

SITUATION DE LA RECHERCHE ET DU CHERCHEUR MAROCAIN DANS LE DOMAINE AGRONO- MIQUE

par M. Mohamed BESRI

professeur — Institut Agronomique et Vétéri-
naire Hassan II

RESUME

Pour le Maroc, le développement du secteur agricole doit obligatoirement passer par celui des capacités de la recherche agronomique nationale. Celle-ci doit être au service du développement. Actuellement, la recherche agronomique est effectuée par au moins 4 institutions : l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), les établissements d'enseignement supérieur universitaires et agronomiques, particulièrement l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, certaines administrations et organismes publics de développement, enfin des associations professionnelles directement concernées par la production. Les types de recherches conduites ainsi que les objectifs visés varient d'une institution à une autre.

Pour développer sa recherche agronomique, le Maroc considère ce secteur comme une activité scientifique et un instrument important de politique agricole. Aussi, le pays donne une attention particulière à la formation du chercheur. Cette formation commence d'abord par celle de l'étudiant et continue avec celle du chercheur. Au cours de sa scolarité, l'étudiant doit obligatoirement présenter un travail personnel de recherches originales, travail qui dure au moins une année et qui porte sur un sujet d'intérêt national. Même après sa sortie de l'école, la formation du jeune chercheur ou de l'enseignant-chercheur se poursuit par une formation de longue durée et par une formation permanente. La formation de longue durée aboutit généralement à l'obtention d'un doctorat Es-Sciences Agronomiques, délivré par l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Le sujet de recherches pour l'obtention de diplôme doit obligatoirement porter sur un problème d'intérêt national, posé par le développement agricole, et être traité entièrement au Maroc, ou en cas de besoin seulement, en partie dans une université ou centre de recherches étrangers.

La formation permanente est également indispensable pour améliorer le niveau scientifique du chercheur, de la qualité de la recherche et des résultats obtenus. A cet effet, de nombreux séminaires nationaux, des stages et des missions d'appui de spécialistes étrangers sont-ils régulièrement organisés. Mais le nombre de ces derniers est encore insuffisant. Cependant, malgré la volonté politique de vouloir accorder un intérêt particulier à la recherche et aux chercheurs, ces derniers affrontent de nombreux problèmes, parmi lesquels nous pouvons citer l'absence d'une politique globale de recherche, les nombreux inconvénients posés par les statuts du chercheur, l'insuffisance en nombre de chercheurs qui fait que ces derniers ne peuvent répondre à toutes les demandes et à tous les besoins du pays, les critères de sélection et de recrutement du chercheur. Les moyens matériels pour financer la recherche ou pour diffuser les résultats obtenus sont également insuffisants. Enfin, si plusieurs structures de coordination de la recherche dépendant de différents ministères (Agriculture, éducation nationale, plan etc...) ont été créés, