôt réservé aux cultures industrielles et ornementales. Le Phenamiphos (NEMACUR) de la famille des organophosphorés, possède des propriétés semblables alors que l'éthioprophos (MOCAD), un autre composé organophosphoré, agit par contact sur les formes libres de nématodes mais n'est pas absorbé par les plantes. En culture de tomate, il doit être appliqué à raison de 10 kg./ha. Le dosage parfois élevé requis pour une activité nématicide satisfaisante nous force à attirer l'attention sur le coût de certains de ces traitements. En comparaison avec les fumigants, ils sont, de toutes façons, plus accessibles, d'application plus simple et d'une sélectivité nettement meilleure. Les risques de perturbation des équilibres biologiques au niveau du sol sont donc moins à redouter.

Signalons enfin la commercialisation en Europe d'une préparation biologique **Royal Champignon 350**, qui ouvre la voie vers une nouvelle méthode de lutte. Le principe en est le piégeage et la destruction par un champignon de certaines espèces bien définies de nématodes. Des recherches sont en cours afin d'élargir ce type de lutte à toutes les espèces nuisibles. Si le procédé permet d'allier une bonne efficacité à un coût de traitement acceptable, on peut penser qu'il sera appelé à un très large développement, en raison de l'absence de tout problème de toxicité, ou de perturbation des équilibres biologiques.

C. Le Désherbage

Au Maroc, le désherbage chimique est rarement pratiqué. Et pourtant, dans certaines situations, son développement serait bénéfique. C'est le cas de certaines exploitations très intensives qui nécessitent des soins très attentifs, mais c'est également le cas dans un très grand nombre d'exploitations qui connaissent des problèmes de plus en plus ardues en raison de la multiplication des mauvaises herbes vivaces. En effet, l'abondance des brise-vents, les abords des canaux d'irrigation, la multiplication des endroits difficilement accessibles à la sape suite à l'implantation des abris plastiques sont autant d'éléments qui rendent le désherbage manuel de plus en plus difficile. Or, ces mauvaises herbes constituent de dangereux refuges pour certaines maladies et ravageurs. Le ver gris en est un exemple significatif.

Dès lors, en matière de désherbage, il faut distinguer deux types de traitements :

1°) La lutte contre les vivaces (chiendent, cyperus, liseron...) dans la parcelle ou la serre, mais également dans les abords immédiats.

2°) La lutte contre les mauvaises herbes annuelles, principalement sur la ligne ou entre les doubles lignes de tomates.

Dans le premier des cas, on pourra utiliser des herbicides non sélectifs, en veillant à ne pas atteindre la culture qui y est très sensible.

Il existe des produits applicables sur les mauvaises herbes en pleine croissance, comme le paraquat (Gramoxone) et le glyphosate (Round up). Le premier détruit très rapidement les parties aériennes mais son action sur les organes souterrains reste très limitée ; le second agit beaucoup plus lentement et plus en profondeur, si bien qu'il peut détruire les rhizomes et autres organes de conservation des mauvaises herbes.

Récemment, une nouvelle substance a été développée, il s'agit du fluazifopbutyl (FUSILADE) qui possède des propriétés de translocation comparables au glyphosate, mais avec la différence importante qu'il vise essentiellement les graminées. Il s'agit donc d'un produit plus sélectif, actif à l'égard des vivaces, son utilisation en tant que désherbant spécifique des cultures maraîchères est possible à condition de le combiner à un herbicide actif à l'égard des dicotylédones adventices. Par ailleurs, la propreté des allées et abords peut être entretenue à l'aide de désherbants totaux, appliqués au sol, qui empêchent toute nouvelle colonisation par la végétation. Il s'agit, par exemple, du chlorate de soude ou de certaines triazines (atrazine, simazine) à dose élevée (5 kg/ha).

L'autre type de désherbage applicable est à caractère totalement sélectif, il protège directement la culture contre les annuelles. Il importe, afin de ne pas endom-

mager la culture, de respecter scrupuleusement les indications concernant la période et le mode d'application ainsi que la dose par unité de surface. Le diphénamide (groupe des amides) est un herbicide utilisable avec une sécurité satisfaisante. Il peut être appliqué (6kg/ha), soit après plantation, en mélange avec l'eau d'irrigation qui assure son incorporation dans le sol, soit en pré-plantation, mais après billonnage et sans incorporation préalable dans le sol. Le métribuzine (triazine) est utilisable sur tomates repiquées, à la dose de 500 g/ha. Ce produit peut également être utilisé en prélevée pour le désherbage des pépinières.

CONCLUSIONS

En matière de traitements foliaires, les fongicides utilisés jusqu'à présent (dithiocarbamates essentiellement) se voient complétés par des produits systématiques

nouveaux. Les produits de contacts appartenant aux autres groupes chimiques ne sont pratiquement pas utilisés.

Dans le domaine des insecticides, les pyréthri-noïdes effectuent une entrée en force et on peut espérer qu'ils seront utilisés de la façon la plus judicieuse possible, en alternance avec les produits classiques les moins toxiques.

Pour ce qui est des acaricides, l'usage de dicofol reste largement prédominant, malgré la présence sur le marché d'autres acaricides spécifiques.

Pour les traitements du sol, de nombreuses possibilités sont offertes, peu sont réellement exploitées. Le recours aux traitements intensifs ira de pair avec le développement de grosses unités de production sous abris plastiques, mais il sera toujours préférable de limiter par tous les moyens préventifs disponibles ces interventions lourdes de répercussions financières et écologiques.

Tableau synthétique

Nouvelles tendances dans les pesticides utilisés en culture de tomates au Maroc.

Fongicides classiquement utilisés	Nouvelles tendances (exemple de formulation commerciale)
Dithiocarbamates (manèbe, carbatène et mancozèbe) Soufre Benzimidazoles Il y a aussi les cupriques, phtalimides, stanniques, le chlorothalonil, dichlofluanide, dinitrophénoliques... qui sont homologués mais beaucoup moins utilisés.	Nouvelles formulations de dithiocarbamates et cupriques (CUPROSAN, COPAC...) Acyllalates (RIDOMIL M58) Pyrimidines (RUBIGAN, NIMROD...) Dicarboximides (SUMISCLEX, RONILAN...)
Insecticides et acaricides classiquement utilisés	Nouvelles tendances
Diméthocate Parathion méthyle Méthomyl Dicofol Il y a aussi de nombreux autres organophosphorés, carbamates, acaricides spécifiques et produits pour le traitement du sol qui sont homologués mais beaucoup moins utilisés.	Pyréthri-noïdes (DECIS, KAFIL, CYMBUSH, BAYTHOROID, SUMICIDINE, RIPCORDER...) Propargite (OMITE) Stanniques (PEROPAL, AKABAR) Insecticides-nématocides (NEMACUR, MOCAP...)

BIBLIOGRAPHIE

ABU ELAMYEM M.M., EL-SEBAE G.A., TANTWY G.A. et RABIE R.S. (1979) Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent **44**, (1) p. 331
 BESRI M. (1975) Hommes, Terre et eaux. **4** (16) p. 73
 CAYROL J.C. (1983) P.H.M.-Revue Horticole, **237**. p.33
 GOUTEAUDIER Y. et ALABOUVETTE C. (1982) P.H.M.-Revue Horticole, **232**, p.29

CUANY A., LAVERGNE J.C., SCOTTO LA MASSESE C., MARS S., BLANCARD D. et LECOCQ A. (1982), P.H.M.-Revue Horticole, **232**, p.39
 FERRON P. (1981) La Recherche, **128**, (12) p. 1448
 KENNETH A.H. (1982) "The Chemistry of Pesticides" 372 p. Edité par The MacMillan Press - London
 MOENS M., JAMI T., VAN HIMME M. et STRIJKERS J. (1979) Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, **44**, (2) p. 697

Le "Blossom - end rot" ou necrose apicale

Par

Mohamed Besri

Département de Phytopathologie

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

La nécrose apicale a été décrite pour la première fois en 1888. Cette maladie est actuellement largement distribuée et atteint la tomate et le poivron. Elle peut entraîner la destruction totale de la récolte.

La maladie apparaît d'abord sous forme de tache à l'extrémité apicale du fruit. La lésion devient ensuite brunâtre et augmente de diamètre jusqu'à la maturité du fruit. La zone nécrosée se déprime en séchant et noircit. Elle peut être envahie par des saprophytes variés : *Alternaria tenuis*, *Cladosporium herbarum* etc...

Les conditions d'apparition de la nécrose apicale sont encore imparfaitement connues. La maladie n'est pas associée avec le contact du sol ou avec des blessures au niveau du fruit. Elle résulte d'un niveau de calcium du fruit inférieur à la normale. Cette carence peut être due à toute condition pouvant interférer avec l'aptitude de la plante à absorber les éléments nutritifs à partir du sol : alimentation en eau insuffisante, salinité excessive, affection racinaire d'origine biotique (parasitaire) ou abiotique. Un excès d'azote peut contribuer à l'apparition du Blossom end rot en stimulant le développement du feuillage, et par conséquent une forte consommation du calcium au détriment des fruits.

Les variétés de Tomate ont une sensibilité différente vis-à-vis du Blossom end rot. En général, les fruits allongés sont beaucoup plus sensibles que les fruits ronds.

Une alimentation régulière en eau constitue un véritable remède au "Blossom end rot". Le sol doit être bien drainé afin que le système racinaire des plantes puisse se développer en profondeur. En effet, les plantes à système racinaire réduit à cause d'un plan d'eau proche de la surface du sol au début de leur croissance sont très sujettes au Blossom end rot quand le plan d'eau s'abaisse ensuite, à la suite d'une sécheresse temporaire. Le drainage permet aussi d'éviter la saturation du sol. Avant la mise en place de la culture, il est nécessaire de déterminer la salinité du sol et des eaux d'irrigation. La fertilisation recommandée doit être appliquée. Le choix de la variété est aussi important : lorsqu'une variété ou un hybride sensible au Blossom end rot est choisi, éviter les sols où la salinité est élevée et où une irrigation uniforme est difficile à pratiquer. Des études récentes ont montré que des pulvérisations foliaires avec du calcium donnent de bons résultats sous serre mais sont inefficaces en plein air.

L'oedème des cultures maraîchères

Par

M. Besri

Institut Agronomique et Vétérinaire

Hassan II

L'oedème est une maladie physiologique bien connue affectant les dicotylédones comme les crucifères (Choux, Choux-fleurs, Choux de Bruxelles), les Solanées (Tomate, Pomme de terre, Patate-douce, Aubergine), les Cucurbitacées (Melon) et d'autres plantes comme le Peuplier, le Pommier etc...

I. SYMPTOMES DE LA MALADIE :

Dans les conditions marocaines, les symptômes de la maladie apparaissent principalement sur Tomate cultivée sous tunnels plastiques. Les symptômes sont visibles surtout en début de culture Novembre-Décembre et commencent à disparaître en Février, avec le rallongement de la durée du jour.

Les feuilles atteintes présentent à la face inférieure, des verrues de taille variable et des dépressions à la face supérieures. Les verrues peuvent être localisées en îlots ou bien distribuées sur toute la feuille. Les jeunes verrues sont recouvertes par l'épiderme de la feuille. Ce dernier, avec l'augmentation du volume des cellules, éclate et laisse apparaître à l'air libre les cellules formant des excroissances blanchâtres. Les tissus deviennent ensuite jaunâtre et se subérifient.

II. DEVELOPPEMENT DE LA MALADIE :

L'oedème peut être dû à toute cause pouvant stimuler la croissance anormale des cellules. Expérimentalement, il a été possible de provoquer l'apparition des verrues de différents manières :

- application de suspension huileuses : ces suspen-

sions obstruent les tomates et entravent la transpiration des plantes.

- Projection de grains de sable : en terrain sablonneux, il a été observé que lorsque des particules de sable sont projetés sur les feuilles, la plante peut réagir à ces blessures par la formation de verrues.
- Pucerons : les blessures provoquées par les stylets des Aphides peuvent aussi être responsables de l'apparition de l'oedème.

Cependant, dans tous les cas, il a été démontré que l'oedème apparaît lorsqu'à une période où le sol est chaud et saturé succède une période où la température de l'air est basse et l'humidité relative élevée. Dans ces conditions, les racines continuent à absorber l'eau à une vitesse beaucoup plus élevée que celle de l'eau perdue par transpiration. Les cellules se trouvent ainsi engorgées d'eau et l'épiderme éclate sous l'effet de la pression.

II. METHODES DE LUTTE :

Dans les conditions marocaines, l'oedème apparaissant essentiellement sur tomate cultivée sous tunnels plastiques, il est recommandé d'aérer pendant le jour les tunnels afin de diminuer l'humidité relative de l'air. Par contre, pendant la nuit, il est essentiel de les fermer afin d'éviter une trop forte diminution de la température atmosphérique par rapport à celle du sol.

Dans les divers essais de comportement, il a été constaté que les variétés et hybrides de tomates observés ont des niveaux de résistance variable à l'oedème. Cependant, aucune étude précise n'a encore été effectuée sur le sujet.

Etude floristique des adventices de la tomate dans le Souss

Par

MM. Bouhache M. et Boulet C.

Laboratoire de Malherbologie

Département d'écologie végétale

Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

I. INTRODUCTION :

En 1977, avec une superficie de 2946 ha, la tomate occupait 34 % de la superficie réservée aux cultures légumières dans la plaine du Souss-Massa (Belaid, 1982). En 1979, la contribution de la région à la production nationale en tomates était de 45,7 % (Belaid, 1982). Vu son importance économique, cette culture a essentiellement fait l'objet d'études à caractère agro-technique et l'amélioration des techniques culturales enregistrée dernièrement a permis un gain de rendement et une bonne maîtrise de la culture. Néanmoins, nous avons noté l'absence presque totale d'études et de recherches sur les mauvaises herbes de cette culture : la tomate est cependant une culture sensible à la concurrence des mauvaises herbes. Des études récentes (Maillet et Abdel-Fatah, 1983) montrent que des peuplements d'aventices supérieurs à 10 individus/m² peuvent provoquer des pertes de rendement de l'ordre de 40 à 60 %. Les mêmes auteurs rapportent que la présence d'un pied d'*Armaranthus retroflexus* L. tous les 3 mètres sur un rang de tomates en semis direct peut entraîner une diminution de la récolte de 30 %. Les agriculteurs sont conscients des préjudices causés par les mauvaises herbes : ils pratiquent en effet 1 à 3 binages-sarclages par mois durant le cycle de la culture. Ce moyen de lutte reste cependant une opération onéreuse et parfois difficile à réaliser si la période d'intervention coïncide avec la non disponibilité de la main-d'oeuvre sur le marché. Le souci d'ouvrir des axes de recherche sur les mauvaises herbes (nuisibilité, désherbage chimique,...) et de trouver une solution adéquate et performante au problème posé par les adventices de

cette culture, nous a engagés à présenter cette étude qui portera essentiellement sur les aspects systématique, biologique et phytoécologique de la flore adventice de la tomate dans le Souss-Massa.

II. MATERIEL ET METHODES :

1. **Excécution des relevés** : Les parcelles de tomate de plein champ qui ont servi de support à cette étude, ont été choisies après un échantillonnage du milieu intégrant carte de répartition de la culture et principaux facteurs édapho-climatiques (répartis en classes), à savoir :

- . sols (classes définies par Ghanem et al., 1973)
 - . amplitudes thermiques moyennes (M-m) (période 1925-40).
 - . précipitations annuelles moyennes (période 1925-49).
- 48 champs ont ainsi été prospectés (planche 1) en février et mars 1982 (soit 3 à 4 mois après le repiquage). Ils ont fait l'objet d'un relevé phytoécologique incluant :
- la liste exhaustive des espèces adventices rencontrées, chacune d'elle étant affectée de son indice d'abondance-dominance chiffré selon l'échelle de J. Braun-Blanquet (in Gounot, 1969 et Guinochet, 1973) et de son stade phénologique propre.
 - une enquête agronomique menée auprès de l'exploitant.
 - un prélèvement d'échantillon de sol de la zone arable, ce dernier sera analysé au laboratoire en

* Communication présentée lors du symposium sur la protection de la tomate à Agadir, 26-28 mars 1984.

- vue de préciser sa texture, son pH et sa teneur en calcaire total.

2. Traitement des relevés :

Pour la recherche des groupements végétaux, nous avons utilisé l'analyse différentielle de Czekanowski (Gounot, 1969 et Guinochet, 1973) qui consiste à comparer les relevés 2 à 2 par le biais du calcul d'un coefficient de similitude pour chaque couple de relevés, nous avons pris en l'occurrence celui de Jaccard (in Gounot, 1969 et Guinochet, 1973). La construction de la "matrice brute" des coefficients de similitude puis de la "matrice élaborée" a été réalisée grâce à un programme mis au point par M. Verrier (in Tanji, 1980). Cette matrice élaborée permet de scinder éventuellement l'ensemble des relevés en groupes distincts. Chacun de ces groupes correspond à un groupement végétal et la méthode des tableaux (Ellenberg, 1956 in Gounot, 1969 et Guinochet, 1973) nous a permis ultérieurement de détecter les espèces caractéristiques de chacun des groupements mis en évidence.

III. RESULTATS ET DISCUSSION :

1. Aspect systématique :

Les 48 relevés effectués ont permis d'inventorier 158 espèces de phanérogames adventices appartenant à 34 familles botaniques (tableau 1) soit 3,7 % des 4215 espèces et sous-espèces constituant la flore marocaine et 27,4 % des 124 familles marocaines. Enfin 115 genres

ont été répertoriés, soit 12,7 % des 902 caractérisant l'ensemble du Maroc. Sept familles fournissent 59 % de l'effectif spécifique total, soit 94 espèces et 53 % de l'effectif générique total, soit 72 genres. Leur classement (tableau 2) suivant le nombre d'espèces est d'une part, conforme à celui relaté dans une autre étude sur la "végétation du bassin versant de l'Ouest Souss" (Peltier, 1982) et d'autre part, très proche de celui qui caractérise l'ensemble de la flore marocaine. La presque totalité des espèces rencontrées sont signalées dans le travail de M. Peltier, à l'exception des espèces suivantes : *Atriplex semi-baccata* R. Br., *Bidens pilosus* L., *Ceratocarpus heterocarpus* Dur., *Diplotaxis tenuifolia* (L.) Dc., *Erigeron canadensis* L., *Erodium praecox* (Cav.) Willd., *Euphorbia calyptrata* Cosson et Dr., et *Stachys hirta* L.. Certaines familles sont mieux représentées dans le Souss que dans l'ensemble du Maroc : c'est le cas pour les familles des Chénopodiacées et des Euphorbiacées dont les espèces ont des affinités pour les régions arides.

En ce qui concerne cet aspect, des résultats très voisins ont été enregistrés par M. Belaid (1982) sur l'ensemble des cultures légumières du Souss et pour la flore adventice des vergers d'agrumes du Souss (Bah Thierno, 1982) un classement similaire est également noté avec cependant un recul des Ombellifères et un nombre plus important d'espèces chez les Borraginacées, de plus l'effet total pour cette dernière étude est nettement supérieur à celui de la dition avec 248.

Enfin, le rapport du nombre d'espèces monocotylédones au nombre d'espèces dicotylédones est sensiblement le même pour les 4 études (Tableau 3).

Tableau 2 : Classement des Familles selon leur nombre d'espèces.

Flore de notre dition			Flore du Bassin versant de l'oued Souss (Peltier, 1982)		Flore nationale		
Rang	Famille	Nombre d'espèces n	Rang	Nombre d'espèces	Rang	Nombre d'espèces N	$\frac{n}{N} \times 100$
1	Composées	25	1	181	1	601	4,2
2	Papilionacées	22	2	132	2	471	4,7
3	Graminées	16	3	120	3	351	4,6
4	Crucifères	12	5	59	4	242	4,9
5	Ombellifères	7	6	58	7	174	4,0
6	Labiées	6	7	55	6	226	2,7
6	Caryophyllacées	6	4	61	5	236	2,5
8	Chénopodiacées	5	11	27	15	65	7,7
8	Euphorbiacées	5	14	21	17	55	9,0

Pour terminer, il est important de souligner que la flore adventice du Souss est pauvre comparée à l'ensemble de la flore spontanée qui regroupe 1240 taxons (Peltier, 1982), soit 15 et 20 % respectivement pour la flore adventice des cultures légumières et pour celles des vergers d'agrumes du Souss. Dans un même ordre d'idées, la dition ne renferme que 11 espèces endémiques parmi lesquelles une seule est strictement endémique du Souss, à savoir *Sclerosciadium nodiflorum* (Schousb.) Ball. Ceci représente seulement 7 % de notre effectif total, 8 % des 142 taxons endémiques signalés par Peltier (1982) et enfin 1,4 % des 805 endémiques marocaines. Donc, la mise en culture d'une part appauvrit la flore et d'autre part la banalise.

Tableau 3 : Rapport Monocotylédones/dicotylédones.

Références	notre dition	Peltier (1982)	Belaid (1982)	Bah Thierno (1982)
Monocotylédones (M)	22	204	24	43
Dicotylédones (D)	136	1020	158	204
M/D (en %)	16	20	15	21

2. Origine biogéographique des espèces.

Les renseignements reportés ici sont empruntés à la Nouvelle Flore de l'Algérie (Quezel et Santa, 1963-1962) ainsi qu'à la Petite Flore des régions arides du

Maroc Occidental (Negre, 1961-1962). La répartition des 158 taxons est donnée dans le tableau 4 : il apparaît que la flore adventice de notre dition présente un caractère nettement méditerranéen : cet élément est en effet représenté par 55 % des espèces. Par ailleurs, les espèces cosmopolites sont certes peu nombreuses (9 % de l'effectif total) mais ont pour la plupart une fréquence relative élevée. Il faut enfin signaler que parmi les 158 espèces recensées, 30 sont des taxons représentant la végétation originelle et en particulier les steppes ligneuses arborées à arganier : citons : *Launaea arborescens* (Batt.) Maire, *Launaea nudicaulis* (L.) Hook., *Lavandula multifida* L., *Salvia aegyptiaca* L., *Withania frutescens* (L.) Pauquy, *Zizyphus lotus* (L.) Lamk., etc... Ces espèces sont essentiellement d'origine méditerranéenne et saharo-sindienne, de plus ce sont des espèces nanophanérophites, chaméphytes ou géophytes à fréquence relative généralement faible dont la présence traduit donc une mise en culture récente (ou discontinue) ou un travail du sol peu important. Dans le tableau 4, nous avons séparé ce que l'on pourrait appeler les "véritables adventices" (parmi lesquelles on peut trouver des espèces de l'arganeraie qui se maintiennent dans les cultures) des espèces qui sont surtout inféodées à l'arganeraie ou aux groupements des dunes littorales. Enfin, l'origine biogéographique (OB) de chaque espèce est mentionnée dans le tableau 1.

3. Aspect biologique

Une remarque préliminaire s'impose : une même espèce pour une région ou un pays donné peut se pré-

Tableau 4 : Répartition floristique des taxons de la région

Élément floristique	Sigle reporté sur le tableau 1	Nombre d'espèces	% de la flore de la dition	Véritables adventices	Espèces de l'arganeraie ou des dunes littorales
Méditerranéen	M	87	55,1	69	18
Endémiques marocaines	ED	11	7	10	1
Nord-Africain	NA	1	0,6	1	-
Macaronésien	C	1	0,6	-	1
Cosmopolite	CP	14	9	14	-
Ibéro-marocain	IM	5	3	4	1
Ibéro-mauritanien	IT	6	3,8	3	3
Tropical	T	3	1,9	3	-
Paléotempéré	PT	5	3	5	-
Paléo Subtropical	PX	3	1,9	3	-
Saharien	SH	1	0,6	-	1
Saharo-sindien	S	7	4,4	2	5
Européen	E	2	1,3	2	-
Eurasiatique	ES	5	3	5	-
Circumboréal	CB	2	1,3	2	-
Américain	A	5	3,2	5	-

senter sous deux types (ou plus) biologiques différents : pour illustrer cela, nous prendrons comme exemple *Withania frutescens* (L.) Pauquy qui se comporte en nanophanérophyte dans l'arganeraie et qui devient géophyte sous l'action du pâturage ou de la mise en culture. Nous nous sommes surtout inspirés de la classification de Raunkiaer (1905) et pour chaque espèce le type biologique considéré est celui qui a été noté directement sur le terrain (si 2 types différents sont présents pour une même espèce nous retenons le dominant) : il a été reporté pour chaque taxon dans le tableau 1 avec les abréviations mentionnées dans le tableau 5.

Pour l'effectif total nous obtenons une spectre biologique (planche 2, fig. 1) où dominent les thérophytes avec 119 espèces, soit 75,3 % de l'effectif total, viennent ensuite les géophytes avec 15 taxons, les hémicryptophytes avec 13 espèces, les chaméphytes avec 6 espèces, les nanophanérophytes avec 5 espèces et enfin les parasites avec un seul taxon. Les thérophytes représentent par ailleurs 75 % des espèces ayant une fréquence relative supérieure à 30 % et constituent donc l'élément majeur de la végétation adventice en place : il y a une concordance certaine entre le type biologique dominant et la nature annuelle de la culture ; il faut également signaler que 23 sur 39 espèces non thérophytes (soit 59 %) appartiennent aux groupements primitifs (arganeraies ou groupements des dunes littorales). A titre de comparaison, nous donnons dans le tableau 5 les spectres biologiques rapportés par d'autres auteurs (Bah Thierno, 1982 et Belaid, 1982) ayant également étudié les groupements cultigène du Souss.

Aucune différence notable ne peut être enregistrée si l'on ne prend en compte que l'aspect qualitatif, néanmoins la flore adventice des vergers comprend parmi les taxons vivaces un certain nombre d'espèces ayant une fréquence relative assez élevée, ceci étant bien sûr lié à des façons culturales moins importantes en particulier sur la ligne de plantation.

Enfin, pour notre dition, les sept familles botaniques principales (tableau 2) fournissent 64 % des thérophytes, 47 % des géophytes, 54 % des hémicryptophytes et 40 % des chaméphytes et des nanophanérophytes : elles confirment donc leur rôle de premier plan au sein de l'ensemble de la flore adventice étudiée.

4. Aspect agronomique.

Bien que nous n'ayons pu effectuer des études précises de nuisibilité, la notation pour chaque espèce de l'indice d'abondance-dominance et la prise en compte de leur type biologique (TB) nous ont permis d'attribuer à un certain nombre d'espèces un "indice partiel de nuisibilité" (IPN). Cet indice comprend d'une part la fréquence relative (FR) de l'espèce (classes de 10 en 10 % de présence) qui est suivie par la valeur moyenne du recouvrement* pour l'espèce considérée, enfin cet indice est souligné lorsque l'espèce est vivace. Nous avons ainsi pu dégager 2 groupes d'espèces ayant une nuisibilité non négligeable et cela en considérant l'ensemble des 48 relevés, ce sont :

(*) On transforme l'abondance-dominance en pourcentage de recouvrement moyen en respectant l'échelle suivante :

+	0,1 %
1	5 %
2	17,5 %
3	37,5 %
3	37,5 %
4	62,5 %
5	87,5 %

On utilise ensuite l'expression suivante :

$$R = \frac{\text{Somme des recouvrements moyens}}{\text{nombre de relevés}} \times 100$$

Tableau 5 : Spectres biologiques comparés pour divers groupements cultigènes du Souss

Types biologiques	Références	Flore adventice de la dition		Flore adventice des cultures légumières		Flore adventice des vergers d'agrumes.	
		N	%	N	%	N	%
Th	(thérophyte)	119	75,3	138	77	183	75
G	(géophyte)	15	9,5	15	8,3	26	10,7
He	(hémicryptophyte)	13	8,2	14	7,8	19	7,8
Ch	(chaméphyte)	5	3,2	7	3,9	10	4,1
NPh	(nanophanérophyte)	5	3,2	5	2,8	3	1,2
P	(parasite)	1	0,6	1	0,6	2	0,8

(N : nombre d'espèces ; % : pourcentage de l'effectif total)

A. Espèces à fréquence relative 70 % :

1. <i>Convolvulus arvensis</i>	VIII.	1959	- M
2. <i>Cynodon dactylon</i>	VIII.	922,5	- CP
3. <i>Chenopodium murale</i>	VIII.	1803	- CP
4. <i>Anagallis foemina</i>	VIII.	944	- CP
5. <i>Malva parviflora</i>	VIII.	440	- M

B. Espèces à fréquence relative comprise entre 50 et 70 %

6. <i>Chenopodium album</i>	VI.	569	- CP
7. <i>Diploaxis catholica</i>	VI.	500	- IM
8. <i>Emex spinosa</i>	VI.	460	- M
9. <i>Melilotus sulcata</i>	VI.	377	- M
10. <i>Sonchus oleraceus</i>	VI.	341	- CP
11. <i>Solanum nigrum</i> ssp. <i>eu nigrum</i>	VI.	222	- CP
12. <i>Antirrhinum orontium</i>	VII.	94	- M
13. <i>Launaea nudicaulis</i>	V.	345	- M
14. <i>Daucus carota</i>	V.	82	- M

Pour les espèces à fréquence relative comprise entre 30 et 50 %, l'indice partiel de nuisibilité a été reporté sur le tableau 1. Dans le présent, il apparaît donc que 5 espèces (n° 1 à 5) représentent une gêne réelle pour la culture, les deux premières étant de plus des géophytes rhizomateuses particulièrement redoutables.

Parmi les 14 espèces de ces 2 groupes, on trouve essentiellement des taxons méditerranéens et cosmopolites ; de plus il y a une grande majorité de dicotylédones (13 sur 14). Dans l'éventualité d'un désherbage chimique ces 2 observations revêtent bien sûr le plus grand intérêt sans pour autant oublier les taxons à faible fréquence relative.

5. Aspect phytosociologique

D'une façon générale, on apprécie l'homogénéité d'un ensemble de relevés en construisant l'histogramme de présence et la courbe de distribution des fréquences. Pour cela, on regroupe les degrés de présence en classe (I : 0 à 20 %, II : 21 à 40 %, III : 41 à 60 %, IV : 61 à 80 %, V : 81 à 100 %).

On compte ensuite le nombre d'espèces que comporte chaque classe et après avoir dressé l'histogramme, on trace la courbe de distribution des fréquences. Cette dernière doit être de type unimodal si l'ensemble est homogène. C'est le cas pour l'ensemble des 48 relevés (planche 2, fig. 2) : ceci est compréhensible, les parcelles de tomate prospectées se trouvant le plus souvent à proximité ou sous l'arganeraie. Néanmoins, l'analyse différentielle de Czekanowski nous a permis de scinder cet ensemble en 2 sous-ensembles qui apparaissent assez nettement sur la matrice élaborée obtenue (planche 2, fig. 3). Les courbes de distribution des fréquences réali-

sées pour chacun des deux groupes de relevés étant unimodales (planche 2, fig. 4), nous avons donc en présence 2 groupements qui sont eux-mêmes des unités d'un ensemble plus vaste qui devra être défini par comparaison avec les associations déjà décrites. La méthode des tableaux nous a enfin permis de détecter les taxons qui présentent "un degré de fidélité" élevé pour l'un ou l'autre des 2 groupements (Ellenberg in Gounot, 1969, propose de prendre les espèces présentes dans au moins 50 % des relevés appartenant au groupe qu'elles différencient et qui sont absentes ou très rares ailleurs). Ces espèces sont dites "caractéristiques", les autres étant qualifiées de "compagnes". Le tableau 6 permet de bien mettre en évidence les taxons qui individualisent chacun des 2 groupements distingués, à ces caractéristiques nous avons également adjoint quelques compagnes (pour chaque taxon on note le degré de présence et l'abondance dominante moyenne calculée pour chaque groupement conformément au calcul donné en III. 4.)

Le premier groupement caractérisé par *Cladanthus arabicus* (L.) Cass. et *Coronilla scorpioides* (L.) Koch est défini par 24 relevés ; localisé le long de l'Oued Souss (Planche 1), il se développe sur des sols généralement limono-sableux ayant une teneur en argile voisine de 20 %, les thérophytes constituent l'essentiel du cortège floristique. Le deuxième groupement déterminé par 20 relevés est caractérisé par *Paronychia argentea* (Pour.) Lam. et *Euphorbia terracina* L., il se développe sur des sols généralement profonds à texture sableuse, le pourcentage d'argile étant très faible ; bien que riche en annuelles, le cortège floristique comporte des géophytes, des chaméphytes ou des nanophanéphytes ayant échappé au labour et reflétant la végétation originelle essentiellement steppe ligneuse arborée claire à arganier) de la plaine des Chtouka (planche 1). Le groupement I peut être rapproché de l'association à *Launaea nudicaulis* (L.) Hook. et *Volutaria lipii* (L.) Cassini décrite par Peltier (1982), il s'agit probablement d'une variante à *Cladanthus arabicus* (L.) Cass. et *Fumaria parviflora* Lam. Le groupement II quant à lui présente d'étroites affinités avec le groupement à *Bromus rigidus* Roth. et *Sclerosiadium nodiflorum* (Schousb.) Ball du même auteur : là encore nous avons une variante à *Plantago albicans* L. et *Euphorbia terracina* L.

En ce qui concerne l'écologie des espèces, le facteur textural semble être le plus déterminant à l'échelon régional et des relevés complémentaires s'avèrent nécessaires pour aborder cet aspect qui nécessite par ailleurs la consultation des résultats déjà acquis en la matière (IONESCO, non daté ; Tanji, 1980 ; Chettou et Taleb, 1981 ; Bah-Thierno, 1982 et El Houjjaji, 1982).

Tableau 6 :
Tableau synoptique des caractéristiques phytosociologiques des 2 groupements distingués

Groupements	I	II
Nombre de relevés	24	20
I. Groupement à <i>Cladanthus arabicus</i> et <i>Coronilla scorpioides</i> Caractéristiques : <i>Cladanthus arabicus</i> <i>Fumaria parviflora</i> <i>Coronilla scorpioides</i> <i>Asphodelus tenuifolius</i> <i>Torilis nodosa</i> <i>Spergula arvensis</i> Compagnes : <i>Launaea nudicaulis</i> <i>Melilotus sulcata</i> <i>Filago spathulata</i> <i>Lathyrus articulatus</i> <i>Papaver rhoeas</i> <i>Silene inflata</i>	200.VI 233.VII 67.VI 233.VI 67.VI 305.VI 469.VII 533.VII 3.III 126.IV 65.IV 1,3.II	1.I 188.I 0,5.I 52.III 27.III 51.II 264.IV 265.V 25.I 26.I 0,5.I . .
II. Groupement à <i>Paronychia argentea</i> et <i>euphorbia terracina</i> Caractéristiques : <i>Heliotropium bacciferum</i> <i>Plantago albicans</i> <i>Paronychia argentea</i> <i>Euphorbia terracina</i> <i>Lupinus hirsutus</i> Compagnes :	. . 73.I 1.I 56.VII . .	254.VII 264.VI 81.VIII 103.V

<i>Lobularia lybica</i>	22.II	252.IV
<i>Matthiola parviflora</i>	2.II	53.IV
<i>Volutaria maroccana</i>	22.II	101.III
<i>Cynara humilis</i>	21.I	351.III
<i>Schismus barbatus</i>	0,5.I	76.III
<i>Vella annua</i>	1.I	76.III
<i>Setaria verticillata</i>	21.I	76.III
<i>Malcolmia patula</i>	. .	27.III
<i>Ergrostis barrelieri</i>	. .	28.III

IV. CONCLUSIONS.

Le présent travail nous a permis d'aborder l'étude de la flore et de la végétation adventice de la culture de tomate de plein champ et cela sous leurs différents aspects. Du point de vue systématique, 158 espèces ont été dénombrées appartenant à 34 familles botaniques différentes parmi lesquelles sept prédominent et ont un rang sensiblement analogue à celui relaté pour l'ensemble de la flore du Maroc. L'élément méditerranéen est représenté par 55 % des espèces et caractérise donc bien la flore adventice rencontrée, les taxons cosmopolites sont peu nombreux mais certains d'entre eux ont une fréquence relative élevée et une nuisibilité présumée assez forte. Cette dernière a été partiellement appréciée pour les espèces les plus fréquentes (FR 30 %) : cette estimation bien qu'imparfaite peut servir de base à des études de nuisibilité plus poussées, études qui devraient permettre d'arriver à des solutions de désherbage rationnelles prenant en compte les diversités systématique et biologique évoquées précédemment. Enfin sur le plan fondamental deux groupements végétaux ont été mis en évidence et ont pu être rapprochés d'associations déjà décrites par d'autres auteurs et par ailleurs, nous espérons que cette étude contribuera à une meilleure connaissance de l'ensemble de la flore adventice marocaine.

Tableau 1:

Liste des espèces rencontrées

Familles et espèces	FR	TB	IPN	OB
AIZOACEES				
<i>Aizoon canariense</i> L.	27	Th	.	S
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L.	31	Th	IV-194	M
AMARANTHACEES				
<i>Amaranthus albus</i> L.	35	Th	IV-272	A
" <i>deflexus</i> L.	29	He	.	A
" <i>hybridus</i> L.	10	Th	.	A
" <i>muricatus</i> Gillies	2	Th	.	A
ARACEES				
<i>Arisarum vulgare</i> Targ.-Tozz.	23	Gt	.	M

BORRAGINACEES

<i>Echium pycnanthum</i> Pomel	12	He	.	M
<i>Elizaldia violacea</i> (Desf.) Johnst.	6	Th	.	M
<i>Heliotropium bacciferum</i> Forssk.	31	Ch	IV.142	S

CARYOPHYLLACEES

<i>Herniaria lenticulata</i> L.	27	Th	.	PT
<i>Paronychia argentea</i> (Pour.) Lam	37	He	IV-34	M
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> L.	19	Th	.	M
<i>Silene inflata</i> (Salisb.) Sm.	6	Grt	.	ES
<i>Spergula arvensis</i> L.	35	Th	IV-174	CP
<i>Spergularia salina</i> Presl.	8	Th	.	M

CHENOPODIACEES

<i>Atriplex glauca</i> L.	12	Ch	.	M
<i>Atriplex semi-baccata</i> R. Br.	6	Ch	.	M
<i>Beta macrocarpa</i> Guss.	6	Th	.	M
<i>Chenopodium album</i> L.	54	Th	VI-569	CP
<i>Chenopodium murale</i> L.	74	Th	VIII-1803	CP

COMPOSEES

<i>Anacyclus radiatus</i> Lois	12	Th	.	M
<i>Atractylis cancellata</i> L.	2	Th	.	M
<i>Bidens pilosus</i> L.	2	Th	.	CP
<i>Bubonium odorum</i> (Schousb.) Maire	2	He	.	C
<i>Calendula aegyptiaca</i> Desf.	15	Th	.	S
<i>Calendula arvensis</i> L.	35	Th	IV-91	M
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	19	Th	.	M
<i>Cladanthus arabicus</i> (L.) Cass.	31	Th	IV.101	M
<i>Cynara humilis</i> L. non et Sm.	17	Grt	.	IT
<i>Erigeron canadensis</i> L.	15	Th	.	A
<i>Filago spathulata</i> Presl.	19	Th	.	M
<i>Ifloga spicata</i> (Forssk.) Schultz Bip.	4	Th	.	S
<i>Launaza arborescens</i> (Batt.) Maire	2	NPh	.	IT
<i>Launaea nudicaulis</i> (L.) Hook. f.	50	Grt	V-345	M
<i>Launaea resedifolia</i> O.K.	6	Grt	.	M
<i>Pallenis spinosa</i> (L.) Cass.	2	Th	.	M
<i>Reichardia tingitana</i> Roth. ssp. <i>discolor</i> . (Pom.) Batt.	2	Th	.	M
<i>Rhagadiolus stellatus</i> Gaertn.	4	Th	.	M
<i>Senecio vulgaris</i> L.	2	Th	.	CP
<i>Sonchus asper</i> (L.) Vill.	12	Th	.	CP
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	58	Th	VI-341	CP
<i>Sonchus tenerrimus</i> L.	15	Th	.	M
<i>Volutaria maroccana</i> (Barr. et Mürb.) Maire	21	Th	.	ED
<i>Volutaria muricata</i> (L.) Maire	2	Th	.	IT
<i>Xanthium spinosum</i> L.	8	Th	.	CP

CONVOLVULACEES

<i>Convolvulus athaeoides</i> L.	35	Gr.	IV-127	M
" <i>arvensis</i> L.	75	Gr.	VIII-1959	ES
" <i>siculus</i> L.	8	Th	.	NA

CRUCIFERES

<i>Capsella bursa pastoris</i> (L.) Moench	2	Th	.	M
--	---	----	---	---

Diploaxis catholica (L.) DC.	52	Th	VI-500	IM
Diploaxis tenuifolia (L.) DC.	2	He	.	E
Eruca vesicaria (L.) Car.	21	Th	.	M
Lobularia lybica (Viv.) Webb.	25	Th	.	M
Malcolmia patula (Lag.) DC. spp. Brous-				
sonetii (DC) Maire	15	Th	.	ED
Matthiola parviflora (Schousb.) R. Br.	25	Th	.	M
Raphanus raphanistrum L.	27	Th	.	M
Sinapis arvensis L.	23	Th	.	PT
Sisymbrium erysimoides Desf.	4	Th	.	M
" irio L.	21	Th	.	M
Vella annua	17	Th	.	M
CUCURBITACEES				
Bryonia dioica Jacq.	4	He	.	ES
CYPERACEES				
Cyperus rotundus L.	17	Gt	.	T
EUPHORBIACEES				
Euphorbia calypttrata Coss. et Dur.	10	Th	.	S
" falcata L.	4	Th	.	M
" terracina L. var. Mendax (Maire				
et Wilczek) Maire	33	Th	IV-34	ED
Mercurialis annua L.	12	Th	.	M
Ricinus communis L.	4	NPh	.	T
FUMARIACEES				
Ceratocapnos heterocarpus Dur.	2	Th	.	IM
Fumaria agraria Lag.	4	Th	.	M
" parviflora Lamk.	35	Th	IV-205	M
GERANIACEES				
Erodium meynieri M.	15	Th	.	SH
" praecox (Cav.) Willd. var. bicolor				
(Murb.) Maire	21	Th	.	ED
GRAMINEES				
Avena alba Vahl.	6	Th	.	M
Avena sterilis L. ssp. macrocarpa (Moench.) Briq.	8	Th	.	M
Bromus hordeaceus L. ssp. mollis (L.) M. et W!	6	Th	.	PT
" madritensis L.	33	Th	IV-131	M
" rigidus Roth.	4	Th	.	PX
" rubens L.	35	Th	IV-126	PX
Cynodon dactylon (L.) Pers.	75	Gr	VIII-922,5	CP
Eragrostis barrelieri Daveau	12	Th	.	M
Hordeum murinum L.	6	Th	.	CB
Lamarckia aurea (L.) Moench.	10	Th	.	M
Lolium rigidum Gaud.	8	Th	.	PX
Oryzopsis miliacea (L.) Asch, et Schouw.	6	He	.	M
Schismus barbatus (L.) Thell.	15	Th	.	M
Setaria verticillata (L.) P.B.	15	Th	.	CP
Stipa retorta Cav.	10	Th	.	M
Trisetaria panicea (Lam.) Maire	6	Th	.	M

LABIEES				
Ajuga iva (L.) Schreb	6	He	.	M
Lavandula multifida L.	6	Ch	.	S
Salvia aegyptiaca L.	10	He	.	M
Sideritis cossoniana Ball.	6	Th	.	ED
Stachys arenaria Vahl.	4	He	.	M
Stachys hirta L.	19	Th	.	M
LILIACEES				
Androcymbium gramineum (Cav.) Mc. Bride	6	Gb.	.	M
Asparagus altissimus Munby	15	Gr.	.	M
Asphodelus tenuifolius Cav.	44	Th	V-148	M
Muscari comosum (L.) Mill.	6	Gb	.	M
MALVACEES				
Malva parviflora L	73	Th	VIII-440	M
OMBELLIFERES				
Bupleurum semi-compositum L.	6	Th	.	M
Daucus carota L.	50	Th	V-82	M
Eryngium ilicifolium Lam.	21	Th	.	IT
Foeniculum vulgare Mill.	23	Grt	.	M
Scandix pecten-veneris L.	8	Th	.	M
Sclerosciadium nodiflorum (Schousb.) Ball.	4	Th	.	ED
Torilis nodosa Gaertn.	42	Th	V-55	ES
OROBANCHACEES				
Orobanche muteli Schultz	6	P	.	T
PAPAVERACEES				
Glaucium corniculatum (L.) Curt.	21	Th	.	M
Papaver hybridum L.	2	Th	.	M
" rhoeas L.	19	Th	.	PT
PAPILIONACEES				
Astragalus baeticus L.	40	Th	IV-24	M
" hamosus L.	15	Th	.	M
" solandri Lowe var. bubaloceras (Maire)				
Emb. et Maire	12	Th	.	ED
Coronilla scorpioïdes (L.) Koch.	31	Th	IV-34	M
Hippocrepis minor Munby	19	Th	.	ED
Lathyrus articulatus L.	27	Th	.	M
Lotus arenarius Brot.	21	Th	.	IM
" maroccanus Ball.	25	He	.	ED
Lupinus hirsutus L.	19	Th	.	M
Medicago hispida Gaertn	25	Th	.	M
" italica (Mill.) Steud.	10	Th	.	M
" laciniata (L.) Miller	10	Th	.	M
" litoralis Rohde	6	Th	.	M
Melilotus parviflora Desf.	10	Th	.	M
" sulcata Desf.	52	Th	VI-377	M
Onobrychis crista-galli (L.) Lam.	6	Th	.	M
Ononis natrix L.	31	Ch	IV-54	M

Retama monosperma (L.) Boiss.	8	NPh	.	IT
Scorpiurus sulcata L.	44	Th	V-35	M
Vicia benghalensis L.	4	Th	.	M
Vicia lutea L.	37	Th	IV-142	M
Vicia sativa L.	10	Th	.	M
PLANTAGINACEES				
Plantago albicans L.	31	Grt	IV-235	M
" amplexicaulis Cav.	6	Th	.	M
" coronopus L.	27	Th	.	ES
" lagopus L.	23	Th	.	M
" psyllium L.	33	Th	IV-50	M
PLOMBAGINACEES				
Limonium sinuatum (L.) Mill.	2	He	.	S
POLYGONACEES				
Emex spinosa (L.) Campb.	58	Th	VI-460	M
Polygonum aviculare L.	4	Th	.	CP
PRIMULACEES				
Anagallis foemina Miller	73	Th	VIII-944	CP
RENONCULACEES				
Delphinium peregrinum L.	8	Th	.	M
RESEDACEES				
Reseda alba L. ssp. tricuspis (Coss.) Maire	48	Th	V-169	ED
" diffusa (Ball) Mürb	6	Th	.	ED
" lutea L.	10	Th	.	E
RHAMNACEES				
Zizyphus lotus (L.) Lam.	12	NPh	.	M
RUBIACEES				
Galium aparine L.	4	Th	.	PT
Galium valantia Weber	4	Th	.	M
SCROFULARIACEES				
Antirrhinum orontium L.	62	Th	VII-94	M
Linaria bipartita (Vent.) Willd.	4	Th	.	IT
" multipunctata (Brot.) Hoffm. et Link	4	Th	.	IM
SOLANACEES				
Datura stramonium L.	25	Th	.	CP
Solanum nigrum L.ssp. eu-nigrum Rouy	54	Th	VI-222	CP
" sodomaeum L.	8	NPh	.	M
Withania frutescens (L.) Pauquy	19	Grt	.	IM
URTICACEES				
Urtica urens L.	29	Th	.	CB
ZYGOPHYLLACEES				
Fagonia cretica L.	21	He	.	M

BIBLIOGRAPHIE

- BAH THIerno O. (1982). Etude des populations adventices des vergers d'Agrumes du Souss. Mémoire d'ingénieur d'application, option horticulture, Complexe horticole d'Agadir, Maroc.
- BELAID N. (1982). Etude des groupements adventices des cultures légumières dans le Souss. Mémoire d'ingénieur d'application, option horticulture, Complexe horticole d'Agadir, Maroc.
- CHETTOU A. et TALEB A. (1982). Etude des groupements adventices des céréales dans la région de Chaouia. Mémoire d'ingénieur d'application, complexe horticole d'Agadir, Maroc.
- EL HOJJAJI A. (1982). Etude des groupements adventices des cultures de la région de Rabat, Mémoire d'ingénieur d'application, option phytatrie, complexe horticole d'Agadir, Maroc.
- GHANEM H., ALAOUI A., AZMI O., AGOUD M. et CHANGLI M. (1972). Plaine du Souss. I Carte pédologique au 1/200.000^e, Proget de développement hydro-agricole du Souss (2ème phase), INRA (Maroc).
- GOUNOT M. (1969). Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, Paris, 314 P.
- GUINOCHEt M. (1973). Phytosociologie. Masson et Cie, Paris, 227 p.
- IONESCO T. (sans date). Etude phytosociologique et écologique de la plaine des Doukkalas. Rapport ronéo, Ministère de l'Agriculture du Maroc, Division de la mise en valeur et du génie rural, 410 p.
- MAILLET J. et ABDEL FATAH H. (1983). Etudes préliminaires sur la concurrence entre *solanum nigrum* ssp. *eu nigrum* L. (morelle noire) et *Lycopersicum esculentum* Mill. (Tomate) en culture repiquée. *Weed Res.*, 23, 217-219.
- NEGRE R. (1961). Petite flore des régions arides du Maroc occidental. 2 vol., C.N.R.S., Paris.
- PELTIER J.P. (1982). La végétation du bassin versant de l'oued Souss. Thèse Doctorat es-sciences, Univ. Sc. et Médicale de Grenoble, 201 p.
- QUEZEL P. et SANTA S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 2 vol., C.N.R.S., Paris.
- RAUNKIAER C. (1905). Types biologiques pour la géographie botanique. *Kgl. Danske videnskabernes Selskabs Forhandt*, 5, 347-437.
- TANJI A. (1980). Etude des groupements adventices de la betterave à sucre dans le Gharb. Mémoire d'ingénieur d'application, option phytatrie, Complexe horticole d'Agadir MAROC.

Fig. 1.
Spectre biologique pour l'ensemble des 48 relevés.

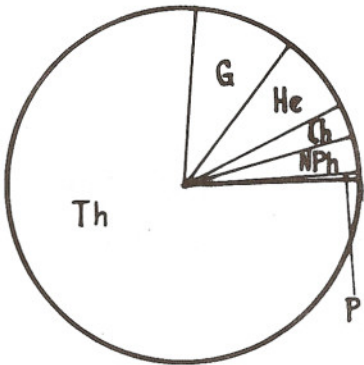


Fig. 2.
Histogramme de présence et courbe de distribution des fréquences Ensemble des 48 relevés

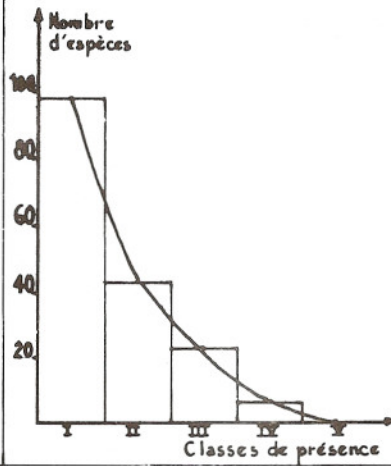
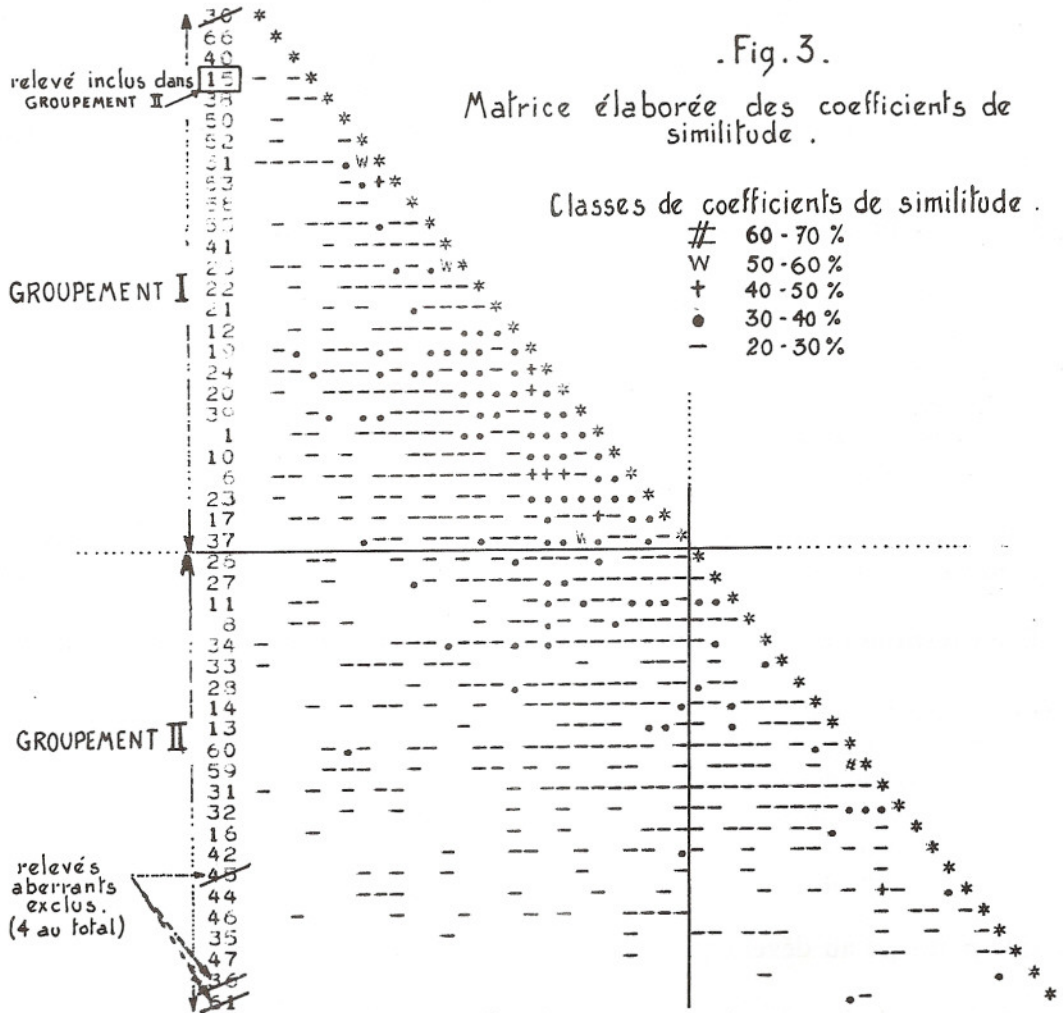
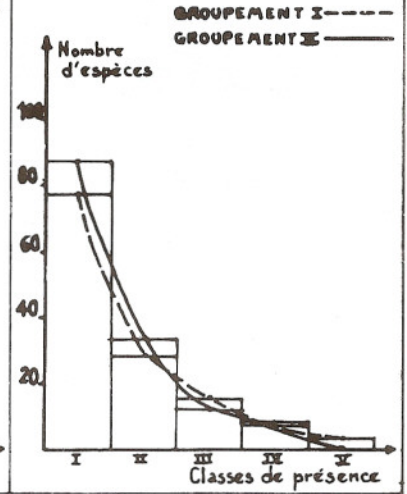


Fig. 4.
Histogrammes de présence et courbes de distribution des fréquences



Dîner - Débat organisé par l'ANPA sur le thème : "Production des viandes rouges" le 30 - 11 - 1984. Synthèse Générale et discussion⁽¹⁾

I - Synthèse Générale

Le secteur des viandes rouges constitue l'une des composantes essentielles des productions animales. Son importance se manifeste par le fait qu'il intègre plusieurs domaines d'intervention touchant l'éleveur, l'animal, les systèmes de culture et agro-pastoral et la commercialisation.

Depuis très longtemps, le Maroc a été un pays excédentaire en viandes rouges et procédait même à des exportations grâce à l'existence d'un patrimoine animal qui offrait des quantités de viandes suffisamment importantes.

L'évolution de la production de viandes a été fortement influencée par les aléas climatiques dont les conséquences néfastes ont été très marquées surtout durant la dernière décennie.

Actuellement, un équilibre précaire caractérise l'offre et la demande en viandes rouges, dû à plusieurs facteurs dont notamment :

- Une exploitation du type traditionnel et non orientée du troupeau.
- Une sous-alimentation du cheptel.
- Un accroissement de la population devenue de plus en plus exigeante en produits carnés.

Pour maintenir l'équilibre du marché, le secteur des viandes rouges a fait l'objet d'actions soutenues et de nouvelles orientations ont été adoptées dans le but de promouvoir et d'accroître sa production à long terme. Ces mesures et ces orientations ont été communément appelées "Plan viande".

C'est dans un souci d'approfondir la réflexion dans ce domaine que l'ANPA a organisé le 30/11/84 un dîner-débat sur le thème intitulé "Production des viandes rouges au Maroc". Ce débat a été marqué par une forte participation des cadres, techniciens, professionnels et éleveurs (170 personnes environ).

Ce débat a été animé par :

- D^r. Marsile : Directeur de l'Elevage
- D^r. Yacoubi : Directeur du Ranch Adarouch
- M^r. Bouamar : Directeur de la SNDE et Président de l'Association Nationale ovine et caprine.

Avant d'aborder la synthèse de ce débat, il est utile d'exposer brièvement un résumé des interventions de chacun des animateurs.

Le Directeur de l'Elevage a brossé un tableau sur la situation du secteur de la production des viandes rouges au Maroc, ses caractéristiques, les contraintes de son développement puis enfin les orientations générales et les perspectives d'avenir.

La production nationale de viande rouges et abats qui était en 1960 de 140.700 T. environ a enregistré un accroissement assez sensible durant la période de 1960-1980, estimé à 3 % par an environ (230.000 T. en 1980).

Durant la même période, la consommation par tête d'habitant n'a pas connu d'évolution notable : de 11,40 kg/tête en 1960 à 11,70 kg en 1980.

La production de viandes rouges s'appuie principalement sur le troupeau bovin qui fournit 56 %, dont les 2/3 environ proviennent du secteur laitier (race pure et corisée). En ce qui concerne l'élevage ovin, il participe pour 25 % dans la production totale de viandes rouges.

De ces éléments, il y a lieu de considérer le rôle de ces deux espèces (bovine, ovine) dans la production des viandes, ce qui justifie l'importance qui leur a été accordée par le "Plan viande".

La stratégie adoptée par le "Plan viande" repose sur les points suivants :

- Une intensification des ressources fourragères cultivées et pastorales.
- Une amélioration génétique intense orientée vers le type viande.
- Une action sanitaire soutenue.
- Un encadrement technique amélioré.

Ces actions seront renforcées par des dispositions réglementaires notamment la révision du C.I.A., visant à inciter les producteurs aux moyens de prêts et d'aides financières.

Actions spécifiques :

En plus des actions d'ordre général ci-dessus énumérées, l'élevage bovin et ovin fait l'objet d'actions spécifiques.

(1) Rédigés par A. Benlekhal, A. Bentouhami et A. Ezzahiri

a) *Elevage bovin* : Ce secteur participe dans la production de viandes selon deux voies :

- Par le biais du programmes laitier : les actions entreprises dans le cadre du plan laitier (introduction de races performantes...) s'accompagnent d'un accroissement de viandes par la mise sur le marché d'animaux de boucherie.

Un effort particulier portera sur l'engraissement et la finition de ce bétail de boucherie par la diversification de ressources alimentaires (mélasse, ensilage).

- Introduction de races spécialisées type "viande". Les essais entrepris sur quelques races à viandes ont permis de concrétiser l'intérêt économique de la race "Santa Gertrudis" en croisement avec le cheptel local dans les zones boursa favorables et régions arides et semi-arides.

Des efforts déployés pour encourager la diffusion de cette race dans ces zones, soit par croisement à travers les stations de monte, soit par incitation des éleveurs à l'acquisition directe de cette race.

b) *Elevage ovin* : L'accroissement de la production ovine résulte de deux domaines d'intervention :

- Amélioration pastorale : programme entrepris dans les grandes zones de parcours du pays.

- "Programme moutonnier" basé sur deux axes :

- . Amélioration génétique des races locales dans leur "zone berceau" avec la constitution de différents types de troupeaux (élite, multiplication) et orientation à la création de groupements d'éleveurs dont le rôle est la multiplication des reproducteurs sélectionnés.
- . Développement du croisement industriel dans les zones favorables (bours et zones de grandes consommations), par l'utilisation de races lourdes. Cette expérience a été concrétisée par la création de deux unités spécialisées gérées actuellement par la SNDE.

Pour l'exécution de l'ensemble des actions précédemment évoquées, des mesures appropriées ont été instituées tenant en particulier à la révision du code des investissements agricoles dans le sens de la promotion du secteur des viandes rouges.

Pour sa part, le Directeur du Ranch Adarouch a relaté le rôle de cette entité dans le développement de la production des viandes rouges.

Créée en 1969 dans le cadre d'une société mixte Etat marocain - société King Ranch (49 % - 51 %), cette unité a été conçue au départ comme Ranch de production de viandes par croisement de bétail local avec la race Santa-Gertrudis selon le système "ranching". Elle s'étend sur une superficie de 10.300 ha, le troupeau exploité provient d'un noyau de 551 têtes (dont 251 géniteurs) importés d'Argentine, utilisés sur les femelles

du type local achetées des souks.

Le troupeau est conduit en plein air, les saillies sont groupées (en fonction des disponibilités fourragères) ; les veaux sont allaités et sevrés à 6 mois ; les males sont alors engraisés et commercialisés.

La race Santa-Gertrudis présente des qualités très intéressantes : rusticité, fertilité élevée (76,5 % à 78 %) ; facilité de vêlage, croissance élevée et un rendement de carcasse satisfaisant.

Toutes ces caractéristiques ont amené l'Administration du Ranch, en accord avec le Ministère de l'Agriculture et de la réforme Agraire à entreprendre un programme de coissement d'absorption comme moyen de création d'une race améliorée susceptible d'être vulgarisée et diffusée auprès des éleveurs.

Actuellement, plus des 2/3 du cheptel sont la 2^{ème} génération du croisement et au-delà ; la 4^{ème} génération (93.75 % du sang S.G) constitue la dernière naissance de 1984.

Durant les trois dernières années, le ranch a enregistré une forte demande des éleveurs en reproducteurs ; ce qui est à même de réorienter la mission de cette unité dans le sens du développement de la production de viandes rouges dans le pays par la mise à la disposition des éleveurs d'un matériel animal améliorateur.

Le Directeur de la SNDE a exposé les résultats accomplis par cet organisme depuis sa création, ainsi que les nouvelles orientations qui lui ont été assignées dans le cadre du plan viande. Les unités de la SNDE seront amenées à rayonner sur l'élevage national notamment par la diffusion du matériel génétique pour améliorer les niveaux de performances en viandes du cheptel local.

En sa qualité de Président de l'Association nationale ovine et caprine, le Directeur de la SNDE a tracé un bref historique de la naissance de cette organisation, son but, quelques résultats atteints et les programmes que se propose l'association de réaliser dans l'avenir conformément aux orientations du plan moutonnier.

L'association nationale ovine et caprine a pour but principal la promotion de races locales dans leur "zone berceau", et le développement du croisement industriel. Elle s'occupe en collaboration et avec le soutien matériel et financier de la direction de l'élevage de la sélection des races locales connues et supervise la diffusion des géniteurs ovins entre ses adhérents et les autres éleveurs du pays.

Actuellement ces groupements d'éleveurs de race locale ont été créés (Had Ghoullem, Timahdite, Aïn Beni Mathar, et Beni Mesquine) totalisent environ 6000 brebis inscrites et sélectionnées.

Le programme prévoit la création de 9 autres groupements dont un pour les caprins à Moulay Bouazza (Khénifra) afin de toucher toutes les races locales.

II - Discussion

Après les interventions des animateurs, l'assistance a entamé une riche discussion des trois thèmes développés précédemment. Durant le débat nous avons relevé les cinq principaux volets suivants :

1 - Problème de la stratégie à adopter pour la mise en oeuvre du plan viande.

2 - Participation de la Santa-Gertrudis à l'amélioration de la production des viandes.

3 - Rôles des races locales des différentes espèces dans le plan viande.

4 - Rôles de l'encadrement et de la vulgarisation.

5 - Problèmes de la commercialisation.

Concernant le 1^{er} point, de nombreuses interventions ont souligné l'importance de la définition de la stratégie à adopter pour mettre en oeuvre le plan viande que certains ont trouvé théorique et nécessite ainsi des structures d'application. Pour cela, il a été proposé de créer des coopératives d'engraissement, puisque c'est sur ce type de structure que repose la réussite du plan laitier ; et il n'y a aucune raison de ne pas s'inspirer de cette expérience.

Et pour promouvoir ces coopératives, et à côté des encouragements prévus par le code des investissements agricoles, il faut aussi leur assurer l'approvisionnement en veaux.

Dans les conditions actuelles, il paraît difficile de concevoir un système de production des viandes purement intensif en raison de son coût élevé. Les participants ont tenu compte de ce point puisque de nombreuses interventions ont suggéré de produire des veaux en zones céréalières et extensives, ce qui sous-entend deux systèmes de productions : les naisseurs et les engraisseurs. La précision est allée beaucoup plus loin par l'introduction de la notion de "Zoning", puisqu'il a été demandé de tenir compte des spécificités régionales en matière de production fourragère et en particulier du coût de l'unité fourragère, ce qui permettra dans certaines zones de produire des veaux et dans d'autres de les engraisser, et il a été apporté à ce sujet de diviser le pays en 3 zones :

- La zone laitière qui correspond à l'intensif ;
- La zone mixte ou tampon qui englobe les bours favorables,
- La zone à viande qui concerne l'extensif et les parcours.

Quant au 2^e point, les interventions étaient nombreuses, et ont reflété l'intérêt qu'ont porté les participants aux performances de la race Santa-Gertrudis, et a été l'occasion aussi pour démontrer que l'expérience de l'introduction de cette race est une réussite en amélioration génétique en matière de viande, en comparaison avec les autres tentatives, comme l'exemple de l'intro-

duction de la race Tarentaise dans la région de Sebou, qui a été comme type d'action qui n'a pas été soutenu dans le temps, et par conséquent n'a pas donné les mêmes résultats que ceux obtenus par le Ranch-Adarouch.

En ce qui concerne les performances des croisements avec les races locales, il a été apporté que des bons résultats ont été obtenus avec la Blonde d'Oulmès (S.N.D.E-Tizitine).

En matière de vulgarisation de la Santa-Gertrudis, dans les zones à viandes, deux points ont été soulevés, l'un proposant l'utilisation des géniteurs dans les stations de monte, surtout que leur nombre est insuffisant, le 2^e point attire l'attention des vulgarisateurs que les éleveurs vont essayer de traire les produits femelles issus de croisements, de la même manière que la vache locale, et ce qui risque de constituer une entrave à la diffusion de la Santa-Gertrudis.

La question de la généralisation du système Ranching type Ranch Adarouch a été aussi abordée, en tant que système de production de viande ; mais elle risque de se heurter, a indiqué un intervenant au système foncier marocain caractérisé par le morcellement et la domination dans les zones de parcours par des terres collectives où de nombreux problèmes sociaux se posent.

Le 3^e point qui concerne le rôle que devront jouer les races locales pour participer à la production des viandes a été largement discuté et enrichi par des propositions.

Pour l'élevage bovin, il est connu que le cheptel local qui constitue plus de 4/5 de l'effectif total se caractérise par une productivité médiocre tout en lait qu'en viande.

Déjà, le plan laitier a retenu l'option de croisement d'absorption de la race locale dans les zones favorables, le même Schéma pourrait être encore reconduit, a-t-on indiqué mais cette fois avec des races à viande pour augmenter le poids de la carcasse, et le résultat du croisement de la Santat-Gertrudis avec la Blonde d'Oulmès est très encourageant à ce sujet.

Pour les ovins, le plan moutonnier est basé exclusivement sur les races locales et toutes les interventions de l'Etat dans ce domaine sont orientées vers la promotion de ces races : Programme d'amélioration pastorale, organisation des éleveurs pour la sélection (A.N.O.C), organisation des concours annuels et programmes de prophylaxies.

Pour développer la production de viande ovine, il a été demandé d'encourager le croisement industriel pour produire des agneaux précoces pour la boucherie par la mise à la disposition des éleveurs des ovins de races améliorées, pratique qui doit se faire en dehors des berceaux de races locales définis par un arrêté ministériel a-t-on précisé. D'ailleurs ce système est en train de se

développer dans les zones littorales et à proximité des grandes villes, avec comme élément moteur les unités pilotes, des Sociétés d'Etat et de domaines Royaux.

Quant à l'élevage caprin et camelin, plusieurs orateurs ont demandé que ces deux espèces qui se distinguent par leurs capacités de valorisation des ressources fourragères des zones difficiles et qui ont donc un rôle à jouer dans l'économie des zones montagneuses et désertiques doivent occuper la place qu'elles méritent dans le plan viande.

Déjà, le Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, conscient du rôle socio-économique de la chèvre, a pris des dispositions pour l'intégration de cette espèce dans le plan de développement des productions animales, notamment par la sédentarisation de l'élevage caprin par le biais du croisement avec les souches améliorées dans les zones propices. Dans ce cadre, un programme de créations des chevriers est déjà mis en place dans les Provinces du Nord (Chaouen-Tetouan) et celles du Sud-Est du Pays (Ouarzazate-Marrakech).

La situation pour le dromadaire reste encore plus critique, cette espèce est menacée car les effectifs ont connu une chute inquiétante atteignant 70 % par rapport à l'année 1975. Il est donc impératif d'entreprendre des mesures spécifiques pour le sauvegarde de cette espèce et de multiplier la recherche pour la connaissance et la valorisation du dromadaire dont l'intérêt reste encore vital dans des vastes territoires du Pays.

Le 4^e aspect qui porte sur la vulgarisation et l'encadrement a été évoqué parcequ'il conditionne la réussite du plan viande. Le sujet a été abordé du côté formation, et il a été relevé que le technicien qui est en contact avec l'éleveur et en particulier l'Adjoint Technique ne subit pas de formations lui permettant un encadrement adéquat des producteurs de viandes.

Quant à l'éleveur, il a été recommandé de l'encadrer à tous les stades de productions et surtout l'encourager à garder les jeunes, et à cette occasion, il a été apporté qu'un programme de vulgarisation est en cours de l'élaboration par les Directions concernées.

Le dernier aspect a trait aux problèmes de circuit de commercialisation des prix pratiqués. En effet, le réseau

de commercialisation des viandes rouges au Maroc est encore peu organisé et se caractérise par sa structure complexe. Il fait intervenir plusieurs agents commerciaux qui faussent en particulier les coûts de production de la viande et font augmenter l'écart entre les prix au niveau du producteur et les prix aux consommateurs.

Faut-il intervenir dans ce circuit ? pour certains, il constitue à l'état actuel un grand frein au développement du secteur viande, pour d'autres, qui préfèrent poser le problème en terme social, il est difficile de se passer de ces intermédiaires. Mais ne peut-on pas au moins essayer de moraliser ce système dans le seul but d'aider les naisseurs a-t-on suggéré.

Un plan d'aménagement des abattoirs est en cours d'élaboration, pour assainir partiellement ce circuit, parce qu'il va permettre a-t-on évoqué, entre autres de garantir des débouchés pour le producteur et l'approvisionnement régulier du marché à viandes.

Hormis la période de sécheresse, les prix de la viande subissent des fluctuations sans l'effet de 3 variables qui sont les plus souvent liés :

- Prix des aliments de bétail,
- Offre des animaux vifs sur le marché,
- Saison.

Cette situation reflète le type d'exploitation du cheptel qui est encore traditionnel et extensif avec comme principale caractéristique la saisonnalité de la production et la fluctuation des cours en relation avec les disponibilités fourragères.

CONCLUSION :

Il ressort des discussions lors de ce débat que le secteur des "viandes rouges", quoiqu'il assure un équilibre entre l'offre et la demande, devrait susciter un intérêt particulier à l'instar des autres secteurs (lait) les nouvelles orientations assignées à ce secteur sont de nature à dynamiser la production si des mesures spécifiques viendront renforcer les différentes composantes de la production de viande à savoir la régionalisation des programmes, la rationalisation du circuit de commercialisation et la politique d'incitation des producteurs (prêts, aides, politiques des prix ...).

Les lacs collinaires au Maroc

Par

Benyounès Oulad Chrif

Ingénieur en Chef du Génie Rural

Directeur de l'Équipement Rural

Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire

Rabat - Maroc

Exposé fait le 28 Février 1985 au Cefigre.

Les lacs collinaires constituent aujourd'hui dans de nombreux pays une technique de création de ressources en eau utilisée à très grande échelle. La maîtrise en Italie de la technique du lac collinaire, qui se situe entre les techniques simples et celles sophistiquées des grands barrages, le développement et la réussite dans ce pays de ces petits ouvrages ont été pour une grande part à la base de leur adoption dans de nombreux pays et en particulier dans l'ensemble du Bassin Méditerranéen et en Afrique.

Le Maroc n'a pas échappé à cette règle et à l'heure qu'il est, un vaste programme visant à couvrir tout le territoire national par des retenues collinaires, vient d'être lancé avec l'appui sans réserve des autorités gouvernementales et la mobilisation de plusieurs départements intervenant dans le domaine.

Mais l'utilisation de cette technique de mobilisation de l'eau ne date pas d'aujourd'hui au Maroc et depuis fort longtemps certaines réalisations ont vu le jour afin de répondre à des besoins particulièrement précis d'abreuvement de bétail.

Le but de l'exposé est de vous présenter quelques cas de lacs collinaires marocains de les situer dans le contexte

de l'aménagement hydroagricole du pays et de vous faire ressortir les principaux enseignements tirés de l'exploitation de ces ouvrages.

TRAITS GÉNÉRAUX DE L'ÉQUILIBRE EAU-SOLS :

Le climat au Maroc est de type méditerranéen, caractérisé par un été chaud et sec, un hiver pluvieux et des précipitations brutales, irrégulières et rapides. Cependant les influences de l'Atlantique, du désert et de l'altitude introduisent des variations de ces caractéristiques générales et les régions du Maroc sont soumises à des climats fort divers selon leur position géographique.

C'est ainsi qu'on a coutume de distinguer quatre domaines climatiques :

- la zone des massifs où les précipitations sont fortes
- le domaine atlantique où le gradient de la pluviosité varie de 800 à 200 mm du Nord au Sud
- le domaine oriental formé par les hauts plateaux où la pluviométrie est assez faible (entre 200 mm et 100 mm) c'est le domaine de l'alfa et du mouton
- enfin le domaine Saharien et présaharien avec quelques oasis dans une immense aridité.

Dans aucune des zones ainsi présentées, on ne peut envisager sans irrigation des cultures pérennes ou des cultures d'été. C'est pour cela qu'au Maroc l'irrigation est une pratique ancienne et que le développement économique et social du pays repose sur un programme d'aménagement hydroagricole très important.

Dans ce contexte et compte tenu de l'importance relative des ressources en eau, la priorité a été déjà accordée aux grands barrages qui doivent permettre d'assurer aux pays une agriculture intensive et de haute productivité et donnant naissance à une agroindustrie de grande dimension.

Parallèlement la petite et moyenne hydraulique est également bien développée, bien qu'à une échelle moindre, afin de répondre à des besoins d'irrigation à caractère limité, mais susceptible d'atteindre des surfaces de plusieurs centaines, voire des milliers d'hectares.

Les lacs collinaires semblent donc, devant situation où la priorité a été donnée à la grande hydraulique et à un degré moindre à la petite et moyenne hydraulique, avoir été jusqu'à présent réservés à des zones marginales, où il n'existe aucun moyen de mobiliser les ressources en eau.

Pourtant cette technique de création de ressources en eau a rendu d'appréciables services dans la zone des hauts plateaux où elle a vu le jour pour la première fois au Maroc. Il s'agit donc d'une toute petite expérience qui vous sera présentée ici.

LES LACS COLLINAIRES DES HAUTS PLATEAUX : LES RDIRS

Le mouton de la vallée de la Moulouya, oued important coulant Sud Ouest-Est vers les plateaux de l'Oriental, est réputé autant pour sa viande qu'en partie pour sa laine. Toutefois les aléas de l'élevage sont nombreux, tous marqués du signe de la sécheresse réduisant ou supprimant pacages et possibilités d'abreuvement suivant les années. La pluviométrie moyenne de cette zone de parcours que constituent les Hauts Plateaux n'est en effet que de 100 à 400 mm par an, mal réparties selon les régions.

D'autres part, la richesse de cette région, réside presque exclusivement dans le troupeau et la tentation classique et forte a été toujours d'accroître son cheptel et ainsi de provoquer une surcharge dangereuse et un épuisement des pâturages.

L'ouverture de nouveaux parcours, hautement réputés pour leurs hautes herbes a donc été souhaitée de tout temps par les pasteurs et les autorités ont toujours essayé de rechercher les moyens de donner suite à ce souhait.

Pratiquement, c'est l'établissement de points d'eau qui conditionne toute ouverture de parcours nouveau. L'obtention de cette eau nouvelle a pu dans certains cas,

être trouvée par la création de puits (exceptionnellement) ou par forages profonds allant chercher à des profondeurs inconnues et impossibles pour les puisatiers marocains, les eaux souterraines.

Toutefois, en certains secteurs, dont en particulier le Rekkam, vaste pénéplaine située entre 900 et 1.400 m d'altitude et recevant 150 à 300 mm de pluies mal réparties, la découverte de ces eaux s'avère impossible ou à des prix de revient prohibitif.

Il a été donc nécessaire de se retourner vers la solution moins satisfaisante de l'accumulation des eaux de pluie avec tous les aléas et les faibles qualités de ces eaux. Cette solution avait toutefois l'avantage indirect d'obliger le pasteur à évacuer le point d'eau lorsque la sécheresse sévissait trop et constituait donc une sorte de mise en défens automatique. Elle était enfin connue des transhumants de la région qui de tout temps ont utilisé de petites mares naturelles "Rdirs" et demandé aux autorités de leur en réaliser de nouvelles, artificielles, en d'autres endroits.

Entre 1934 et 1937, furent ainsi entrepris de tels aménagements, avec les moyens d'alors, et sans peut être se rendre suffisamment compte de la disproportion existante entre l'ouvrage réalisé (à l'échelle des possibilités humaines) et les conditions climatiques du milieu (violence et rareté des précipitations, valeur de l'évaporation etc...).

Ces ouvrages ne purent fonctionner donc qu'un temps avant d'être dégradés, envasés ou enlevés. Mais ils correspondaient à un fait patent, et leurs résultats allaient fournir une foule de renseignements.

Ce fut à partir de ces concepts, mais revus en fonction des possibilités nouvelles que donnaient les machines de terrassement modernes et des besoins réétudiés, qu'en 1952 - 1953 fut entrepris un premier essai de construction de 4 Rdirs importants, et étudié un plan général d'équipement devant "persiller" le territoire d'un ouvrage environ tous les 10 km = le chiffre de 200 aménagements put ainsi être avancé.

Au vu de ces résultats et avec la participation aux frais de l'organisation des éleveurs, l'essai fut renouvelé en 1953 - 1954 : au total 9 lacs ont été exécutés ou repris.

Les caractéristiques générales étaient les suivantes : digue en terre, exécutée avec des remblais tout prélevés par des scrapers aux abords immédiats de l'ouvrage ; tassement et compactage par le passage des engins, sans humectation des terres, nécessité d'accroître en tous sens d'environ de 1,00 m le profil en travers général de la digue et de le bomber pour tenir compte du tassement. Les talus étant de 3/1 et la largeur en crête de 6,00 m. La longueur de 2 à 300 m de longueur environ, 4 à 6 m de hauteur et 20 m en moyenne de largeur au pied.

La retenue contenait de 120.000 à 200.000 mètres cubes d'eau, le bassin versant l'alimentant étant de l'ordre de 5 à 10 km².

Une décharge de sécurité, en dehors du corps de la digue était exécutée avec cote de - 1,00 m par rapport à la crête.

Les résultats de ces essais ont été très encourageants : tous les ouvrages ont retenu de l'eau, permettant l'abreuvement de plus de 25.000 moutons de façon permanente, et assurant une certaine décharge du pacage autour des points existants.

Techniquement les ouvrages se sont bien comportés, résistant même à des déversements.

Socialement les éleveurs du plateau du Rekkam ont eu un véritable engouement pour les Rdirs.

Sur le plan économique, il a été comparé trois solutions possibles de création de points d'eau, dans la région :

1) Solution forage :

Elle présente les avantages suivants :

- Eau de qualité satisfaisante
- Point d'eau pérenne
- Débits satisfaisants

Les inconvénients en sont :

- Le coût d'investissement
- Les frais d'exploitation : pompage à plus de 150 m de profondeur
- Nécessité d'un entretien permanent (groupe électrogène, moteur, pompe etc...)
- Risque de tomber sur un forage stérile

2) Solution puits dans l'underflow :

Les avantages de cette solution sont :

- Eau de qualité acceptable
- Eau pérenne (sauf exception)
- Facilité d'exploitation.
- Coût relativement peu élevé

L'inconvénient majeur réside dans la limitation du choix de l'emplacement. Il peut en effet se situer dans des lits d'oueds importants (à grand bassin versant et à grosse épaisseur d'alluvions).

3) Solution Rdirs :

L'avantage réside dans l'importance des volumes d'eau accumulés.

Les inconvénients en sont tout de même nombreux :

- Eau de qualité médiocre
- Risque de pollution
- Eau soumise à l'évaporation, ou et à infiltration
- Point d'eau non pérenne et subordonné au degré des précipitation de l'année
- Investissement élevé
- Dangers de destruction en cas de crue exceptionnelle
- Comblement de la retenue à plus ou moins long

terme

- Choix relativement limité, car le site d'un lac collinaire, pour être considéré comme favorable, doit remplir plusieurs condition de topographie, hydrologie, géologie, zones d'emprunt etc...

Il convient de noter que l'inconvénient résultant de la non pérennité de la réserve peut constituer un avantage sur les autres formules, quant à l'intensification du pacage de laquelle résulte une dégradation du parcours.

CONCLUSION :

De petite mare presque naturelle ou réalisée par des moyens rudimentaires pour conserver quelques centaines de mètres cubes d'eau de pluie, le Rdir a évolué au point de devenir un véritable lac collinaire pouvant atteindre 1 M. de mètres cubes et pourvu d'aménagements annexes de sécurité et de desserte (prise, abreuvoir, etc...).

A notre sens le mode de création des ressources en eau, eu égard aux nombreux inconvénients qu'il présente, doit être envisagé en dernier ressort. Il s'impose en effet lorsque la faisabilité des autres modes de mobilisation n'est pas évidente.

En tous les cas, la maîtrise de la réalisation de ces ouvrages sur le plan technique, permet franchement maintenant de répondre aux besoins en eau potable, d'abreuvement ou d'irrigation dans les concentrations humaines dépourvues de ressources en eau pérennes.

LES AUTRES USAGES DE LACS COLLINAIRES AU MAROC :

Les Rdirs n'ont pas été les seules réalisations de lacs collinaires au Maroc. Ils ont été cités en premier en raison de leur ancienneté. C'est une référence qu'il fallait relever, puisque la première pratique de cette technique a été connue en 1934 et par les seuls moyens des éleveurs. La deuxième raison de leur citation est constitué par l'impact qu'ils ont eu et continuent à avoir dans le milieu éleveur de la région. C'est pourquoi, dans le vaste programme de réalisations que comptent mener à grand rythme les autorités marocaines, l'amélioration pastorale et l'organisation des parcours profiteront pour beaucoup de la réalisation de ces ouvrages.

Les autres réalisations connues dans le pays sont destinées à :

a) L'irrigation :

Nous citons à ce titre l'important barrage d'Ajras situé au Nord du Maroc à proximité de la ville de Tétouan et construit en 1969 avec une réserve de 2,850 Millions de mètres cubes destinés à irriguer un périmètre

marâcher et fourrager de 700 ha, - le barrage de Taghdout (réalisé en 1956) avec une capacité de 3 Millions de m³ pour l'irrigation de 250 ha.

b) L'eau potable :

- Le barrage d'Ouezzane, construit en 1937 sur l'Oued Droua pour l'alimentation de la ville d'Ouezzane, a une capacité de 400.000 m³.

- Le barrage de Zemrane sur l'oued de même nom a été réalisé en 1950 et sa capacité est de 600.000 m³ d'eau.

- Le barrage de Safi, dont la construction a été achevée en 1965, a une capacité de 2,1 M. m³, destinés à l'approvisionnement de la ville de Safi. Il est alimenté par un canal d'irrigation.

c) Le laminage des crues et la protection des aménagements hydro-agricoles :

- Le barrage de l'Aouaja, réalisé en 1970, est destiné essentiellement à la protection de la ville de Sidi Ben-nour.

- Le barrage de l'Oued Faregh, réalisé en 1971, est destiné à protéger le casier du Faregh dans les Doukkala, ensemble de 10.000 ha, des eaux de crues de l'oued de même nom.

- Les ouvrages de laminage et recueil des ruissellements du Neckor réalisée en 1983 - 1984.

d) Les autres usages potentiels :

Les premières études de recensement ont pu localiser à l'heure actuelle plus de 300 sites susceptibles d'accueillir des barrages collinaires. En plus de ces sites destinés à l'eau potable, à l'abreuvement du bétail et à l'irrigation, il est envisagé de créer d'autres retenues destinées :

- à des réserves de compensation ou de régulation
- à l'alimentation des nappes phréatiques
- à la lutte contre les incendies de forêt
- à la pisciculture.

LES PROBLEMES DE GESTION :

Malgré de nombreuses réalisations en matière de lacs collinaires, ou d'ouvrages similaires, destinés à différents usages, l'expérience marocaine en la matière n'a pas atteint celle des grands barrages, ni celle des techniques d'irrigation. Elle reste donc limitée.

Cependant, plusieurs enseignements peuvent être tirés du fonctionnement des ouvrages existants, au titre de leur gestion. Nous situons ces éléments à trois niveaux :

- l'aspect technique

- l'aspect protection
- l'aspect organisation des agriculteurs

1) L'aspect technique :

Les digues constituant les lacs collinaires sont en terre et en général, un barrage en terre périclète par submersion ou par rupture. Cette rupture est la plus souvent, comme on peut le constater sur des photos prises de certains Rdirs détruits, celle des parements amont. Il y a également les risques de renards dus à une infiltration trop importante.

Dans ce contexte des consignes rigoureuses doivent être données quant à la surveillance d'un certain nombre de phénomènes physiques indicateurs de dangers pour le corps de la digue et par conséquent pour l'ensemble de la retenue.

Bien entendu nous supposons que la réalisation de la digue est le résultat d'une étude sérieuse et a obéi à tous les critères de sécurité inhérents à un barrage en terre. Dans ce cadre, il n'est pas inutile de souligner combien la recherche de l'économie et l'emploi de moyens de réalisation simples, ne doit pas nous faire oublier ces consignes de sécurité.

LES TRAVAUX D'ENTRETIEN :

Au début de l'existence de la digue, il est recommandé de surveiller de près le comportement de l'ouvrage est en particulier :

- les débits d'infiltration à l'aval de l'ouvrage : Si cette infiltration est importante, il convient de rechercher les origines des fuites, d'y remédier et de drainer le plus loin possible du corps de la digue, les écoulements constatés
- les tassements : les premiers tassements sont normaux durant les 2 premières années de l'existence de l'ouvrage, Mais ces tassements sont uniformes et progressifs. Mais dès lors que des tassements inégaux ou brutaux sont constatés, accompagnés parfois de fissures transversales, il faut immédiatement en rechercher les causes. Dans certains cas la vidange est nécessaire, c'est le prix de la survie du barrage. Les causes généralement évoquées l'origine de ces tassements sont due à des fondations instables, à un drainage insuffisant du parement aval de la digue, ou à un mauvais compactage.

Une fois la digue stabilisée, et les débits d'infiltration réduits, l'entretien de la digue devra porter sur la protection des talus. Il faudra en particulier veiller à ce que ces talus ne soient pas détériorés par le bétail au moment de l'abreuvement. Afin de prévenir cette dégradation, envisager au moment de la construction des abreuvoirs éloignés du corps de la digue.

L'évaluateur de crues devra être examiné après le passage de chaque crue et les réparations nécessaires doivent être exécutées avant la passage de la crue suivante.

L'envasement constitue l'autre phénomène d'observation et il n'est pas exagéré de songer à mener régulièrement des travaux de curage de cette retenue.

LA PROTECTION DE LA RETENUE :

Il s'agit justement du problème de l'envasement. Nous pouvons considérer que le phénomène de l'envasement est aussi dangereux pour la retenue que la submersion. Si la submersion est un risque calculé et accepté par une fréquence déterminée, l'envasement est un phénomène permanent. Si des précautions d'usage ne sont pas observées certaines retenues, surtout celles à faible volume, lorsqu'elles drainent les eaux de bassin versant à érosion importante, risquent d'avoir une durée de vie extrêmement courte. Aussi nous paraît-il important voire indispensable, au vu de l'expérience marocaine, d'opérer des travaux sur le bassin versant de la retenue.

Ces travaux ne sont pas coûteux en général, eu égard à l'investissement consacré à la retenue. Ils peuvent être eux mêmes productifs. Une étude a été menée sur le bassin versant de l'oued Ajras (rappelons qu'il s'agit d'un lac collinaire de 2,8 M. m³ dominant un périmètre irrigué de 700 ha et ayant un bassin versant de 3,6 km²). Bien qu'une tranche morte ait été prévue à l'origine pour cet envasement, afin de préserver les volumes d'eau destinés à l'irrigation, il a été constaté que cette tranche a été comblée à une rapidité inquiétante. Il a suffi en effet de 5 ans pour que cette tranche soit saturée au point donc où les volumes des atterrissements entament sérieusement les volumes réservés à l'eau. On constate donc qu'avant même d'avoir atteint son régime décroissière la mise en valeur du périmètre connaîtra une baisse due à la réduction du volume régularisé par le barrage et destiné à l'irrigation.

Pour éviter cette situation anti-économique, il est recommandé, surtout lorsqu'il s'agit de bassins versants de faibles dimensions, d'y entreprendre parallèlement des travaux consistant en :

- la construction de barrages de décantation
- la correction de ravins
- l'application d'un système de DRS sur les versants soumis à l'érosion
- le reboisement (arboriculture, bois de chauffage etc...)
- l'amélioration des terrains de parcours.

Les investissements qui y seront consacrés, seront à coup sûr rentables, car ils sont productifs par eux mêmes, et par la garantie d'une régularisation optimum, ils évitent la baisse de la productivité du périmètre irrigué.

3) l'organisation des utilisateurs :

Les retenues collinaires ont cette caractéristique quasi générale de se situer dans des régions excentriques, ou éloignées des grands axes de circulation ou des grands concentrations humaines. Elles ne bénéficient par conséquent pas de la présence d'un encadrement technico-administratif intense, ou parfois seulement sommaire, qu'on retrouve dans les grands périmètres d'irrigation, ou tout simplement dans la petite et moyenne hydraulique.

C'est pourquoi, il nous paraît indispensable, dans ce domaine plus que partout ailleurs, que les usagers des eaux retenues dans les lacs collinaires puissent s'organiser pour faire face aux problèmes inhérents à la gestion et à l'entretien de l'ouvrage qui leur procure les ressources en eau dont ils ont besoin pour leur approvisionnement ou pour leur bétail ou pour leurs champs.

Nous concevons au Maroc, et l'exemple nous vient de l'organisation des éleveurs du Rekkam qui ont été à l'origine des Rdirs, cette organisation à travers les "associations des usagers de l'eau à caractère agricole". En plus des avantages financiers qu'elles peuvent recevoir de l'Etat, ces associations nous paraissent être les meilleurs garants de la bonne gestion des retenues collinaires. Associées à l'administration dès le départ de la programmation de l'ouvrage (choix du site, programme d'utilisation de l'eau), elles seront chargées directement de la gestion et de l'entretien de leurs ouvrages. Ces associations comprenant des propriétaires fonciers situés à l'amont comme à l'aval des retenues, elles seront à même d'adhérer ou de suggérer tous les travaux de protection et de mise en valeur du bassin versant.

Ces mêmes associations, composées d'éleveurs ou d'irrigants, veilleront elles mêmes au règlement des problèmes du choix des terres irrigables, de la distribution de l'eau, du roulement de l'abreuvement du bétail et seront les premières à surveiller les surcharges des pâtures situées à proximité des points d'eau.

Ces associations doivent être constituées avant la réalisation du projet et passer un véritable contrat avec l'administration où le rôle de chacun (investissement, encadrement, fonctionnement) est clairement défini. Sans l'adhésion sans réserve de l'une et de l'autre des 2 parties (administration, usagers) le succès d'un projet est douteux dès le départ.

La définition d'un contrat type valable en tous lieux et tous temps est dangereuse, mais l'adoption de principes directeurs clarifiés et bien compris de la part des usagers dès le début de la programmation du projet constituera la ligne de conduite qu'il faut observer dans ce domaine.

Dans ce contexte l'administration peut soumettre et discuter avec les usagers une grille définissant pour

chaque type d'ouvrage la responsabilité des fonctions telles que :

- Exécution
- Paiement
- Surveillance
- Entretien.

Voici par exemple une grille de négociations, qui inclut le barrage collinaire et son périmètre d'irrigation :

Ouvrage	Exécution	Paiement	Surveillance	Entretien
Barrage	E	E	E/U	U
Tête morte	E	E/U	U	U
Réseau primaire	E	E/U	U	U
Réseau secondaire	E	E/U	U	U
Réseau tertiaire	E	U	U	U
Drainage	E	U	U	U
Piste	E	E/U	U	U
Distribution		U	U	U

E = Etat

U = Usagers.

Cette grille préalablement chiffrée doit faire l'objet de négociations très serrées avec l'association des usagers qui aura été préalablement constituée.

CONCLUSION :

Conçue aux Etats-Unis qui ont les premiers adopté la formule des barrages en terre, introduite en Europe par

l'Italie qui en a fait un moyen de développement de la Toscane et testée depuis très longtemps en Afrique, au Maroc, en Algérie et au Bourkina Fasso, la technique du lac collinaire gagne de plus en plus d'adeptes dans le monde agricole et rural.

Il s'agit avant tout d'une technique de mobilisation et de création de ressources en eau qu'il y a lieu de comparer avec d'autres systèmes lorsque cela est possible. Lorsque ce mode de mobilisation s'impose, il convient de l'aborder avec sérénité. Deux voies sont possibles pour ce faire pour sa mise en oeuvre : la première consiste à l'aborder avec l'optique des grands ouvrages, la seconde consiste à sous estimer les difficultés en méprisant la sécurité et les autres données scientifiques. Une voie intermédiaire et plus judicieuse nous paraît résider dans la réalisation d'un ouvrage rustique mais remplissant toutes les conditions de sécurité.

L'usage qui peut être fait du lac collinaire dépasse à l'heure actuelle le cadre d'origine de la Toscane.

L'alimentation en eau potable, la D.R.S., la recharge des nappes phréatiques, le laminage des crues, la protection d'aménagement et d'agglomération contre les inondations, la régularisation des cours d'eau, les réserves de régulation et de compensation, la lutte contre l'incendie des forêts, la pisciculture ... peuvent être le fait des lacs collinaires.

Ces lacs collinaires, qui constituent aux yeux des Italiens, l'ensemble retenue et périmètre d'irrigation, devront faire l'objet de la création de l'association des usagers qui sera consultée lors de la conception, assistera à sa réalisation, participera aux frais de réalisation et deviendra responsable, directement ou indirectement de sa gestion et de son entretien.

Pour assurer une plus longue longévité de l'ouvrage, l'aménagement du bassin versant correspondant devra s'inscrire dans le projet. Pouvant être productif lui-même, il constituera le moyen le plus efficace de la lutte contre l'envasement qui constitue à nos yeux une menace équivalente à celle des crues exceptionnelles et de la submersion.

Technique et société : L'organisation de l'espace irrigué dans la moyenne Tessaout

Par
Abdellah Herzenni
ORMVAH / Marrakech

RESUME

Ce texte appartient aux types d'études d'"écologie humaine" ou "culturelle" qui s'intéressent aux rapports entre les niveaux technologiques et les formes d'organisation sociale.

Il se limite ici à l'examen des interférences entre les contraintes physiques, notamment celles liées au réseau hydrographique, et l'organisation de l'espace irrigué de la moyenne Tessaout avant son aménagement hydro-agricole.

Partant des études effectuées dans ce domaine, dans la même région ou dans le Haouz Central, une lecture est tentée à plus grande échelle, sur un espace plus réduit.

Deux facteurs sont en corrélation étroite - mais sans déterminisme - avec les formes d'organisation de l'espace observées : la topographie et le régime hydraulique de

l'oued. On observe une grande variété de types de tracés de séguias ; un gradient d'irrigation amont - aval non systématique ; des droits d'amont relativement peu contraignants ; la possibilité de dérivation des eaux par le pouvoir central ou local sur n'importe quel tronçon de l'oued ou de la séguia ; une compétition sur les eaux non concentrée sur les "foums" d'oued. Au total, des formes variables d'organisation agraire léguées par l'histoire dans l'espace étudié.

La méthode d'approche adoptée conduit à des conclusions moins systématiques que celles des études précédentes réalisées dans cette région. Un grand nombre des comparaisons - dans un cadre interdisciplinaire - entre les secteurs hydrauliques de diverses régions sont nécessaires pour faire avancer la recherche.

1/ INTRODUCTION :

Il s'agit ici de la moyenne Tessaout des années 60, avant les réalisations d'aménagement hydro-agricole⁽¹⁾.

C'est une zone de 700 km², située à l'extrémité orientale du Haouz de Marrakech, limitée à l'est par les premiers contreforts du Moyen et du Haut-Atlas, au sud par le Haut-Atlas et au nord par les Jebilet (voir fig. 1).

Le climat aride domine (moyenne de 300 mm de pluie). Seule l'irrigation autorise une certaine productivité des terres et un peuplement relativement dense (+ 100 hab. au km² ; moyenne nationale : 28). L'oued Tessaout transporte annuellement des volumes importants (moyenne de 370 millions de m³). Mais le régime

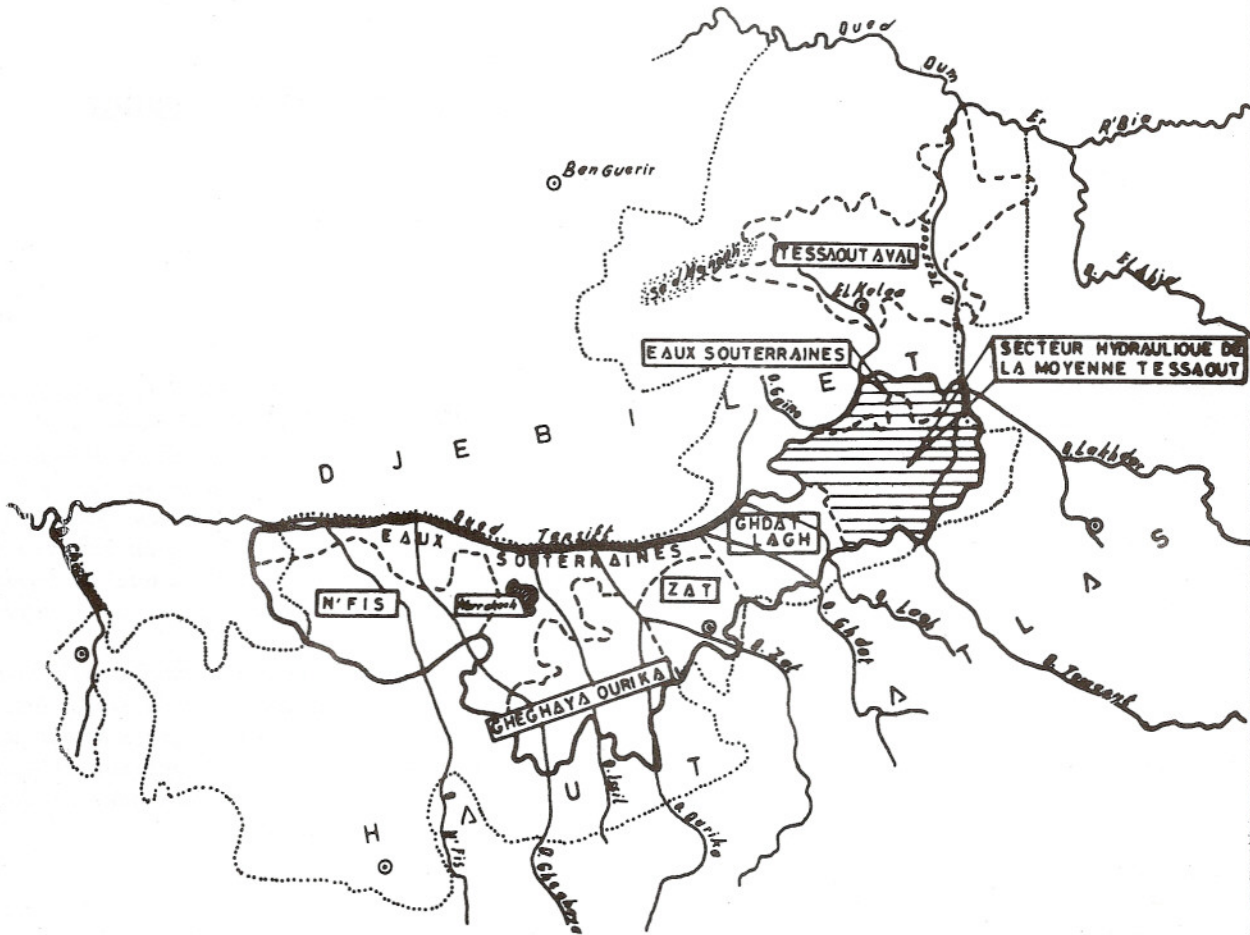
en est très irrégulier⁽²⁾. Bon an mal an, les séguias en utilisent la moitié environ⁽³⁾.

Il nous a paru utile, à la lumière des études déjà effectuées sur cette zone et sur l'ensemble du Haouz de Marrakech⁽⁴⁾, d'examiner les types de liens qui existent entre les contraintes naturelles et l'organisation de l'espace irrigué. Par comparaison avec les oueds du Haouz, l'utilisation d'échelles diverses d'observation nous permettra de dégager certaines interférences spécifiques entre ces deux types de données, dont la séguia se trouve être le vecteur principal.

Les limites de ce genre d'approche seront évoquées en conclusion.

Fig.1: CARTE DE SITUATION GEOGRAPHIQUE
DU SECTEUR HYDRAULIQUE DE LA
MOYENNE TESSAOUT

Echelle : 1/1 000 000



- LEGENDE -

- Limite administrative du perimetre du Maouz (en 1964)
- Limite de la plaine du Maouz
- - - Limite des secteurs hydrauliques



2/ DISPOSITIF GENERAL DES SEGUIAS :

On peut distinguer trois éléments principaux dans l'économie d'une séguia : la prise, ouvrage de mobilisation des eaux établi sur la berge de l'oued ; la tête morte, canal de transport de l'eau ; son prolongement, la section utile, avec ses branches et ses sarous ⁽⁵⁾, formant ensemble les canaux de distribution.

Les formes de tracé des séguias sont variables. Une description rapide les classe en deux types, les séguias en "arête de poisson" et les séguias "en éventail". Les premières s'écartent de l'oued et lui sont "grosso modo" perpendiculaires. Les secondes s'en rapprochent plutôt ⁽⁶⁾. Ces qualificatifs imagés sont valables pour une observation à petite échelle (1/100.000 et moins). Il faudrait nuancer sérieusement lorsqu'on se rapproche de plus près du tracé réel.

2.1 - Economie du dispositif général.

Cette question est en vérité fondamentale. Le passage d'une échelle à l'autre ouvre des angles d'observation différents. Ils peuvent s'enrichir mutuellement. Une observation à grande échelle (1/20.000 et plus, si possible) révèle en l'occurrence le poids déterminant de la topographie dans la conception du tracé des séguias.

En effet, ce tracé est induit par l'emplacement du terrain à irriguer par rapport à la prise sur l'oued. Le niveau altimétrique de cette dernière (équivalent à celui du lit de l'oued) doit être nécessairement plus élevé que celui du terrain à irriguer. Un dénivelé minimum est indispensable pour assurer l'écoulement de l'eau. Ce principe simple commande le tracé de la séguia. Pour comprendre la variété des formes de tracé, d'autres principes interviennent. Ils seront étudiés plus loin. Mais celui-ci constitue une condition indispensable pour le fonctionnement de toute séguia.

Un deuxième angle d'observation conduit à un deuxième principe. A conditions techniques égales, quelle que soit la forme du tracé des séguias, ces dernières doivent répondre à un objectif principal. Soit, dans notre zone, l'irrigation. La technique ordinaire est la submersion - ou inondation locale contrôlée -. Elle suppose une adaptation de la main d'eau à la nature du terrain, à sa pente, au nombre d'irrigants mobilisables ⁽⁷⁾. L'irrigation la plus courante est réalisée sur des parcelles individuelles, même lorsque le statut de l'eau et de la terre est collectif. Elle requiert donc un même type de "réception" de l'eau au niveau de ces parcelles. D'où la nécessité d'une main-d'eau appropriée. Pour l'obtenir, un dispositif correcteur de la pente de la séguia est nécessaire. Sur les séguias à faire pente, les sarous suivent une ligne de plus grande pente. Sur les séguias à pente plus forte, les sarous au contraire se rap-

prochent de la pente de terrain la plus faible. Dans les deux cas, l'objectif visé est l'atténuation des effets de pente sur la vitesse de l'eau. Le contrôle de cette dernière est en effet primordial aux yeux de l'irrigant, étant données les techniques d'irrigation utilisées ⁽⁸⁾.

Ces deux principes (dénivelé nécessaire et main-d'eau appropriée) étant posés et leur nécessité reconnue et constamment présente à l'esprit, on est mieux en mesure de décrire et de comprendre la diversité des formes de tracé des séguias. Mais il n'est pas inutile de s'attarder d'abord quelque peu sur les normes techniques traditionnelles de mobilisation, de transport de l'eau, et d'irrigation. Cet aspect nous aidera à mieux comprendre, par comparaison avec certaines techniques modernes d'irrigation, les pratiques de l'irrigant traditionnel et la logique qui y préside.

2.2 - Normes d'irrigation traditionnelle :

L'irrigation moderne en système gravitaire, qu'il s'agisse d'ouvrages bétonnés ou en terre, repose en règle générale sur un principe rigoureusement et étroitement économique, même lorsqu'il s'agit de séguias de crue ⁽⁹⁾. Les calculs sont effectués en termes de rentabilité des investissements, d'économie de main-d'oeuvre et d'entretien, avec le souci d'assurer la vie la plus longue aux ouvrages hydrauliques.

Aux yeux de l'hydraulicien, deux écueils au moins sont à éviter dans la conception des séguias : l'ensablement et l'érosion. D'où la recherche d'une pente et d'une section optimale, calculées en fonction d'un certain nombre de paramètres : pente de l'oued, régime hydraulique, structure du sol, nature du matériau utilisé, importance des débits à dériver et du débit solide... etc...

En irrigation traditionnelle, l'objectif essentiel, quelles que soient les conditions naturelles, réside dans l'amenée de l'eau sur les parcelles grâce à une certaine pente de la section utile, les dispositifs correcteurs déjà évoqués faisant le reste.

Or la pente choisie est souvent supérieure à celle adoptée en irrigation moderne. Aux yeux de l'hydraulicien attaché aux normes modernes, une pente de 2 à 3 % serait suffisante pour une pente de l'oued de 5 à 8 %. Celle des séguias traditionnelles est dans plusieurs cas supérieurs à 3 %. (pour une pente de l'oued de 8 à 9 %). Pourquoi des pentes aussi fortes ?

Aux yeux des irrigants traditionnels, il existe un lien étroit entre la pente et la vitesse d'écoulement de l'eau. Plus la pente est forte, plus la vitesse est grande ⁽¹⁰⁾. Le tracé des séguias et l'importance des dispositifs correcteurs de pente traduisent nettement cette conception. Elle semble répondre à la nécessité, du fait de la nature du régime hydraulique de l'oued et des besoins en eau

des cultures, de véhiculer des débits différents par le même canal d'amenée : aussi bien les débits de crue que les débits d'étiage.

La pente des séguías en "arête de poisson" varie entre 2 et 5 %. Elle pourrait être plus faible, mais alors au risque de gêner l'écoulement des faibles débits. La pente plus accusée des branches de séguía et des sarous est mieux adaptée à ces faibles débits. Par contre, la pente plus forte des séguías "en éventail" (plus de 5 %) se justifie par la longueur de la plupart d'entre elles. Les eaux doivent parcourir de longues distances (de 5 à 30 km et plus) avant d'atteindre les terrains à irriguer. Une vitesse plus rapide d'écoulement est donc nécessaire. Mais les sarous de ces séguías sont mieux adaptés au régime de crue qu'aux débits d'étiage, leur pente étant moins élevée que celle de la séguía. Notons tout de même qu'elle demeure assez forte (+ de 5 %)⁽¹¹⁾.

Etant donné ces critères, on comprend que les préoccupations de l'hydraulicien (dangers d'érosion et d'ensablement) soient à première vue absentes dans la conception traditionnelle. Des préoccupations de même nature n'en existent pas moins cependant. Le danger d'érosion et/ou d'ensablement est ressenti surtout en tête de séguía par l'irrigant. On a souvent parlé de la fragilité des prises sur l'oued, mais moins des tentatives déployées par les irrigants pour éviter la destruction ou l'encombrement des têtes mortes sur les premières terrasses de l'oued, au moment des crues. Non seulement la disparition des prises est souhaitée mais au surplus l'entrée de la séguía est bloquée de manière à contenir les eaux de crue dans le lit de l'oued. N'oublions pas que même si on parle couramment de séguías de crue, ce sont en fait les eaux de décrue qui sont utilisées pour l'irrigation.

On peut se demander cependant jusqu'à quel point la conception de la "pente traditionnelle" est délibérée. La méthode de creusement des séguías suggère l'idée d'un tâtonnement, des essais et des erreurs, voie obligée avant de parvenir à l'objectif. Un fois saisi le dénivelé général, entre la prise et le terrain à irriguer, la structure du sol et le micro-relief imposent les types de creusement de la séguía sur tous ses tronçons.

Pour faciliter les travaux et pour tester les possibilités d'écoulement, la terre est ameublie par un petit filet d'eau provenant de l'oued. Pour la faire transiter, la pente réalisée est plus forte qu'il n'est nécessaire pour un débit plus élevé. Le tracé très sinueux de certaines séguías traduit aussi cet effort d'adaptation de la pente à un petit débit. Il est donc possible que la méthode de creusement des séguías influe sur le type de pente réalisé.

Une autre différence de taille sépare l'irrigation traditionnelle de l'irrigation moderne. Cette dernière a entre autres un souci d'économie d'entretien. Par contre, un surtravail est nécessaire en irrigation tradi-

tionnelle, étant donné les contraintes naturelles. Les conditions de creusement de la section utile l'ont suggéré⁽¹³⁾. Il en est de même, de l'écheveau innombrable de sarous et de mesrefs ; de la tête morte, parfois creusée en galerie souterraine lorsque la topographie l'exige⁽¹⁴⁾ ; et de la prise, reconstruite à chaque décrue ; sans parler des fréquents travaux de curage⁽¹⁵⁾. Dans ce système où règnent la précarité et le caprice climatique, l'accumulation primitive n'existe pour ainsi dire pas.

Jusqu'à présent, nous avons tenté de cerner les conditions techniques essentielles qui président à la conception traditionnelle des séguías. Elles se résument, répétons-le, en la nécessité d'une certaine pente pour l'écoulement de l'eau jusqu'aux parcelles et en la contrainte d'une main-d'eau appropriée à la technique d'irrigation utilisée. Ce sont là des conditions très générales, évidentes, mais qu'il fallait tout de même souligner⁽¹⁶⁾. L'examen des normes d'irrigation traditionnelles a révélé des différences de conception entre l'hydraulicien et l'irrigant. On peut aussi considérer par hypothèse que, les conditions premières étant remplies, divers tracés de séguías sont possibles, et pas nécessairement les plus économiques, ni les plus "parfaits" selon les techniques modernes ou traditionnelles.

En agrandissant notre échelle d'observation, nous constaterons qu'en effet facteurs techniques et facteurs historiques interfèrent et nous révèlent une variété de tracés de séguías qui défient tout essai de classification un tant soit peu systématique.

2.3 - Types et sous-types de séguías. (Voir fig. n° 2)

Il est en vérité difficile de maintenir la distinction sommaire entre séguías en "arête de poisson" et séguías "en éventail". Faute d'une typologie systématique, elle sera cependant conservée comme point de repère, bien que les caractéristiques dominantes de tel ou tel type de séguía se retrouvent indifféremment, à des degrés divers, dans l'ensemble des sous-types dégagés.

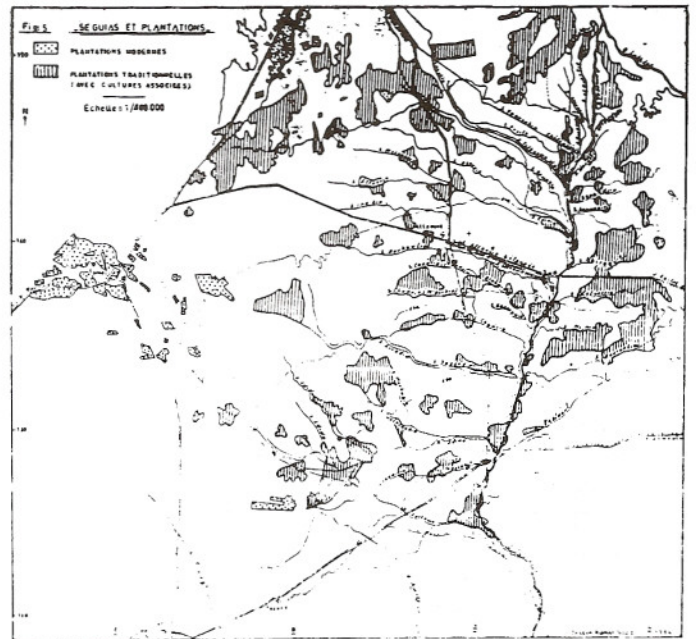
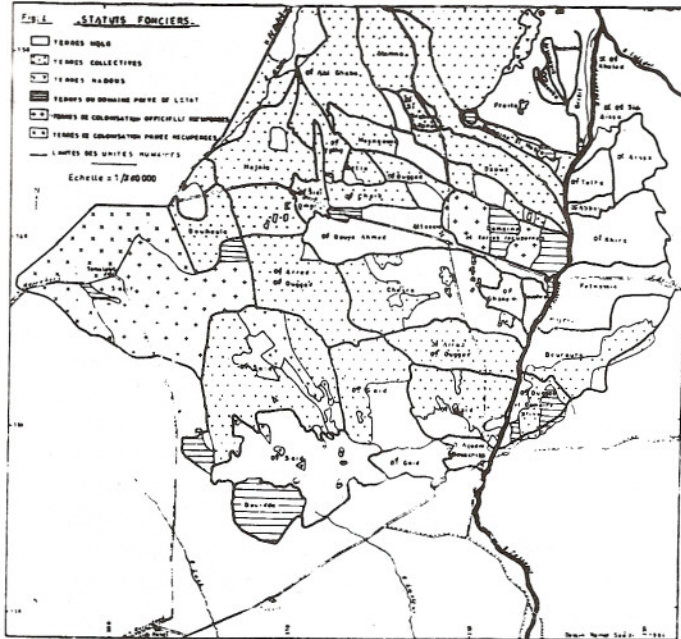
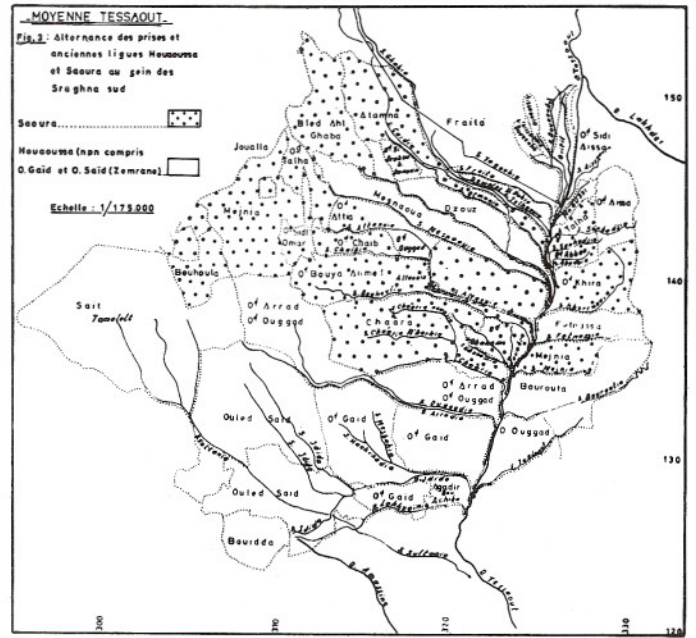
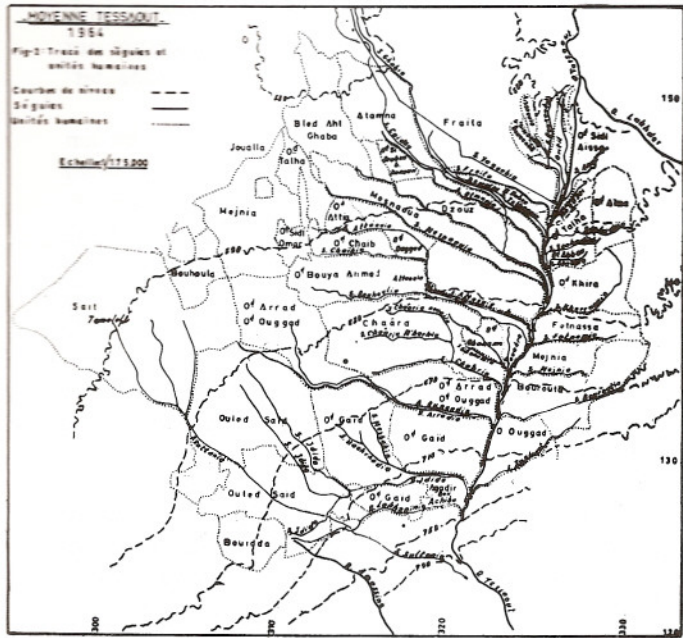
2.3.1 - Les séguías en "arête de poisson"

Deux sous-types relèvent de cette catégorie :

- Des séguías à faible pente sur tout leur parcours (séguías Fetnassia et Mejnia par exemple, sur la rive droite de l'oued). Celle-ci varie de 1 à 3 %.

- Des séguías à faible pente sur le premier tronçon de la section utile, plus prononcée en fin de parcours (Bouroutia, Khiraouia en R.D.).

Lorsqu'il existe des branches de séguías, ces dernières suivent la plus grande pente, comme on l'a déjà vu. Elles s'infléchissent à leur extrémité aval lorsqu'il n'y a pas de sarous perpendiculaires ou obliques par rapport à la plus forte ligne de pente du terrain. En général, la présence de branches importantes est liée à l'exploita-



tion de la séguia par plusieurs collectivités, chacune utilisant au moins une de ces branches. C'est le cas par exemple sur les séguias Jdida, Chaâria, ou Ghennamia (en R.G.).

2.3.2 - Les séguias en "éventail".

On peut distinguer trois sous-types :

- Les séguias à pente forte, légèrement infléchie en fin de parcours. La séguia Dzouzia (R.G.) a une pente de 6 % et s'incurve à l'aval.

- Les séguias à pente forte (4 à 6 %) qui s'accroissent d'amont en aval pour atteindre et même dépasser 9 %. Ce sont des séguias plus longues que dans le premier cas, véhiculant parfois les eaux au-delà du périmètre de la moyenne Tessaout, sur plus de 30 km (Caïdia, Gharbia en R.G.).

- Les séguias à pente faible, proche de celle des séguias en arête de poisson ou même plus faible. Ce sont quelques petites séguias d'aval en R.G. et en R.D. (Gritite, Bouzenko, Aïssaouia). Le facteur topographique est prédominant dans ce cas.

2.4 - Tracé des séguias et contingence historique :

La variété des formes de tracé des séguias témoigne d'une adaptation de la contrainte technique à la conjoncture historique. Les exemples suivants illustrent cette proposition.

Après une forte pente de la tête morte, la section utile de la séguia Bouroutia (séguia classée ci-dessus en "arête de poisson") bifurque brusquement pour suivre de près la cote 685 sur la première moitié de son parcours. Elle passe ensuite progressivement à la cote 660 sur 4 km environ, soit une pente de 6 %. A son extrémité aval, la pente est très prononcée (9,5 %, soit la pente de l'oued au même niveau). Ce dernier tronçon de 5 km irrigue des terres situées à l'est du terroir des séguias Fetnassia et Khiraouia. Leur origine makhzénienne, et celle des droits d'eau qui leur sont rattachés, laissent supposer que la séguia a été prolongée à une époque tardive, alors qu'elle était déjà en fonctionnement.

La séguia Sultania est "en éventail", en dépit de sa perpendicularité par rapport à l'oued. Cette particularité est liée à l'orientation de la pente du terrain vers le nord-ouest et l'ouest⁽¹⁷⁾. Le tracé actuel s'explique par sa fonction d'organe transporteur des eaux, sur la plus grande partie de son parcours, vers les terres makhzéniennes de Tamelalt, à plus de 30 km de sa prise. On peut aussi bien imaginer, à partir de la même prise, une séguia en forme d'arête de poisson, le long de la cote 700 par exemple jusqu'à Sidi Rahal, ou sur la ligne de plus grande pente vers Aït Ourir et Marrakech⁽¹⁸⁾.

La séguia Jdida est une séguia intertribale, partagée entre les Sraghna et les Zemrane. A l'amont, les Oulad

Gaïd (Sraghna), se partagent les branches de séguias, perpendiculaires au tracé principal. Il en est de même des Oulad Saïd (Zemrane) à l'aval, mais dans ce dernier cas la séguia épouse progressivement la ligne de plus grande pente. Cependant, une branche importante suit de nouveau la ligne de cote pour dominer Bouidda, terrain accaparé par le Glaoui.

Le rôle de modulateur principal de débit en fonction de la faible pente de la Jdida est exercé chez les Oulad Gaïd par les sarous de deux branches principales, la Mosbahia et le Hachadia. Par contre, sur les séguia Chaâria et Attaouia - Chaâibia, ce sont les branches elles-mêmes qui exercent cette fonction. Dans le premier cas les branches suivent la ligne de pente principale du terrain. Dans le second, la séguia est en arête de poisson, les branches ont un rôle à la fois adducteur et distributeur : elles suivent d'abord la ligne de pente puis s'incurvent pour suivre la ligne de cote.

Le tracé de la séguia est parfois lié à l'exploitation de ressources complémentaires. La Othmania a une pente de 4 % en début de parcours puis 9,2 % sur le dernier tronçon. La mise en valeur est plus intensive à l'aval, à proximité de la zone d'habitat et des eaux souterraines, sur les terres collectives "melkisées". Les eaux de la Othmania doivent servir d'appoint apprécié dans ce secteur.

La Khiraouia est d'abord nettement en arête de poisson pour ensuite suivre la plus grande pente. La largeur de secteur étant plus grande que la moyenne courante, ce type de prolongement de la séguia lui fait jouer le rôle d'un puissant sarou dominant l'ensemble de la surface.

Ces divers exemples témoignent de la liberté relativement étendue prise dans le choix du tracé des séguias, une fois pris en compte le dénivelé nécessaire entre la prise et le terrain à irriguer, et la nécessité de la maîtrise de la main-d'eau à livrer aux parcelles de culture. Il n'y a pas de déterminisme absolu entre les diverses contraintes naturelles (topographie, régime hydraulique... etc...) et le tracé de la séguia. On a voulu par exemple trouver un lien étroit, dans d'autres bassins, entre le régime de crue de l'oued et le tracé en éventail des séguias, ces dernières devant chercher les eaux d'irrigation loin à l'amont de l'oued. Il faudrait s'assurer de la part de la topographie, du régime hydraulique, et ... de la conjoncture historique dans la réalisation de ce type de tracé⁽¹⁹⁾.

Ce sont ces mêmes facteurs, naturels et historiques, qui interviennent dans le tracé de la tête morte et le choix de l'emplacement de la prise.

2.5 - Place stratégique du dispositif de prises et de têtes mortes :

La tête morte - tronçon adducteur partant de la prise jusqu'à la section utile (tronçon distributeur) - occupe

une place de choix dans l'ensemble du dispositif.

Elle suppose le déploiement d'un certain savoir-faire pour assurer aussi bien le transport des eaux de crue que celui des débits d'étiage. Elle est souvent objet d'ensablement ou d'érosion. Il n'est pas rare qu'elle soit détruite, parfois sur une bonne partie de son cours. Autrement dit un entretien ininterrompu - un surtravail - est nécessaire pour assurer l'irrigation.

Les dimensions de la tête morte sont bien entendu liées à l'importance des volumes de crue qu'elle véhicule. Mais la topographie joue un rôle essentiel. Le relief surélevé par rapport aux premières terrasses de l'oued et aux terrains irrigables constitue le cône de déjection, nettement dessiné dans la partie amont du périmètre⁽²⁰⁾. Le tracé de la tête morte est nécessairement rallongé pour maintenir une pente minimum entre la prise sur l'oued et le terrain à irriguer. Parfois, la tête morte est sensiblement écourtée dans ce but grâce au creusement local de khetarars (séguias Bouhoulia et Fetnassia).

A l'aval de l'oued, la pente du cône de déjection est plus douce. La tête morte peut être moins longue lorsque le terrain à irriguer est proche de l'oued. Il se peut que, dans cette zone, on ait cherché aussi à placer la prise le plus en amont possible pour profiter des débits d'étiage, ou des résurgences de l'oued.

Il faudrait une échelle plus grande pour affiner la description cas par cas. Par exemple connaître les cotes précises du lit de l'oued, de l'emplacement de la prise, les mesures de la section et de la pente de la tête morte, les détails du micro-relief, la structure du sol ... etc... Il n'est pas possible, sans ce travail, de comparer les têtes mortes entre elles, ou d'en dresser une typologie.

Mais ce rapide examen (à l'échelle 1/20.000) montre clairement qu'il n'y a pas, tout au moins dans le cas de la moyenne Tessaout, de corrélation significative entre la dimension des têtes mortes et les surfaces dominées, ou encore les volumes dérivés par les séguias. C'est essentiellement le relief, comme on vient de le voir, qui fixe les dimensions de la tête morte. Il n'y aurait pas non plus d'objectif délibéré de la part des irrigants de réalisation d'un minimum de travail (de creusement de tête morte) pour une surface dominée ou un volume prélevé maximum⁽²¹⁾.

Cette dernière proposition est valable d'un point de vue "compréhensif" : on peut en effet concevoir que les constructeurs de séguias choisissent le "seuil d'utilité marginale" qui leur convient le mieux, dans des circonstances et des conditions précises (rapports de force, disponibilité en main-d'oeuvre, structure du sol plus ou moins favorable etc...). Mais il n'en est rien d'un point de vue objectif, lorsqu'on veut par exemple comparer les têtes mortes des séguias entre elles.

Les notions de "dimension" des têtes mortes et de "travail nécessaire" pour les réaliser sont d'ailleurs dif-

ficiles à cerner. Pour des têtes mortes de même longueur et de même capacité, la somme de travail effectuée pour leur construction peut être inégale, compte tenu du micro-relief, de la structure du sol, des différences de section sur le même parcours, des essais et erreurs de creusement, des reconstructions éventuelles ... etc... Autant de paramètres qu'il serait difficile sinon impossible de saisir avec précision. Il faudrait donc convenir de cette difficulté avant tout examen de corrélations éventuelles.

Si l'on prend pour hypothèse, faute de mieux à l'échelle de cette étude, la longueur de la tête morte comme indice principal de la somme de travail nécessaire à son creusement, on constate qu'elle n'a pas de corrélation significative avec les surfaces dominées ou les volumes dérivés.

Nous avons esquissé une classification pour serrer de plus près le rapport entre cette donnée et les volumes dérivés. La comparaison n'aboutit pas à des liens tangibles entre ces deux paramètres, comme on le constate sur les tableaux I et II (22).

a) LES GRANDES SEGUIAS (OU SÉGUIAS MAKHZÉ- NIENNES).

Ces séguias véhiculent des volumes d'eau importants, en marge du cône de déjection (Sultania), ou même au-delà (Caïda, Ghabia). Elles ont une forte pente et de longues têtes mortes. Leurs dimensions laissent supposer que seul un pouvoir fort (au niveau central ou régional) a pu les faire creuser⁽²³⁾. Le rapport entre le débit et la tête morte est parmi les plus faibles, du fait de la longueur de cette dernière. Notons cependant que ces séguias pourraient irriguer des terrains situés bien plus à l'amont de ceux qu'elles desservent aujourd'hui. La longueur de leur tête morte se rapprocherait alors de celle des séguias d'amont en arête de poisson (voir infra, point c.).

b) LES SÉGUIAS DE L'EXTRÊME AVAL :

Ces séguias, bien que disposant de faibles surfaces et de dotations à l'hectare relativement réduites, ont cependant des têtes mortes très longues. Le rapport entre ces dernières et les volumes sont parmi les plus faibles. Il faudrait étudier de près les contraintes topographiques pour expliquer cette situation.

c) LES SEGUIAS D'AMONT EN ARETE DE POISSON :

Ce sont les séguias sur lesquelles se fait fortement sentir la contrainte topographique du cône de déjection. Mais la position de leur prise autorise une dérivation de volumes importants, même en étiage.

d) LES SEGUIAS INTERMÉDIAIRES EN ARETE DE POISSON OU EN EVENTAIL :

Ce sont les séguías sur lesquelles pourrait s'appliquer, à une ou deux exceptions près, l'hypothèse d'une corrélation significative entre le travail nécessité par le creusement de la tête morte et les volumes prélevés. Le rapport entre ces deux variables est en effet parmi les plus faibles.

Mais il nous semble, plus simplement, comme on l'a déjà souligné, que le facteur topographique est plus favorable à ce niveau, le lit de l'oued y étant moins encaissé.

Jusqu'à présent, il a été question exclusivement de contrainte technique dans l'étude du tracé de la tête morte. Est-elle, contrairement à ce qu'il en est pour la section utile, absolument impérative ? On ne peut se prononcer sans un examen attentif, à grande échelle, des autres possibilités de tracé. Ce qui est affaire de spécialistes. En serait-il ainsi qu'on ne saurait négliger le rôle fondamental de la prise de séguía. Elle conditionne, du moins dans sa partie supérieure, le tracé de la tête morte. Or, l'emplacement des prises met en évidence les interférences entre les contraintes techniques et la conjoncture historique, les rapports sociaux, comme le fera ressortir l'étude de leur disposition le long de l'oued.

2.6 - L'alternance des prises de séguías :

La fragilité de la prise d'oued a été déjà évoquée. Elle est adaptée aux conditions naturelles : irrégularité du régime hydraulique, crues et débit d'étiage. Elle est constituée d'un amas de branchages et de pierres, dont la fonction unique est le maintien d'un niveau d'eau suffisant pour permettre les dérivations dans la tête morte. Elle est continuellement reconstruite ou réfectionnée. Son tracé est souvent modifié dans le lit de l'oued, au gré des trajectoires de l'eau en période d'étiage.

Son propre emplacement peut être modifié, mais à condition d'abandonner sur une distance plus ou moins grande le tronçon supérieur de la tête morte. Cette éventualité se présente dans les cas de destruction de cette dernière, d'effondrement local de berge etc.... phénomènes provoqués parfois par de violentes crues. Cependant, il existe des limites aux possibilités de déplacement des prises. Rappelons la condition essentielle du transport de l'eau par les séguías : la nécessité d'un dénivelé entre le lit de l'oued, à l'emplacement de la prise, et le terrain à irriguer. Un déplacement de prise vers l'aval est donc limité par cette contrainte. Ce serait du reste condamner la séguía elle-même ; lorsque le degré de pente nécessaire n'est plus respecté.

Par contre, il est possible de remonter la prise vers l'amont, et donc rallonger la tête morte, dans la mesure

où la structure du sol et la topographie locale des terrasses d'oued le permettent. C'est du reste ce qui a dû être souvent tenté pour recueillir les débits d'étiage dans les meilleures conditions.

Mais il faut tenir compte de l'ensemble des séguías et de la disposition de leurs prises. Les possibilités de remontée de la tête morte et de la prise vers l'amont obéissent à certaines règles, du fait de la présence de plusieurs collectivités, et d'autres protagonistes.

L'alternance des prises le long de l'oued traduit peut-être en partie les règles que se sont imposées les collectivités, pendant des siècles, directement entre elles ou par l'entremise du pouvoir, pour pratiquer l'irrigation et une certaine mise en valeur des terres. Nous essaierons ici d'en saisir quelques caractéristiques.

Nous nous limiterons à une observation rapide, à petite échelle (1/50.000). D'autre part, le manque de documentation historique nous contraindra à nous en tenir à quelques interprétations sous forme d'hypothèses.

En règle générale, la prise de séguía est située légèrement en aval du point de passage, sur la séguía amont, de la tête morte à la section utile. Chaque séguía serait creusée en quelque sorte de manière à avoir une autonomie aussi complète que possible à l'égard de la séguía amont. Cela n'est possible, sauf exception, qu'au niveau du tronçon distributeur, la tête morte étant souvent, au moins en partie, située dans le terroir de la collectivité d'amont. Tel est le dispositif théorique. Il vise, sinon la suppression, au moins la réduction au minimum des empiètements réciproques entre amont et aval. Du côté amont, respect du passage de la séguía vers l'aval. Du côté aval, respect de la priorité de prélèvement de l'eau par l'amont.

Dans la pratique, ce type d'équilibre n'est maintenu que par un droit supplémentaire de la collectivité d'amont, le droit de "mlou", sur la séguía des usagers de l'aval, lorsqu'il est topographiquement possible d'utiliser ses eaux. Ce droit représente une contre-partie de la servitude de passage de la séguía aval. Il est plus ou moins important selon les dimensions des séguías, la longueur des têtes mortes, et les particularités de l'histoire locale.

Mais un tel équilibre n'est concevable que s'il concerne l'ensemble des séguías : il existe en effet une dépendance réciproque, "en chaîne", entre les usagers d'amont et d'aval le long de l'oued. Le schéma esquissé ici pour deux séguías se reproduit en effet sur toutes les séguías du périmètre.

Ce principe de dépendance constitue un facteur explicatif de l'alternance des prises. On peut concevoir que leur disposition actuelle soit le résultat de perpétuels réajustements effectués au prix d'innombrables adaptations au terrain. Mais elles sanctionnent aussi des rapports sociaux tumultueux, marqués par des conflits,

des négociations sans cesse renouvelés. Seule l'histoire peut en rendre compte.

Cette histoire a-t-elle eu pour enjeu essentiel le contrôle des deux rives de l'oued? Aurait-elle opposé à tel ou tel moment les usagers des deux rives? C'est ce qu'on a souvent pensé⁽²⁴⁾. Il existe parfois des cas d'enjambement de l'oued (cas des Oulad Ouggad au sud, au voisinage de la Zaouïa Taglaout). Il semble pourtant que le facteur géopolitique décisif réside dans le rapport entre l'amont et l'aval, sur chacune des deux rives. Les riverains situés à un même niveau de l'oued sont "à la même enseigne", vis à vis des riverains de l'amont ou de l'aval. Ceux d'amont ont la possibilité technique - en tout cas en période critique de basses eaux - de priver d'eau les usagers d'aval, qu'ils se trouvent sur l'une ou l'autre rive. L'ensemble des collectivités étant dans une dépendance en chaîne entre elles le long de l'oued, il est possible que, pour parer à ce genre d'éventualité, se soit instauré entre elles un système emboîté de solidarités et d'oppositions, matérialisé par l'alternance des prises (voir fig. n° 3). Cette disposition permet par exemple à une collectivité lésée par ses voisins immédiats (par accaparement de l'eau dans l'oued) de recourir à une collectivité alliée de l'amont, qui pourrait user de même à l'égard de ces derniers. Ce serait donc là un système "préventif" qui tempère l'abus éventuel du droit d'amont. Pour éviter le conflit ininterrompu, il instaure l'état de "paix artificielle"⁽²⁵⁾.

La tradition orale a retenu la division des Sraghna en deux grandes ligues, les Haoussa et les Saoura. Une liste des collectivités appartenant à chacune d'elles a été dressée sur la base de plusieurs recoupements (voir fig. n° 3). Les collectivités riveraines à un point donné de l'oued appartiennent à la même ligue. Elles forment ainsi des territoires d'un seul tenant, sans discontinuité. Une seule exception à cette règle : le cas des Dzouz. Autre particularité : un nombre appréciable de collectivités ont leurs prises de séguias sur le terroir de la ligue opposée (voir les séguias Chaâria, Ghennamia, Dzouzia, 'Othmania, Bouroutia, Mejnia, Fetnassia, Khiraouïa, Haouassi, Aïssaouïa (R.D.)). Notons au passage qu'il s'agit pour la plupart de séguias à longue tête morte. Cette situation traduit peut-être une meilleure garantie de reproduction du système dans une paix artificielle relativement stable, entre adversaires. Des rapports de conflit continuels entre alliés seraient du reste difficilement vivables⁽²⁶⁾.

On serait tenté de voir un peu trop vite dans ce système le trait principal du "temps géographique" de la moyenne Tessaout, un système adapté, d'une part, au régime hydraulique et, d'autre part, à "l'autonomie" des collectivités, que celle-ci s'exerce dans la "dépendance" ou pendant les périodes de désordre et de défaillance du pouvoir⁽²⁷⁾. Cependant, il s'agit là d'un type de rapport social parmi d'autres. On ne saurait en préciser l'importance et l'impact dans la moyenne Tessaout sans l'apport de la recherche historique. D'autres

types de rapports ont existé. Ils sont également inscrits dans l'espace, et de manière tangible. Les grandes séguias makhzénienne en font foi. Seul un pouvoir fort capable d'utiliser une main-d'oeuvre considérable était en mesure d'installer des prises de séguias sur un point quelconque de l'oued, chevaucher plus d'un terroir de séguia, plus d'un finage de collectivité, aussi bien à l'amont qu'à l'aval de l'oued. Les séguias Sultania et Caïdia en portent un témoignage éloquent⁽²⁸⁾.

Prenons donc note de cette variété de cas sans être en mesure d'aller plus loin. Seule l'histoire pourrait nous éclairer à ce stade. On aura tout de même reconnu, pour reprendre notre optique de départ, l'importance des interférences entre les rapports sociaux et les contraintes naturelles dans le choix de l'emplacement des prises de séguias.

3 - LE GRADIENT D'IRRIGATION :

Nombre d'étude soulignent la prééminence de l'amont sur l'aval le long des oueds, étant donné la "rente de situation" en matière de possibilité de dérivation des eaux dans les séguias. D'où cette idée d'un gradient d'irrigation, amont-aval. Les diverses recherches effectuées mentionnent des règles selon lesquelles des liens étroits existeraient entre certains paramètres, tels que la nature juridique de l'eau en fonction de son degré d'abondance, ou les corrélations entre les régimes fonciers et les types de mise en valeur.

Le cas de la moyenne Tessaout ne permet pas de confirmer ces observations. Ici encore, les rapports sociaux donnent naissance à une riche variété d'adaptations aux conditions naturelles⁽²⁹⁾.

3.1 - Existe-t-il un gradient d'irrigation à l'échelle de l'oued ?

Convenons d'abord, pour ne plus y revenir, que ce gradient existe lorsqu'on ne distingue que deux grands ensembles de séguias : les six premières séguias par exemple, jusqu'à la Arradia, et toutes les autres, à l'aval de cette dernière. Les premières prennent à elles seules 41 % des volumes d'eau et dominent 46 % des terres irriguées⁽³⁰⁾. Mais que peut-on en conclure, une fois cette constatation faite ? Du point de vue des interférences entre les contraintes naturelles et les rapports sociaux, il est plus intéressant d'examiner les séguias cas par cas. Il en ressort nettement que les séguias makhzénienne sont privilégiées, quel que soit leur rang sur le cours de l'oued. D'autre part l'examen des données des autres séguias, longueur, surface dominée, volumes dérivés absolus ou à l'hectare etc... montre qu'il n'existe pas de corrélation significative pour conclure à l'existence d'un gradient d'irrigation⁽³¹⁾.

Les valeurs les plus remarquables seraient mises en

évidence par le rapport, compte tenu du rang des prises de séguia sur l'oued, entre les volumes dérivés et la surface dominée, ou la longueur de la séguia. Les comparaisons montrent qu'il n'existe pas de cohérence satisfaisante. Des séguias d'aval occupent les premiers rangs (Feriata, Sanhajia, 'Othmania). Inversement, des séguias d'amont sont loin d'être classées parmi les premières (Arradia, Chaâria). Du point de vue volume à l'hectare dominé, les séguias d'amont Jdida et Arradia sont parmi les dernières.

Les mêmes conclusions s'imposent à l'examen des droits des séguias tels qu'ils sont définis par rapport au débit de l'oued⁽³²⁾. Les taux de prélèvement par rapport au droit étant variables, on pourrait penser a priori que ce dernier a été établi conformément à un gradient de prélèvement amont-aval. Or il n'en est rien. Les séguias dont le rang selon le droit de prélèvement est mieux placé par rapport au rang selon les volumes effectivement dérivés sont la Bouhoulia, la Mejnia et la Fetnassia. C'est l'inverse pour les séguias Lakhzaïnia, Taglaout, Attaouïa - Chaâïbia, Mesnaouïa et 'Othmania. Le taux de prélèvement des premières est de 30 à 40 %, celui des secondes est supérieur à 60 %. Pour toutes les autres séguias, ce taux est de 50 à 60 % et les rangs en droit et en fait sont approximativement les mêmes.

Il n'y a donc pas de gradient d'irrigation amont-aval entre les séguias de la moyenne Tessaout, ni en théorie ni en fait. L'examen précédent montre en outre l'avantage retiré par certaines séguias d'aval. Elles ont un taux de prélèvement supérieur aussi bien au taux moyen général qu'à celui de quelques séguias d'amont. Il est reconnu en effet que ces séguias reçoivent mieux les eaux de crue dont la violence est relativement atténuée à ce niveau de l'oued⁽³³⁾.

Jusqu'ici, l'analyse a porté sur les droits et prélèvements annuels des séguias. Qu'en est-il lorsqu'on ne tient compte que du débit d'étiage ?

Le gradient se confirme dans une certaine mesure mais sans être systématique. La part prélevée par rapport à la dotation annuelle est cependant nettement plus forte à l'amont. Par rapport à d'autres oueds, dans la région du Haouz, où le droit d'amont en période d'étiage est quasi exclusif, il faudrait plutôt souligner, pour la même période, le fonctionnement de certaines séguias d'aval dans la moyenne Tessaout⁽³⁴⁾.

3.2 Gradient d'irrigation et pouvoir :

Dans le cas du Haouz de Marrakech, les grandes séguias makhzeniennes ont leurs prises à l'amont des oueds. Elles utilisent les volumes d'eau les plus importants sur de vastes surfaces situées dans les intercônes des bassins⁽³⁵⁾. Le tracé de ces séguias traduit la capacité d'un pouvoir fort de placer les prises au plus haut du lit de l'oued afin de s'assurer la priorité des dérivations. Il

témoigne, de par leur dimensions, de l'ampleur des travaux requis pour leur creusement. Il suppose aussi une certaine sécurité sans laquelle ne peut se réaliser la traversée de terrains irrigués par des séguias plus modestes.

Mais ce schéma ne se vérifie qu'en partie dans la moyenne Tessaout. Le cas des séguias Caïdia et Gharbia a été déjà cité. Les deux séguias sont probablement makhzeniennes à l'origine⁽³⁶⁾. Elles irriguent des terrains situés à l'extérieur du périmètre, au nord des Jebilet. Elles viennent en tête en ce qui concerne les volumes prélevés, après les séguias Sultania et Jdida. Elles sont pourtant situées à l'aval du périmètre, et leurs prises n'occupent que les 15° et 26° rangs ! (ces séguias, il est vrai, ne bénéficient pas d'eau d'été).

Mais il existe aussi des séguias makhzeniennes plus modestes et les terrains qu'elles irriguent ne se trouvent pas nécessairement dans les périphéries du périmètre. Parfois, ces derniers sont enclavés dans des finages de collectivités (voir fig. n° 4).

Les ponctions du pouvoir sur l'oued n'ont donc pas lieu exclusivement à l'amont et ses eaux n'irriguent pas que des secteurs périphériques du périmètre.

3.3 - Le gradient d'irrigation à l'échelle des séguias :

Etant donné le mode rudimentaire de mobilisation et d'adduction des eaux de l'oued, le système le plus économique en matière de mise en valeur des terres résiderait dans la mise en pratique d'un gradient d'irrigation amont - aval, le long de la séguia et dans le sens de la largeur du secteur qu'elle domine. P. Pascon décrit ce modèle "d'occupation concentrique des terres" dans le cas du Haouz de Marrakech⁽³⁷⁾. Dans ce système, les secteurs de concentration des eaux et donc d'intensification de la mise en valeur (plantations d'oliviers essentiellement, avec cultures en sous-étage) se trouvent à l'amont des séguias. Cette disposition diminue les pertes en eau en toute saison (débordements, infiltrations ou évaporation). Elle réduit les distances, l'habitat étant à proximité des secteurs d'intensification⁽³⁸⁾. Ces derniers se trouvent être en même temps des terrains melk. Ce régime foncier est en effet souvent induit, dans les zones où dominent les terres collectives, par une certaine intensification du système de production.

Ce modèle n'est pas courant dans la moyenne Tessaout. Le survol rapide de la carte d'occupation des sols (voir fig. n° 5) indique plutôt une disposition des secteurs "intensifs" en tissu d'Arlequin, aussi bien le long du parcours de la séguia que sur la largeur du secteur dominé. Rares sont les séguias à modèle concentrique pur⁽³⁹⁾.

Les facteurs principaux qui sont à l'origine de cette situation relèvent de la spécificité de l'organisation agraire. Nous l'avons vu dans le cas des séguias makh-

zéniennes. Sur les autres séguías, le paysage accuse une alternance entre les secteurs intensifs et de larges étendues nues, réservées à l'irrigation saisonnière et occasionnelle. Il est répétitif le long des séguías, en fonction du nombre de collectivités usagères. La distribution de l'eau se plie ainsi aux formes de disposition spatiales des finages (voir en particulier, fig. n° 2, les séguías - et leurs branches - Jdida, Chaâria, Attaouïa - Chaâibia, Arradia et Ouggadia).

Le modèle d'occupation concentrique des terres serait donc valable s'il se répétait sur une même séguia selon le nombre d'unités humaines desservies. Or, le plus souvent il n'en est rien. En effet, d'autres facteurs modifient ce modèle, même lorsqu'une séguia n'est exploitée que par une seule collectivité. Nous avons vu que les secteurs de mise en valeur agricole "intensive" ont un statut melk⁽⁴⁰⁾. Or ce statut ne se trouve pas obligatoirement à l'amont de la séguia. L'efficacité du gradient amont-aval est sacrifiée à d'autres facteurs géographiques ou historiques : pédologie, ressources en eaux complémentaires, habitat proche de secteurs bour... etc...

Sur la Bouroutia par exemple (voir fig. n° 4 et 5), ce sont les terres collectives qui sont les plus proches de la séguia. Le secteur d'intensification (terres melk) s'éloigne de la section utile sur la première moitié de son parcours. Il s'en rapproche ensuite sur des terres "mgam". En fin de parcours, la séguia irrigue de nouveau des terrains melk.

Sur la rive droite de l'oued, au nord de la Bouroutia, tous les terrains sont melk. Sur la plupart des séguías, les secteurs d'intensification sont soit en fin de parcours (Ftnassia, Khirouïa), soit, indifféremment, à l'amont ou

à l'aval. Cette disposition composite se retrouve aussi sur les séguías de la rive gauche⁽⁴¹⁾.

En règle générale donc, dans la moyenne Tessaout, les impératifs "d'économie" traduits par un gradient amont-aval sur les séguías ne sont pas évidents. Des cas originaux, qui représentent autant d'empreintes d'histoire locale, se substituent à ce modèle.

4 CONCLUSION :

4.1 - Une hypothèse de travail :

Une description de la spécificité en moyenne Tessaout de l'organisation de l'espace irrigué a été esquissée dans ce texte. Deux contraintes majeures ont été dégagées : la topographie et le régime hydraulique. Une fois admises, il reste l'événement historique, avec ses traces originales dans l'espace. Nous l'avons observé à plusieurs niveaux : le tracé de la séguia à diverses échelles ; l'emplacement des prises et la signification socio-historique de leur alternance ; l'absence de gradient systématique amont - aval, tant au niveau de l'oued que des séguías.

Il n'est pas inutile d'insister de nouveau sur l'aspect stratégique de la contrainte naturelle. Quelle que soit la contingence historique, elle impose en effet ses limites et, jusqu'à un certain point, ses règles. Nous avancerons donc ici une hypothèse de travail. Si l'on observe dans la moyenne Tessaout une variété de modes d'utilisation des eaux et de types d'organisation de l'espace irrigué, cela doit revenir en fin de compte aux particularités du régime hydraulique de l'oued⁽⁴²⁾.

Les études hydrologiques ont montré que le régime des oueds du bassin de l'Oum-er-Rbiâ est nettement

Coefficients de variation des débits d'oueds et distances entre les prises amont et aval.

Bassins	Oueds	Coef. de variation mensuelle	Rapport entre débits max. et minim. annuels	Rapport entre débits dépassés un an sur dix	Distance entre prises la plus en amont de l'oued et la prise aval (en km)
Tensift	N'Fis	10	22	7	11
	Ghighaya	?	II	55	8
	Ourika	22	22	10	6
	Zat	24	12	6	14
	Ghdat	?	13	8	21
Oum-er-Rbiâ	Tessaout	6,6	6	4	27
	Rbiâ Lakhdar	5	5	8	30

Source : Pour les coefficients de variation des débits : ORMVAH (RGM n° 17, p :11). Résumé par P. Pascon des études de la SCET sur le Haouz de Marrakech (1962).

moins irrégulier que celui des oueds du Haouz. Le tableau suivant, qui établit les coefficients de variation des débits par oued, l'indique clairement.

Une irrégularité moindre du régime hydraulique signifie, en plaine, un degré moindre d'instabilité dans le système de production, de plus grandes possibilités d'accomodement entre les usagers sur les prélèvements d'eau le long de l'oued. Concrètement, un régime hydraulique moins irrégulier entraîne un gradient d'irrigation moins systématique, des droits d'amont relativement moins contraignants (ce qui n'exclut pas les conflits éventuels, bien entendu), la possibilité d'emplacement des prises du pouvoir central ou local aussi bien à l'amont qu'à l'aval de l'oued ou de la séguia. Au total, une compétition sur les eaux moins concentrée sur les "foums" d'oueds, un étalement des prises sur de plus grandes distances et, en conséquence, des possibilités d'extension de formes variables d'organisation de l'espace irrigué. Il est intéressant à cet égard de noter les corrélations possibles entre les distances de la prise la plus en amont à la prise aval et le régime des oueds. Ces distances sont plus grandes sur les oueds Tessaout et Lakhdar.

Un régime hydraulique moins irrégulier autoriserait donc une organisation agraire moins étroitement assujettie, entre autres facteurs, à la prédominance de l'amont sur l'aval. N'est-ce pas ce fait qui aurait permis le creusement de grandes séguias telles que la Caïdia ou la Ghabia, à l'aval de l'oued ; ou encore, le prélèvement par des séguias mouennes ou petites, situées également à l'aval, de volumes d'eau relativement importants, même en été ?

Cette comparaison se limite aux oueds du Houz et de la Tessaout. L'hypothèse gagnerait à être examinée sur une plus grande série de cas, avec une prise en compte aussi attentive que possible des facteurs historiques.

4.2 - Limites de la méthode d'approche.

Une problématique a continuellement sous-tendu cette étude. Celle de l'échelle d'observation à adopter selon l'objet étudié. Celle de la nécessité du recours à la complémentarité des disciplines, avec ses dangers habituels : le manque de maîtrise réelle sans travail d'équipe interdisciplinaire.

Notre démarche a constamment voulu passer par au moins deux niveaux d'échelle, celle de l'hydraulicien, celle du géographe. Dans l'un ou l'autre cas, il a été en même temps question de rapports sociaux et d'histoire. Ces incursions sont assumées avec les risques qu'elles comportent. Ceci dit, cette méthode d'approche n'est pas nouvelle. E. Reclus s'exprimait ainsi : "La géographie n'est autre chose que l'histoire dans l'espace, de même que l'histoire est la géographie dans le temps"⁽⁴³⁾.

Et L. Febre : "... Si les sociologues, dans leurs études de morphologie sociale, vont beaucoup plus loin et atteignent des résultats précis et plus intéressants que les historiens de la suite d'un Michelet ou d'un Taine, c'est aux progrès mêmes de la géographie qu'ils le doivent. De la géographie humaine, étroitement solidaire de la géographie physique."

"Ils sont les tributaires forcés des géographes - de même qu'ils ont besoin, dans une large mesure, des secours de l'histoire..."⁽⁴⁴⁾.

Nous nous limitons à la citation de ces "ancêtres" : la problématique subsiste aujourd'hui avec la même acuité⁽⁴⁵⁾. Pour reprendre les thèmes d'un vieux débat entre la géographie et la sociologie, disons qu'il est impossible de faire de la "morphologie sociale" sans analyse spatiale⁽⁴⁶⁾. Ceci posé, il est nécessaire d'insister sur quelques limites de la présente étude.

Il n'a pas été possible en effet de recourir à l'histoire proprement dite, faute de sources historiques. Les "traces" spatiales ne remplacent pas l'histoire. Lorsqu'on parle de grandes séguias makhzénienne par exemple, on ne connaît ni les dates ni le contexte de leur creusement, ni l'ampleur, la durée de leur exploitation, et encore moins les rapports de force auxquels leur gestion a pu donner lieu. Lorsqu'on se pose des questions sur le gradient d'irrigation, faut-il rappeler que les premières séries de jaugeage ne datent que des années 20, et qu'on n'en peut strictement rien inférer en vérité pour les périodes antérieures⁽⁴⁷⁾. De surcroît, il est un fait que tous les rapports sociaux ne sont pas "spatialisés" - du moins pas de manières concrètes : c'est à dire visibles dans l'espace.

Cette approche aura donc servi à mettre en lumière le poids de la contrainte naturelle, en tant que "support" et "agent" de l'intervention humaine (pour reprendre le langage des pionniers de la géographie humaine). Mais seule l'histoire peut saisir cette intervention dans ses multiples dimensions.

Notes

- 1 - Cet aménagement a été entrepris sur 30.000 ha, de 1969 à 1977, irrigués par les eaux du barrage Moulay Youssef (1970). Cette zone est dénommée officiellement "Tessaout-Amont". Ce papier fait partie d'une introduction à l'évaluation de quelques incidences socio-économiques de l'aménagement hydro-agricole dans le périmètre irrigué.
- 2 - Mais nettement moins que celui des oueds du Haouz de Marrakech. La remarque est d'importance. Cf. notre conclusion.

Il ne sera question, dans cette étude, que des eaux de surface provenant de l'oued Tessaout. Les eaux souterraines ont une incidence appréciable sur l'organisation de l'espace à l'aval du périmètre, mais elles ne seront citées ici qu'incidemment.
- 3 - Pour avoir plus de détails sur les données physiques, voir notamment :

A. Lahlimi : 1967 a, pp. 3-7
H. Delannoy : 1971
M. Ducrocq et P. Pascon : 1973, pp. 19 - 28.
La bibliographie se trouve en fin d'article.
- 4 - Voir les études de J. Pilleboue, A. Lahlimi, M. Ducrocq et P. Pascon, qui seront souvent citées dans ce qui suit.
- 5 - "Sarous" ou "mesrefs" : canaux en terre d'amenée de l'eau aux parcelles, analogues aux canaux tertiaires ou quaternaires en réseau gravitaire moderne.
- 6 - Vocabulaire devenu courant dans les études sur le Haouz de Marrakech et la moyenne Tessaout. Voir SCET International (1964) et J. Pilleboue, A. Lahlimi et P. Pascon.
- 7 - Bien entendu, ces observations ne sont valables que pour le régime de crue qu'est celui de l'oued Tessaout.
- 8 - Ces dispositifs correcteurs existent en chaîne jusqu'à la parcelle, quelle que soit la forme du tracé de la séguia. Ils s'adaptent au micro-relief. Ceci dit, il faudrait nuancer et tenir compte d'un grand nombre de paramètres : pente du terrain, pédologie, structure du sol, état du terrain au moment de l'irrigation... et... Néanmoins, à conditions techniques (traditionnelles) égales, les conditions d'adaptation à une main-d'eau éventuellement trop forte sont nombreuses : partage du débit entre plusieurs usagers, avec irrigation simultanée, et parfois, exception à la pratique courante, coopération entre plusieurs irrigants sur la même parcelle.
- 9 - Des séguias traditionnelles améliorées auraient été creusées sous le protectorat français, notamment dans les bassins du Draâ et du Souss.
- 10 - Ce qui n'est pas évident pour l'hydraulicien, lorsqu'on en reste bien entendu à des pentes de cet ordre de grandeur et à des débits d'irrigation à la parcelle. Même lorsque la pente est relativement forte, la vitesse peut être freinée par divers facteurs selon la structure du sol et la nature des parois de la séguia. Inversement, l'irrigant traditionnel pense que l'efficacité de la submersion est plus élevée lorsque la pente du sol est très faible. Or, il semble que l'état de ce dernier (nature pédologique, sol labouré ou non) est plus déterminant que la pente : la vitesse de pénétration de l'eau peut être très rapide même en cas de pente relativement prononcée.

Nous sommes obligé d'introduire ces quelques données qui ne relèvent pas de notre compétence, étant donné l'échelle d'observation à laquelle nous nous plaçons, avec les risques d'erreur que cela suppose. En attendant la réalisation de travaux interdisciplinaires dans ce domaine...
- 11 - La typologie des séguias esquissée plus haut est retenue dans tout ce raisonnement. On verra qu'il existe cependant des séguias "en arête de poisson" à forte pente et, inversement, des séguias "en éventail" à pente plus élevée. C'est un effet plus affaire de topographie que de jargon.
- 12 - Voir P. Pascon (1970, P. 4 et 1977 P.93). Cet argument est moins valable pour les séguias "en éventail" : une forte pente est délibérément adoptée le long de la séguia. P. Berthier (1966, p. 105 et sq.) note sur quelques indices archéologiques datant du XVI^e siècle des traces d'"essais et d'erreurs" (aqueduc de Sebt Guerdane - O. Teïma).
- 13 - Une pente plus forte que nécessaire laisse aussi échapper des terrains qui pourraient être dominés avec une pente moins accusée.
- 14 - Voir par exemple les khattaras sur la tête morte des séguias Fetnassia et Bouhoulia.
- 15 - Ce surtravail est nettement sensible dans le Hodna par exemple où J. Despois (1953, p. 159 et sq.) décrit les déplacements de lits d'oued causés par les crues et les travaux, considérables et incessants, nécessités par les divers réajustements en vue d'assurer l'irrigation.
- 16 - D'autant plus qu'elles ne sont pas évoquées par les diverses études auxquelles nous nous référons.
- 17 - Séguia construite par le Sultan Mohamed B. Abderrahmane (En-Nâciri, 1954 (dernière ed.)).
- 18 - Le Glaoui, qui avait des droits importants sur cette séguia et sur les terres de Tamelalt, aurait pu la faire dériver vers ses domaines de la plaine de Marrakech, plus à l'ouest.

19 - J. Pilleboue (1962, PP. 28 et sq.). Il se peut que ce lien soit valable dans le cas d'eaux nettement moins abondantes, au régime beaucoup plus irrégulier. Voir notre conclusion à ce sujet.

Cl. Geertz (1983, p. 100) exprime ainsi la flexibilité du tracé de séguia au gré des rapports sociaux en opposant le cas marocain au cas de Bali: "Ici, ce n'est pas la structure du réseau qui commande la distribution de l'eau, mais plutôt la distribution de l'eau qui commande le réseau".

L'auteur oppose dans cet article l'organisation collective de Bali à la stratégie individuelle d'appropriation et d'utilisation de l'eau qui serait propre au Maroc. Il semble omettre les nombreux cas marocains où la gestion communautaire est loin d'être absente. Parmi eux, celui de la moyenne Tessaout avant l'aménagement hydro-agricole. Mais il est vrai que ce type de gestion s'accomode ici fort bien de l'individualisme. Et vice-versa.

20 - V. fig. n° 3 - Les courbes de niveau avancent vers l'aval pour ensuite reculer nettement vers le sud.

21 - Les deux points de vues sont développés par P. Pascon, 1970, p. 5 et 1977, pp. 89-91, du Haouz de Marrakech.

22 - Voir tableaux I et II en annexe (classement des séguias selon divers paramètres et selon la longueur des têtes mortes).

23 - Pour la Sultania, voir note 17. La séguia Caïdia a été creusée, selon la tradition orale, par le caïd des Sraghna Ahmed ben el Caïd, sous le règne de Med. b. Abderrahmane. La séguia Ghabia est vraisemblablement la séguia dénommée séguia Jdida au XVIII^e siècle, vendu par le Sultan Mohamed B.'Abdallah aux collectivités des Ahl et Ghaba. La copie de l'acte de vente nous a été remise par P. Pascon, (1977).

24 - C'est le point de vue de J. Pilleboue, A. Lahlimi, P. Pascon (op. cités).

A. Hammoudi (1982, p: 107) signale, dans le cas du Draâ, les tractations entre irrigants des deux rives pour l'exploitation du lit de l'Oued au gré de ses déplacements consécutifs aux crues. Mais c'est peut être un type de rapports parmi d'autres.

25 - Pour toute cette partie concernant l'alternance des prises, il serait intéressant de développer opportunément plusieurs notions amplement éprouvées ailleurs. Celle de "segmentarité" bien sûr, mais aussi le "pré-droit" (J. Berque) ou le "temps géographique" (F. Braudel) etc... Mais il faudrait disposer d'une documentation historique qui peut-être n'existe pas pour la moyenne Tessaout.

26 - Les deux termes se conditionnent mutuellement. La même structure tend à se reproduire même en cas de renversement d'alliances et autres péripéties. Ce serait là la dimension fondamentale du

système segmentaire, quelles que soient ses variantes. Nous nous en tenons cependant ici à un modèle qui peut paraître par trop abstrait, faute de référence historique. En tout cas, il reste fortement présent dans la mémoire collective des habitants.

27 - Voir Dollfus (1980) pour les notions d'"autonomie" et de "dépendance", appliquées à un autre contexte (Amérique Latine). L'auteur observe la possibilité d'une autonomie poussée comme meilleur garant d'une dépendance complète à l'égard du pouvoir.

28 - Et à une époque plus lointaine, sous les Almohades, la Yaqoubia, qui partait de l'oued Lakhdar et traversait la Tessaout pour atteindre le nord des Jebilet à l'ouest de Sedd el Mesjoun. Pour la Ghabia, voir supra n° 23.

On pourrait aussi parler de séguias de Zaouias, telles la Mejnia actuelle, la Mchaouria disparue, entre la Bouroutia et la Mejnia, la séguia Bouhoulia, toutes appartenant aux descendants présumés de Sidi Rahal. Mais on peut pas en dire plus, quant à leur type d'utilisation dans les rapports sociaux.

Le point de vue avancé ici n'exclut bien sûr pas des rapports spécifiques tels que mutations, achats de servitudes de passage des séguias, changements de leur régime juridique ... Seule la recherche historique peut nous faire saisir ces données.

Dans les études de la A. Lahlimi (op. cités), les indices géographiques de l'histoire locale présentent le risque d'être pris pour de l'histoire restituée grâce à la géographie.

29 - Il ne s'agit pas ici pour les auteurs, qui seront évoqués infra., de déterminisme strict. Mais il n'empêche qu'ils insistent sur des corrélations étroites qui ne semblent pas exister dans le cas de la moyenne Tessaout.

30 - Dans tout ce qui suit, les observations sont basées sur des volumes moyens calculés par quinzaine. Il n'est pas question de fréquences ici de maxima et de minima, ce qui serait probablement plus intéressant dans cette approche.

31 - Voir le tableau n° I indiquant le rang de chaque séguia par type de donnée. On remarque les différences de rang par donnée pour une même séguia.

Rappelons que cette observation s'est déjà appliquée au rapport entre la longueur de la tête morte et les volumes dérivés.

32 - Voir tableau n° III en annexe. Même remarque qu'en note 30. Ces droits sont définis selon l'arrêté du 23 Août 1938 portant répartition provisoire des eaux de la Tessaout entre la prise de la séguia Sultania et le confluent de l'oued Lakhdar. Il y aurait

Tab. I : CLASSEMENT DE DIVERS PARAMETRES RELATIFS

AUX SEGUIAS DE LA MOYENNE

TOSSAOUT

Séguis	Rang on RD ou RG		S. domi- née (ha)	Longueur tête morte (km)	Longueur totale (km)	M3 annuels moyens (1000 m3)	M3/ha dominé (1000)	M3/km tête morte (1000 m3)	M3/km séguia	M3 en été (1000 m3) Juil. Août Septemb.	M3/ha dominé en été (1000 m3)	M3/km tête morte (en été) (1000 m3)	M3/km séguia (en été) (1000 m3)
	RG	RD											
Sultania	1		6200	35	40	20 382	3,3	581	509	5300	854	151	132
Lekhzaïnia	2		1426	5	23	6 665	4,7	1333	289	1732	1214	346	75
Jdida	3		10600	4,6	-	14 103	1,3	3085		3040	286	670	
Taglaout		4	1055	6,1	13	4737	4,5	776		1290	1222	211	99
Ouggadia	5		5100	4,5	34	5606	1,1	1245	164	1280	250	276	37
Arradia	6		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bouroutia		7	1500	3,2	8,6	6568	4,4	2052	763	1251	834	390	145
Chatria	8		2250	3	22	5288	2,3	1762	240	482	214	160	22
Mbarbia + Noujenia)													
Mejnia		9	742	0,5	6,5	2009	2,7	4018	309	446	601	892	69
Chennania													
+Brahmia+ Tahria)	10		950	1	8	3652	3,8	3652	456	402	423	402	50
Pctnassia		11	1020	1	6,5	3833	3,7	3033	589	697	683	697	107
Bouhaouia	12		1522	0,6	14,6	4444	42,9	7400	304	560	367	933	38
Attanouia- Chattbia	13		3700	2,5	28,5	7983	2,2	3193	280	1104	298	441	39
Khiraouia		14	1685	1,2	7	5828	3,5	4856		736	436	613	105
Mesnaouia	15		900	1,5	13,5	3768		2512		411	456	274	30
Caïdia	15'			35		11300		323				64	
Dzouzia	16		2250	2,6	19,4	4352	1,9	1673	224	384	170	147	19,7
Othmania	17		2600	2	18	6388	2,5	3194	354	620	238	310	34
Abboubia		18	228	1,2	4,5	633	2,8	527	140	54	236	45	12
Sanhajia		19	1513	2,5	10,7	4367	2,9	1746	408	274	181	109	25,6
Ghabia	20			30		13 403		446				96	
Talhaouia	21		418			865	2,1						
Haouassi		22	173		4	117	0,7						
Perintia	23		5700	2,8	13	7467	1,3	2665	574	217	38	77,5	16,6
Bouzenko	24		800	3	10,3	1797	2,2	600	174	83	103	27	8
Lissouia	25		172	4,5	6,5	1077	6,1	232	232	15	87	3	3,3
Lissouia		26	365	4,1	4,8	1716	4,7	817	357	85	232	40	17,7
Gritite	27		?		4								

Sources : Nomenclature des séguis du Haouz - ORINAF - (1970)

Les données sur la longueur des séguis et les surfaces
dominées ont été rectifiées grâce au travail de A. Lahliou -
"Droits d'eau dans le Tassout" O.R.N.V.A.M / SCET 1964.

- toute une recherche à faire sur la validité des jauges effectués, et, surtout, sur le contexte de l'établissement des données de cet arrêté.
- 33 - La réglementation du 23 Août 1938 y est pour quelque chose, notamment en faveur des séguias makhzénienne : la Caïdia et, en partie, la Attaouia - Chaâibia. A. Lahlimi (1967 a. p. 13) s'en tient à l'existence d'un gradient d'irrigation dans la moyenne Tessaout. Mais il n'inclut pas dans sa description les séguias Caïdia et Ghabia (du fait qu'elles sont exportatrices hors du périmètre étudié).
- 34 - Voir tableau n° I - colonnes relatives aux débits d'étiage.
- 35 - J. Pilleboue (1962, p. : 44-52) et P. Pascon (1970, p. : 10 ; 1977, p. : 97).
- 36 - Voir supra, n° 17 et 23.
- 37 - P. Pascon (1970, pp. 10-11).
- 38 - Loi générale dégagée par D. Noin (1970, pp. 131-142) pour le Haouz Central et la Tessaout, mais sur la base d'observations à petite échelle.
- 39 - Signalons aussi, bien que cette question ne soit pas étudiée ici, l'absence de corrélation, dans le cas de la moyenne Tessaout, entre l'importance des volumes d'eau d'irrigation et leur régime juridique ; leur rattachement ou non au fonds. Pour Sonnier (1933, p.35), le régime collectif et le rattachement de l'eau au fonds prédominent là où les eaux sont abondantes. Despois (1953, pp. 142-152) retient cette caractéristique dans le cas de Hodna algérien. Dans la moyenne Tessaout, il existe une profusion de situations difficiles à classer.
- Il faut ajouter à la diversité des cas la logique spécifique au contexte musulman. A. Hammoudi (1982, p. 117) aborde cette question en matière de "droit d'eau" et de "droit à l'eau".
- 40 - "Mgam" sur terre collective, lorsque le melk n'existe pas ou est de surface trop réduite. Le mgam est une terre collective assimilée à un "habous" de collectivité, "melkisée" en fait.
- 41 - Voir par ex. le cas de la séguia 'Othmania cité supra', mise en valeur à l'aval : secteur d'intensification rassemblant des eaux souterraines et de surface.
- 42 - En fin de compte et non "en dernière instance"! Voir la 2^{ème} partie de cette conclusion.
- 43 - E - Reclus, 1982, tome I, p. 74 - phrase en exergue des 6 tomes originaux de "L'homme et la terre".
- 44 - L. Febvre, 1970, pp. 95-96.
- 45 - Voir les variations dans le vocabulaire = "l'histoire comme succession de géographies", le "passé comme géographie rétrospective", "la géographie historique", "la géographie de l'histoire", "l'histoire géographique", la "géographie sociologique", "politique" etc...
- La même problématique est remise au goût du jour, elle en avait peut être besoin, par la revue "Hérodote".
- 46 - Débat rapporté par L. Febvre, op. cité, pp. 49-78. Nous adoptons volontiers son point de vue sur la place primordiale de la géographie humaine dont l'objet ne peut être entièrement couvert par l'analyse sociologique. Mais il est vrai aussi que L. Febvre s'en prenait à une école durkheimienne agacée, à juste titre, par les excès de "l'anthropogéographie" de Ratzel et de ses disciples.
- Les recherches "des trente dernières années en "écologie humaine", "culturelle", ou en "écologie" tout court, tentent, entre autres, une conciliation ou une synthèse entre déterminisme et possibilisme.
- 47 - Les interrogations de Berthier (1964, p.99) posent par ex. le problème fondamental de l'existence simultanée ou non de grandes séguias makhzénienne et de séguias tribales dans certains bassins du Haouz et dans le Souss. On imagine combien l'apport de l'archéologie et de l'histoire est essentiel pour éclairer cet aspect de l'histoire du pays, et son arrière-plan sociologique.

BIBLIOGRAPHIE

1 - Sur la moyenne Tessaout et le Haouz de Marrakech

- M. Ducrocq

(et Pascon) : 1973 : La mise en valeur du périmètre de la Tessaout (Haouz de Marrakech) pp. 15-78 - "Hommes, terre et eaux" - N° 6 - Rabat.

- En-Nâciri : Kitâba al-Istiqâ. 1954 (dernière éd.) - Dar el Kitâb Casablanca.

- A. Lahlimi : 1967a : Les terres irriguées et le monde rural de la Tessaout moyenne RGM. (Rev. de géog. du Maroc). n° 11. Rabat pp. 3-38.

1967b : Trois modes d'extension du modèle de la société makhzénienne dans la région de la Tessaout moyenne.

BESM n° 106.107. Juillet-Déc. 1967, pp. 163-170.

- P. Pascon : 1970 : Théorie générale de la distribution des eaux et de l'occupation des terres dans le Haouz de Marrakech - R G M. n° 18. Rabat - 1970, pp 3-12 et 3 cartes couleur.

1973 : Voir Ducrocq et Pascon.

1977 : Le Haouz de Marrakech. 2 t., 859 p. Rabat.

- J. Pilleboue : 1962 : Problèmes de la répartition des eaux entre les usagers EIRESH Rabat. 159 p. ronéo.

- S C E T International

1964 : Etudes d'aménagement et de mise en valeur hydro-agricoles de la Tessaout-Amont - O.R.M.V.A.H. Marrakech. Ronéo.

2 - Bibliographie générale

- P. Berthier : 1966 : Les anciennes sucreries du Maroc et leurs réseaux hydrauliques. T.1 ; texte (349 p.) et 52 photos ; T.2 : 208 pl. photo. et 6 dossiers de cartes et plans. Rabat.
- H. Delannoy : 1971 : Aspects du climat de Marrakech et de sa région R G M. N° 20, Rabat, pp. 69-106.
- J. Despois : 1953 : Le Hodna (Algérie) - PUF. Paris- Publ. de la Fac. d'Alger. 409 p., 3 cartes h. t., 20 pl. photo.
- O. Dollfus : 1980 : In "Sociétés paysannes du Tiers-Monde". Textes réunis par C.Coquery Vidrovitch - Pul. Lab. Connais. du Tiers-Monde-Paris VII. 285 p.
- L. Febvre : 1970 : "La terre et l'évolution humaine". A. Michel.
- Col. "L'évolution de l'humanité." Paris 444 p. (Ed. originale : La Renaissance du Livre. 1922).
- Cl. Geertz : 1983 : "Le sec et l'humide : irrigation traditionnelle à Bali et au Maroc" in "Bali : interprétation d'une culture" Gallimard. 1983.
- A. Hammoudi:1982 : "Droits d'eau et société : la vallée du Drâa". Hommes, Terre et Eaux, N° 48, Sep. 1982, pp.105-118.
- D. Noin : 1970 : "La population rurale du Maroc. PUF. Paris. T.1 : 279 p.; T2 : 342 P., 18 cartes h.t.
- E. Reclus : 1982 : L'homme et la terre. F. Maspero, éd. abrégée T.1 ; 182 P., T.2 : 222 p. Ed. originale : 1900.
- A. Sonnier : 1933 : Le régime juridique des eaux au Maroc - Lib. du Recueil Sirey -224 p.

Tableau II: Classement de séguias selon la longueur de tête morte
(Le rang des seguias est indiqué entre parenthèses)

Types de séguias	Séguias	Longueur tête morte	Longueur (km) tête morte/longueur (km) séguias	1.000m ³ par km tête morte/km séguias
1. Séguias Makhzéniennes	Sultania	35	88 %	581 (18)
	Taglaout	6,1 (3)	47 %	776 (16)
	Caïdia	35 (1)	-	323 (21)
	Ghabia	30 (2)	-	446 (20)
2. Séguias de l'extrême aval	Aïssaouia (R.G)	4,5 (6)	100 %	232 (22)
	Bouzenko	3 (8)	30 %	600 (17)
	Aïssaouira R.D.	2,1 (12)	44 %	817 (15)
3. Séguias amont en "arête de poisson"	Lakhazainia	5 (4)	22 %	1333 (13)
	Jdida	4,6 (5)	-	3085 (6)
	Ouggadia-Arradia	4,5 (6)	13 %	1224 (14)
	Bouroutia	3,2 (7)	37 %	2052 (9)
	Chaâria	3 (8)	14 %	1762 (10)
4. Séguias intermédiaires en arête de poisson	Mejnia	0,5 (18)	8 %	4400 (2)
	Fetnassia	1 (16)	15 %	3833 (2)
	Khiraouia	1,2 (15)	-	4856 (2)
	Abboutia	1,2 (15)	27 %	527 (19)
	Sanhajia	2,5 (11)	23 %	1746 (11)
	Attaouia-Chaïbia	2,5 (11)	9 %	3193 (5)
	Feriatia	2,8 (9)	22 %	2665 (7)
5. Séguias intermédiaires en éventail	Ghennamia	1 (16)	13 %	3652 (3)
	Bouhoulia	0,6 (17)	13 %	7400 (1)
	Mesnaouia	1,5 (14)	13 %	2512 (7)
	Dzouzia	2,6 (10)	-	1673 (12)
	Othmania	2 (13)	-	3194 (4)

Communication A.N.A.F.I.D

Essai d'arroseur en tuyaux perforés (P.V.C. rigide)

Par

MM. Ghazzali Khalid & Baqri Ahmed

INTRODUCTION

L'aménagement hydro-agricole constitue l'ensemble coordonné d'une série d'interventions mobilisant des ressources (naturelles, humaines, économiques etc...) pour amener les facteurs du milieu à un niveau qui permet d'atteindre, au moyen de l'irrigation, la mise en valeur projetée. A travers cette définition, l'aménagement hydro-agricole pourrait être un outil au service de la mise en valeur. Il peut être intéressant de s'interroger si l'outil que l'on met en place dans les différents périmètres irrigués est effectivement adapté aux objectifs de la mise en valeur ?

La particularité de l'aménagement hydro-agricole par rapport à d'autres aménagements dans d'autres secteurs économiques est que celui-ci est très influencé par l'impact de l'intervention humaine et, par conséquent, tout objectif ne pourrait être atteint sans le concours et la bonne volonté des utilisateurs, qui sont dans notre cas, les agriculteurs.

Les aménageurs se trouvent, donc, confrontés à des problèmes situés à deux niveaux :

- . au niveau de la conception du projet, tels que les problèmes techniques qui peuvent éventuellement se présenter.
- . au niveau de l'adaptation des usagers aux moyens techniques mis à leur disposition.

En général, les problèmes techniques de la conception du projet peuvent être résolus à priori ; par contre, ceux de l'adaptation ne peuvent être complètement maîtrisés qu'après des années de mise en service de l'aména-

ment. C'est dans ce cadre d'évaluation à posteriori que sera présenté dans cette communication le cas de l'arroseur en terre classique constituant le dernier chenal de l'eau d'irrigation dans le système d'irrigation par ruissellement adopté dans le périmètre du Gharb depuis 1938 (périmètre du Beht) et présentant un certain nombre d'anomalies allant parfois même jusqu'à compromettre le bon déroulement des irrigations.

1. CONTRAINTES RELATIVES A L'ARROSEUR EN TERRE

1.1 - Contraintes de fonctionnement

L'arroseur en terre constitue le dernier canal d'acheminement de l'eau en irrigation gravitaire. En principe, au moyen d'une batterie de siphons tubulaires (en P.V.C) installés sur l'arroseur, les raies d'irrigation reçoivent un débit d'attaque au début de l'arrosage (2 ou 3 siphons par raie) pour accélérer l'humectation du périmètre mouillé, suivi d'un débit d'entretien (un siphon par raie) complétant l'humectation de la zone racinaire. L'utilisation des siphons tubulaires permet une homogénéisation de la dose pratique d'irrigation au niveau de la parcelle dans les trois dimensions (longueur, largeur et profondeur).

Pour l'ensemble des secteurs de la plaine du Gharb, l'utilisation de la technique des siphons a été quasiment abandonnée par les agriculteurs au profit d'une

méthode traditionnelle utilisant des brèches le long de l'arroiseur, tous les 10 à 15 mètres pour alimenter des rigoles longeant ce dernier.

1.2 - Dégradation de l'aménagement interne à la parcelle

L'eau délivrée par les brèches arrive en tête des raies avec un débit largement supérieur au débit limite d'érosion provoquant ainsi des érosions importantes à l'amont des raies d'irrigation. Dans des zones de dépression avales l'eau stagne, et on assiste à un phénomène inverse au précédant : les particules de terres transportées par l'eau se déposent à l'aval des raies.

Cette pratique dégrade à la longue, l'arroiseur, le nivellement, et la colature quaternaire.

1.3 - Perte en eau

Les pertes en eau au niveau de l'arroiseur en terre sont de deux types :

a/ les pertes par infiltration à travers le périmètre mouillé : ces pertes sont variables avec la longueur de l'arroiseur, son état de dessiccation et son degré d'entretien. Il est généralement admis de limiter à 400 m la longueur de celui-ci, ce qui devrait conduire à estimer les pertes à environ 10 % du débit transité, à 5 % en moyenne (d'après les résultats d'une expérimentation menée par le centre de l'hydraulique agricole du MARA sur la plaine du Gharb).

Ces pertes peuvent être encore plus importantes lorsqu'il s'agit de la première irrigation, ou lorsque la période entre 2 arrosages dépasse 15 jours d'une part, ou si l'arroiseur n'a subi aucun entretien préalable (desherbage, colmatage des brèches et des fissures), d'autre part.

b/ les pertes par débordements, constatés généralement à cause d'un rétrécissement de la section mouillée (due à un envahissement important de la végétation), ou à cause de l'affaissement du profil en long, ou encore à cause d'une mauvaise maîtrise de la main d'eau par l'agriculteur.

1.4 - Obstacle à la mécanisation des travaux agricoles

L'arroiseur en terre classique, tel qu'il est conçu dans la trame d'irrigation gravitaire, offre des possibilités limitées en ce qui concerne la mécanisation des travaux agricoles, et en particulier la mécanisation de la canne à sucre.

En effet, par manque de tournière les récolteuses ne peuvent pas attaquer de front les lignes de canne. Celles ci sont limitées en amont par le canal arroiseur en terre et en aval par la colature quaternaire.

Pour permettre la mécanisation, l'agriculteur est obligé de couper à la main de 8 à 10 m de canne tout le long de l'arroiseur pour que la récolteuse puisse s'engager sur le front de coupe. Le remplacement de l'arroiseur en terre par un système amovible pourrait, éventuellement, permettre la mécanisation avec un passage en continu sur deux soles juxtaposées, la longueur de coupe devenant alors 260 m (130 + 130). Ceci supposerait que les deux soles aient la même date de récolte.

2. TUYAUX PERFORES

2.1 - Principe de fonctionnement

Le canevas hydraulique est le même qu'en irrigation gravitaire classique ; au moyen d'une prise d'eau sur le canal tertiaire, une main d'eau de 30 l/s arrive dans le puisard aval et alimente directement le tuyau perforé. La charge d'eau au niveau du puisard aval (hauteur d'eau au dessus de l'axe du tuyau) doit assurer en partie l'écoulement dans le tuyau. Le tuyau alimente directement les raies d'irrigation par l'intermédiaire d'orifices prolongés par des tuyaux souples qui amènent l'eau jusqu'en tête des raies. La distance entre orifices est de 1,5 m (correspondant à l'écartement des raies en assolement canne à sucre).

2.2 - Avantage du système

L'utilisation des tuyaux perforés comme technique, présente des avantages par rapport à l'irrigation gravitaire classique, à savoir :

- **Une économie de l'eau** : "le gate pipe" permet l'élimination de toutes les pertes (infiltration, évaporation, débordement) au niveau de l'arroiseur en terre.
- **Une maîtrise de l'irrigation en tête des raies** : le débit des orifices est facilement maîtrisable et la répartition de la main d'eau est parfaite le long du tuyau arroiseur.
- l'unitilsation des tuyaux perforés met un terme au problème de l'utilisation des siphons tubulaires.
- **Gain de terre** : l'emprise du tuyau ne dépasse pas 0,5 m de large, tandis que celle de l'arroiseur en terre est de 2,5 m, ce qui représente un gain de 2 m de large ; ce qui conduit à un gain de 800 m² de superficie par sole pour une longueur de 400, soit 1,5 %.
- Les tuyaux perforés ne nécessitent pratiquement pas d'entretien préalable (on peut envisager la peinture des tuyaux en P.V.C. comme moyen de protection contre les U.V).
- **La mécanisation de la récolte de la canne à sucre** : Les tuyaux perforés installés en début de la cam-

pagne d'irrigation et démontés au moment de la récolte de la canne à sucre, permettent de résoudre les problèmes de la mécanisation de la canne à sucre posés par l'arroseur en terre.

2.3 - Adaptation technique au réseau gravitaire existant

Au point de vue pratique, cette technique ne pose aucune difficulté majeure ; néanmoins, le remplacement de l'arroseur en terre par un tuyau perforé peut être limité par deux facteurs, à savoir la pente et la hauteur du plan d'eau (H1) au niveau du puisard aval (voir schémas de fonctionnement).

La hauteur (H1) est une double fonction du diamètre D du tuyau et de la pente de l'axe du tuyau par rapport à un plan horizontal de référence (P.H.R) :

$$H1 = A - L p \quad (p = \sin \theta)$$

Longueur du tuyau

avec L =

A = une fonction du diamètre a pour valeur, pour un débit égal à la main d'eau (30 l/s) :

$$A = \frac{1,12 \cdot 10^{-4}}{D^4} + J L'$$

avec

J' = perte de charge linéaire unitaire dans le tuyau
L' = Longueur correspondante au débit constant (sans service en route)

Le tableau n° 1 donne la valeur de A pour différents diamètres :

Tableau 1

D en mm	160	180	220	220	240	260
$\frac{1,12 \cdot 10^{-4}}{D^4}$	0,17	0,11	0,07	0,05	0,03	0,02
J* m/m	0,02	0,007	0,004	0,003	0,0019	0,0013
A (m)	7,19	2,57	1,47	1,10	0,70	0,48

* tiré de l'abaque PONT - A - MOUSSON (K = 0,03 m)

* L' = 351 m

- Par ailleurs, il a été procédé à une étude statistique portant sur un échantillon de 557 arroseurs répartis sur trois secteurs équipés du périmètre du Gharb, à savoir :
 - . Le secteur Sidi Allal (C1) ; S.T.I. : 175 arroseurs
 - . Le secteur Marktane (C2), S.T.I. : 83 arroseurs
 - . Le secteur Dar Al Asiouji (P8) P.T.I. : 299 arroseurs
 - Total : 557 arroseurs
- L'analyse de cet échantillon a abouti aux résultats suivants :
 - . 56°/.. des arroseurs ont une pente supérieurs à 1°/..
 - . 68°/.. des arroseurs ont une pente supérieure à 0,7°/..
 - . 100°/.. des arroseurs ont une pente supérieur ou égale à 0,5°/..
- D'autre part, une charge H1 = 0,5 m est disponible sur pratiquement tous les puisards avals des secteurs de la P.T.I. et de la S.T.I.
- Le tableau n° 2 donne la valeur de la pente minimale nécessaire (pour H1 = 0,5 m) en fonction des diamètres étudiés :

Tableau 2 :

$$H1 = 0,5 \text{ m}$$

D en mm	160	180	200	220	240	260
A	7,19	2,57	1,47	1,10	0,70	0,48
P mm/m	17	5,23	2,5	1,5	0,51	0

CONCLUSION

Etant donné la nature et la fréquence des pentes des arroseurs d'une part, et la charge d'eau disponible au niveau des tertiaires d'autre part, il serait techniquement possible d'utiliser des tuyaux 0 240 mm dans la plaine du Gharb. Ce diamètre peut alors fonctionner quelles que soient les conditions de terrain. Néanmoins, lorsqu'il s'agit d'une charge amont plus importante ou d'une pente de terrain favorable, ce diamètre pourrait être réduit, et entraîner par conséquent, un coût d'installation plus faible.

2.4 - Détermination des diamètres des perforations

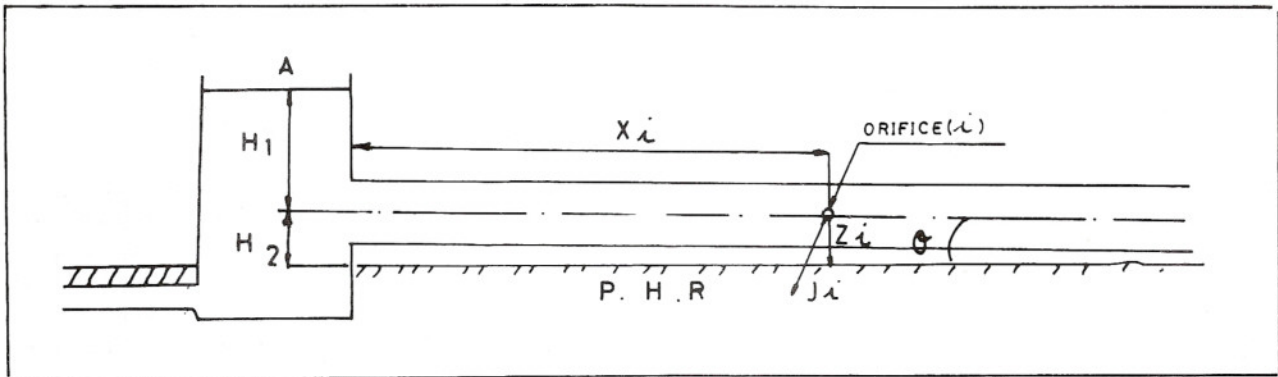
Le calcul hydraulique a permis d'aboutir à la formule suivante :

$$d_i^2 = \frac{4q}{\sqrt{13,2 (A - Lxp + Xi p - J_1 - J_2 x i)}}$$

Avec :

- d_i : diamètre de l'orifice (i)
- X_i : distance de l'orifice (i) par rapport au puisard aval
- q : débit unitaire par orifice
- J_2 : Perte de charge linéaire unitaire
- J_1 : perte de charge singulière à la sortie du puisard = $0,5 \frac{V^2}{2g}$

L'abaque n° 1 donne la valeur de d_i pour différentes pentes et différentes positions de l'orifice (X_i) pour le diamètre 0 240 du tuyau perforé ($q = 1 \text{ l/s}$ $i = 1^\circ/\text{o}$).



3. ASPECT EXPERIMENTAL

3.1 - Le transport et la manutention

Le transport des éléments de la canalisation (6 m de longueur par élément) ne pose a priori aucun problème en raison de la légèreté du matériau ; néanmoins des précautions doivent être prises de façon à éviter toute détérioration ou déformation de la section des tuyaux. Il faut en particulier éviter :

- Les manipulations brutales
- Les contacts avec les objets durs ou des pièces métalliques saillantes (sappe, etc...)
- Les chutes sur le sol
- De traîner ou rouler les tuyaux par terre

3.2 - Stockage et chargement

Le stockage ainsi que le chargement sur remorque des tuyaux doivent être réalisés horizontalement sur une aire

plane avec mise en place de cales en bois sur le lit inférieur de façon à ce que les sorties des orifices ne soient pas en contact avec le sol ou le plancher de la remorque.

Pendant le stockage les tuyaux doivent être à l'abri du soleil (sous bâches si nécessaire) pour éviter que les rayons ultra-violetes ne détériorent le P.V.C.

3.3 - Mise en place de la canalisation

La mise en place des éléments de tuyaux est une opération qui ne présente aucune difficulté ; elle peut être réalisée par l'agriculteur lui même aidé par 2 ouvriers.

La jonction des éléments est assurée par l'emboîtement des deux extrémités mâle et femelle. Le premier élément est solidaire au puisard aval ; sa jonction est réalisée avec du ciment et du sable. La pénétration du bout mâle est assurée par des poussées exercées sur l'autre extrémité (3 à 4 coups de marteau contre une plaque de bois épaisse pour bien répartir la pression).

3.4 - Données de l'essai

L'essai a été réalisé sur des tuyaux perforés de 240 mm de diamètre avec des perforations de 27 mm de diamètre espacées de 1,5 m.

- Nombre d'orifices en fonctionnement simultané : 30
- Longueur des raies : 130 m
- Dose pratique d'irrigation : 600 m³/ha

3.5 - Résultats de l'essai

Le temps de remplissage du tuyau est d'environ une demie heure ($Q = 30 \text{ l/s}$, $L = 400 \text{ m}$). Comparé à l'arroseur en terre qui nécessite plus de 4 h pour que le plan d'eau au niveau de l'arroseur permette l'amorçage des siphons tubulaires, le système permet un gain d'environ 320 m³ d'eau (perte en volume).

L'écoulement de l'eau par les orifices est parfaitement normal ; l'alimentation des raies est assurée

par le prolongement des orifices par des tuyaux souples en polyéthylène de 80 cm de long ; le débit moyen mesuré par orifice est de l'ordre de 1,02 l/s. Néanmoins, lors des mesures de débits, une faible variation de débit a été relevée entre l'amont et l'aval ($DQ = 0,29$ l/s sur 396 m).

Le fonctionnement est assuré en pliant ou en dépliant les bouts des tuyaux souples. Le débit d'entretien correspond au débit d'un seul orifice, tandis que le débit d'attaque est réalisé par le groupement de deux tuyaux souples sur une même raie (selon le schéma de fonctionnement en deux régimes ci-joint).

4 - INCONVENIENTS DU SYSTEME

4.1 - Le coût d'investissement initial assez important : 85 DH/m³

Le coût de réalisation amené à l'hectare dépend de la longueur des raies (tableau n° 3)

Longueur des raies (m)	Longueur du tuyau à l'hectare	coût en DH/ha
100	100	8.500
140	71	6.035
180	55,5	4.717,50
200	50	4.250
240	41,7	3.544,50

Pour les blocs d'irrigation gravitaire tels qu'ils sont conçus dans le périmètre du Gharb, avec des largeurs de soles ne dépassant pas 140 m, le coût du système est relativement cher. Il est alors indispensable de connaître avec exactitude l'évaluation des effets bénéfiques pour pouvoir se prononcer.

4.2 - Ce système introduirait de nouvelles contraintes de gestion et de maintenance car ce matériel est considéré sur le plan juridique comme équipement interne et deviendrait, par conséquent, "propriété" des agriculteurs remembrés dans le cadre du bloc. Et c'est à ce niveau que pourrait se poser le problème du transport, de mise en place et du remplacement des éléments dégradés. La nécessité de savoir qui aura à gérer les tuyaux perforés nécessite donc de descendre au niveau de l'exploitation.

En effet, dans les blocs collectifs où dans une seule sole de 4 à 5 ha on trouve un nombre assez élevé d'agriculteurs dépassant parfois la vingtaine, le problème de la mise en place simultanée de l'ensemble des éléments du tuyau perforé par tous les agriculteurs de la sole concernée peut éventuellement se poser d'une façon similaire à celui déjà vécu dans le périmètre du Gharb pour le MMI.

CONCLUSION

Amélioration possible du système

Le tuyau perforé tel qu'il a été conçu par l'ORMVA est un système qui diffère du "gate - pipe" utilisé dans le mode d'irrigation californien (aux Etats Unis). Dans ce dernier, les perforations sont constituées de petites fenêtres munies de plaques coulissantes, réglables, permettant d'obtenir deux débits différents (débit d'attaque et débit d'entretien).

Cette technique présente 2 inconvénients, à savoir un coût de fabrication plus élevé et une fragilité au niveau de sa manipulation.

C'est la raison qui a amené le bureau des expérimentations de l'O.R.M.V.A. du Gharb à inventer un système où l'orifice est un simple trou sur lequel vient se coller un bout de P.V.C. de même diamètre présentant ainsi un système plus rustique et surtout plus facile à manipuler.

Cependant, ce système doit être amélioré dans le but d'obtenir des tuyaux moins coûteux et encore mieux maniables par les agriculteurs afin qu'ils s'adaptent aux conditions socio-économiques de la plaine du Gharb.

Les améliorations doivent donc se poursuivre dans ce sens et porteront essentiellement sur :

- a/ La diminution du diamètre du tuyau en fonction des pentes et de la hauteur du puisard aval (le choix du 240 mm a été dicté par les conditions de fabrication à l'usine Dolbeau qui a bien voulu apporter sa contribution à cette expérimentation).
- b/ La diminution du nombre d'orifices par élément du tuyau (6 m) en utilisant des tuyaux souples de plus en plus longs ; un seul orifice par élément de tuyau prolongé par un flexible de 4 mètres par exemple. Il y a là un calcul économique à réaliser au niveau de l'usine pour comparer le coût du flexible à celui des 3 perforations supplémentaires.
- c/ La recherche des moyens permettant de régler le débit des orifices tels que les robinets vannes placés en bout des flexibles. Là aussi il y a lieu de comparer le coût des robinets avec celui du linéaire supplémentaire du flexible utilisé pour obtenir de débit d'attaque.

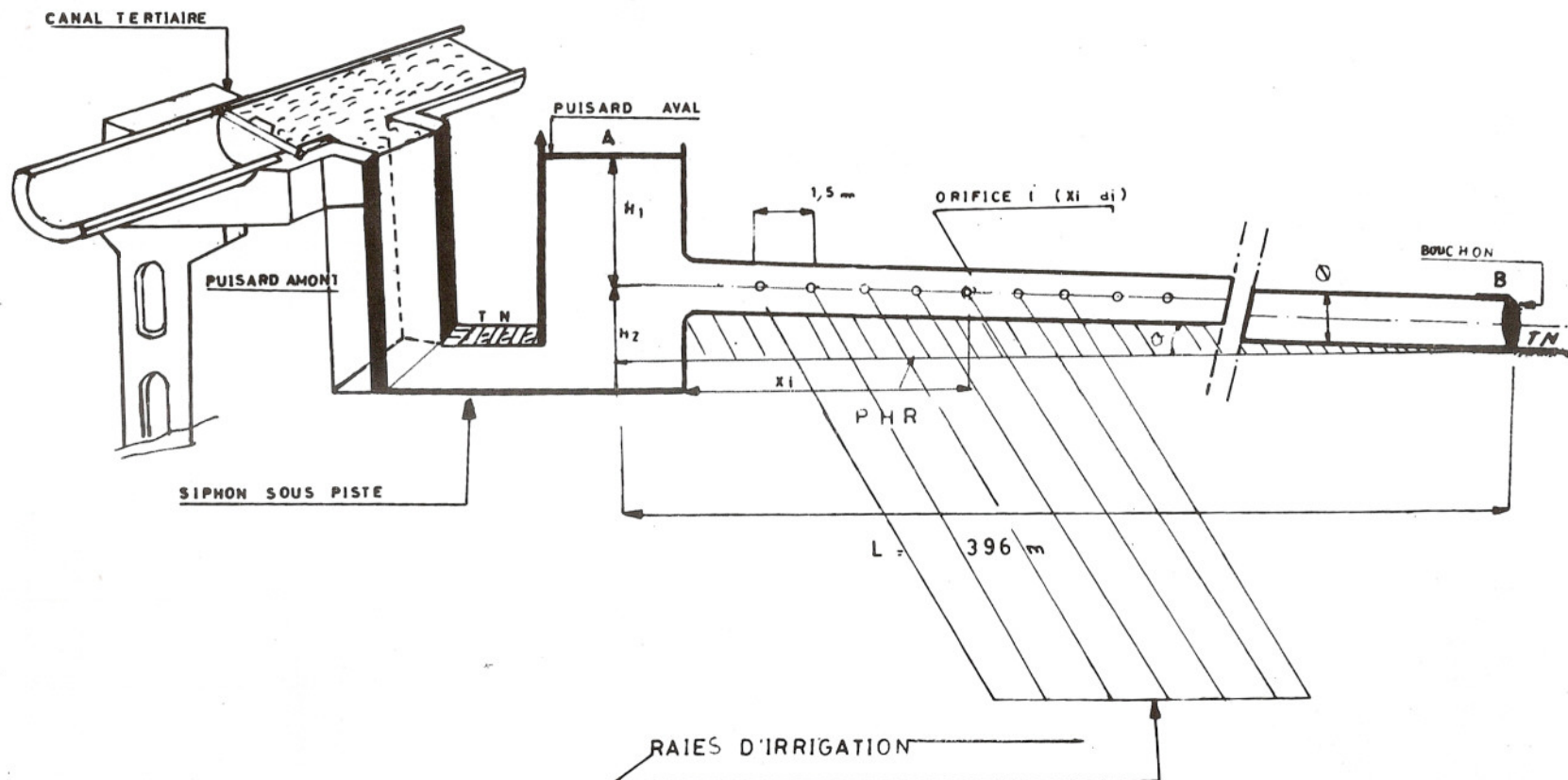
REMERCIEMENT

Nous exprimons nos remerciements à tous les responsables et techniciens de l'Office du Gharb qui ont fourni leur assistance lors de l'expérimentation. Que soit également remercié, Monsieur Moudden de la Société Dolbeau, qui a bien voulu à notre demande fabriquer et livrer à titre gratuit l'ensemble du matériel utilisé dans cette expérimentation. Et nous souhaitons dans l'avenir

que la coopération entre les Offices de Mise en Valeur Agricole d'une part, et les Entreprises Spécialisées dans la fabrication du matériel d'irrigation d'autre part, soit d'avantage renforcée et ceci, dans l'intérêt de développer de d'améliorer les techniques d'irrigation dans notre pays.

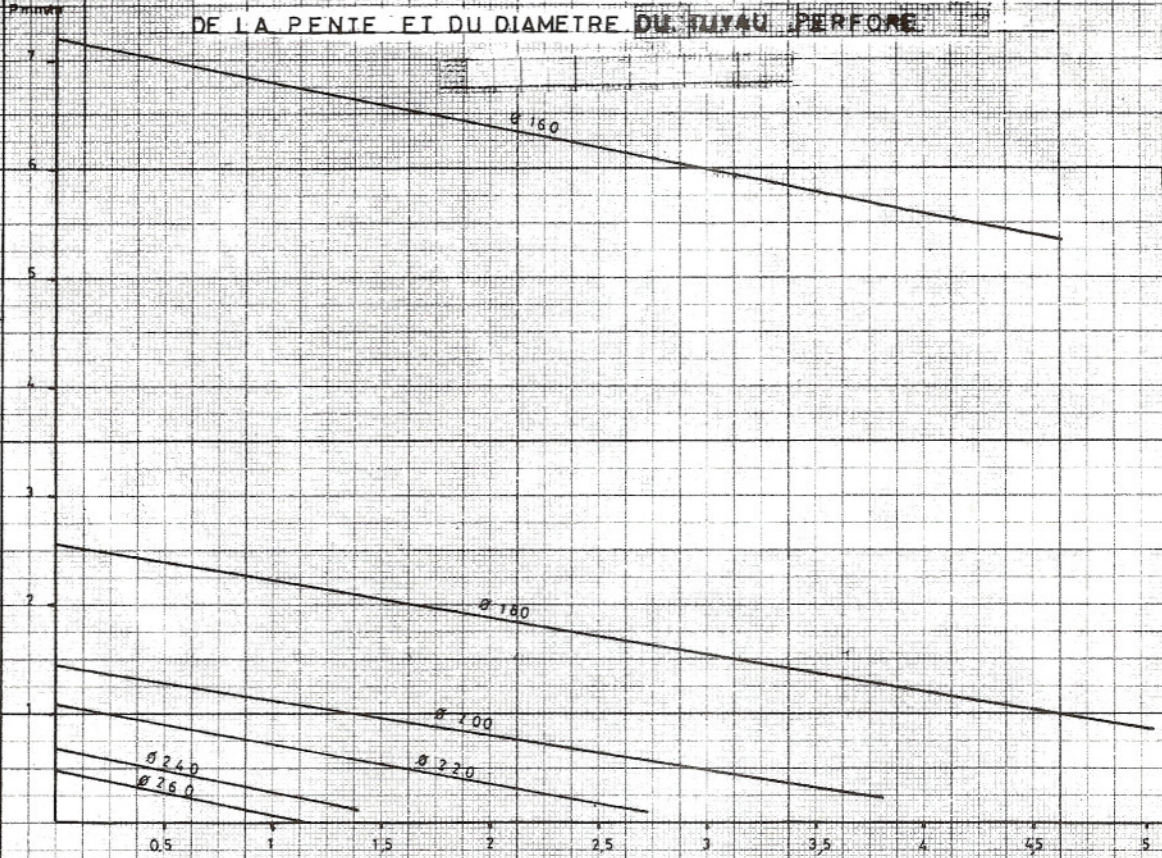
TUYAUX PERFORES

SCHEMA DE FONCTIONNEMENT



ABOQUE N° 1

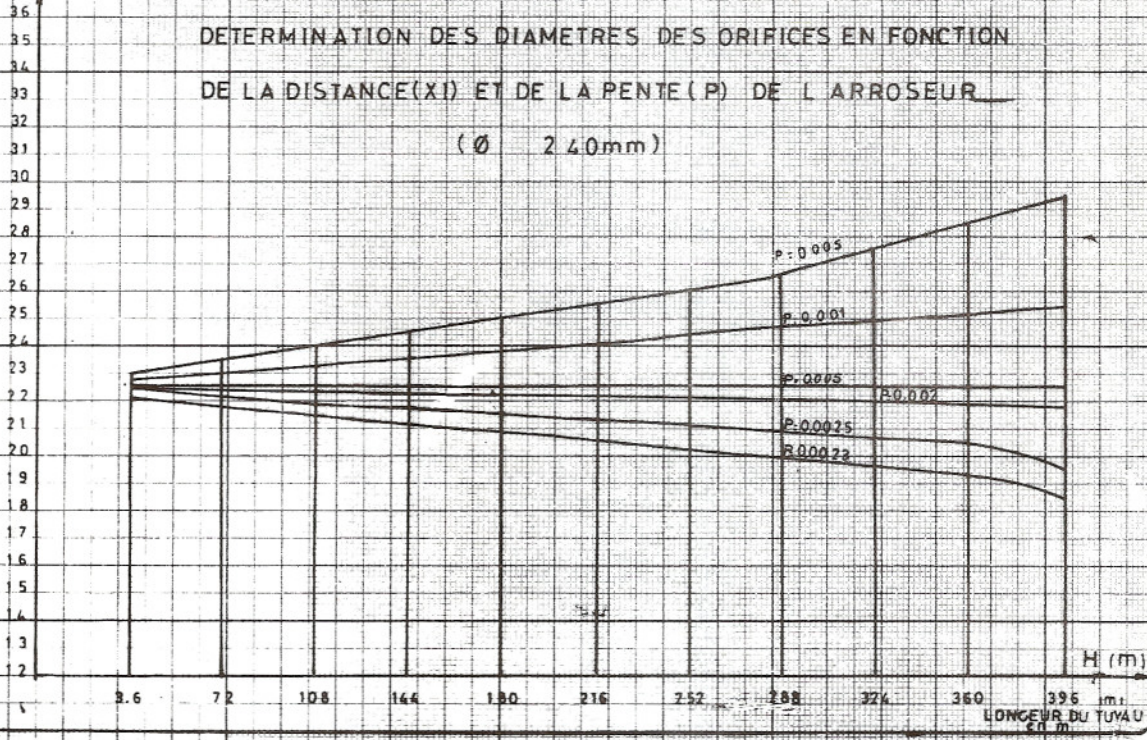
VALEUR DE LA CHARGE H_1 DANS LE PUISARD AVAL EN FONCTION DE LA PENTE ET DU DIAMETRE DU TUYAU PERFORE



DIAMETRE DES ORIFICES EN mm

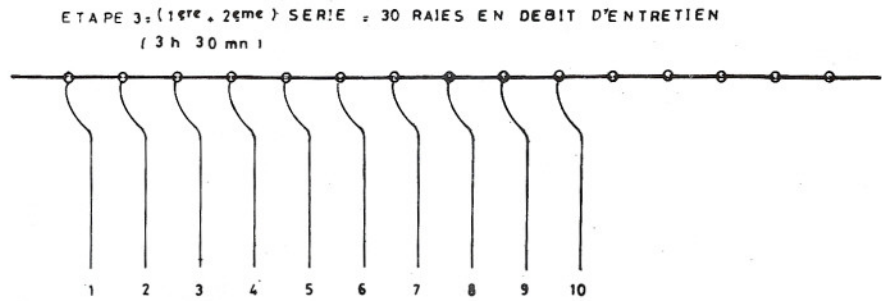
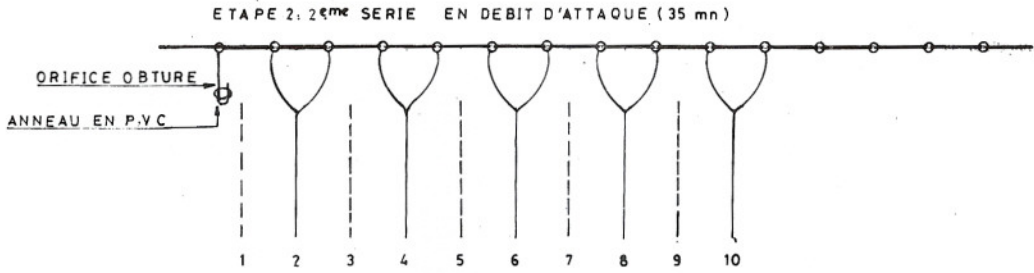
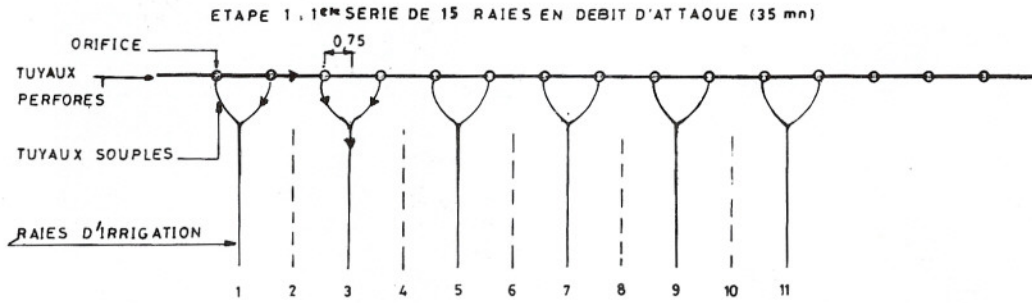
ABOQUE N° 3

DETERMINATION DES DIAMETRES DES ORIFICES EN FONCTION DE LA DISTANCE (X) ET DE LA PENTE (P) DE L'ARROSEUR (Ø 240mm)



FONCTIONNEMENT EN DEUX

REGIMES DE DEBIT



PHOTOGRAPHIE N° 1

Extrémité Amont : Canal tertiaire - Puisard Aval -Tuyaux perforés



PHOTOGRAPHIE N° 2

Extrémité Aval : Bouchon de fermeture



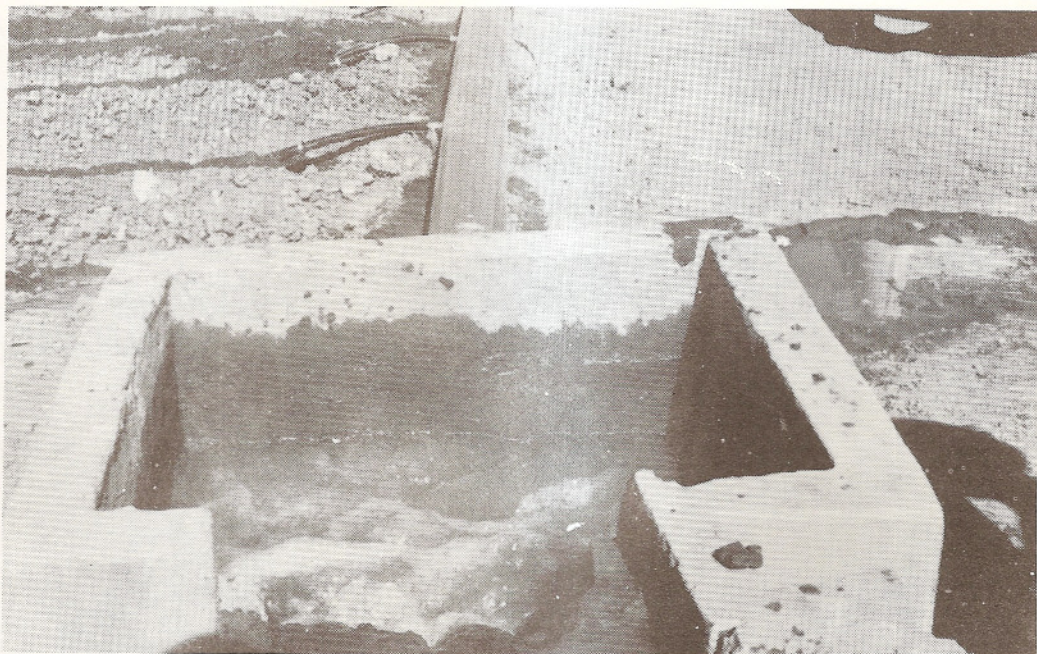
PHOTOGRAPHIE N° 3

Emboîtement entre 2 éléments



PHOTOGRAPHIE N° 4

Charge H1 au niveau du puisard Aval et départ du premier élément du tuyau perforé



PHOTOGRAPHIE N° 5

Jonction : tuyau perforé (\varnothing 240 mm) - tuyau de prolongement
(\varnothing 27 mm) - flexible de prolongation (polyéthylène)



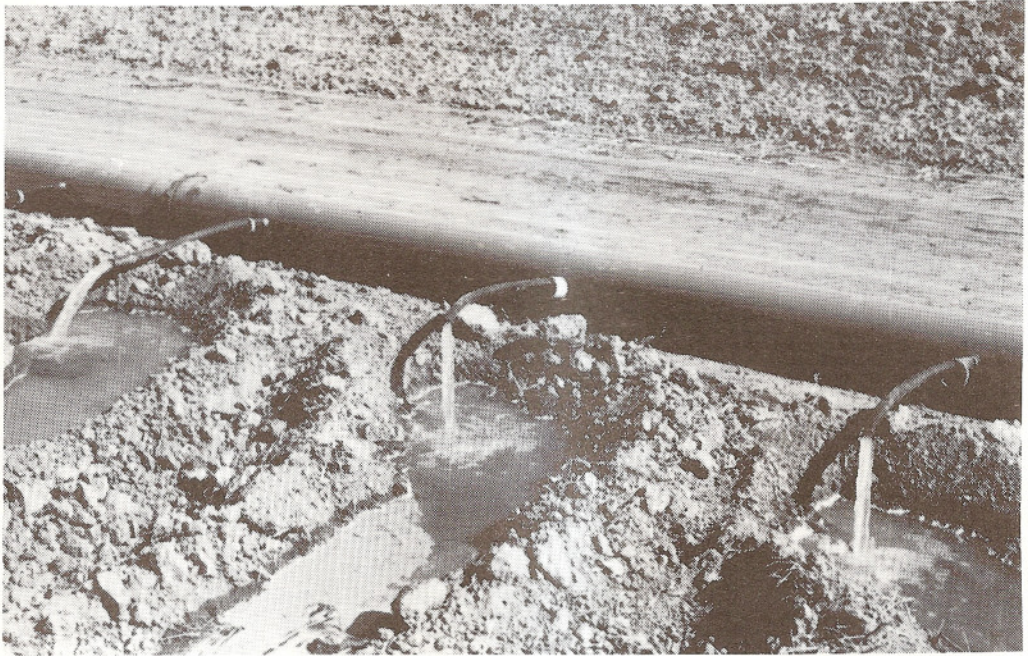
PHOTOGRAPHIE N° 6

Aménagement de la partie Amont des raies en vue d'irrigation



PHOTOGRAPHIE N° 7

Batterie d'orifices en fonctionnement



PHOTOGRAPHIE N° 8

Vue générale du système



PHOTOGRAPHIE N° 9

Orifice en fontionnement vue de près



PHOTOGRAPHIE N° 10

Aperçu sur l'avancement de front d'humectation

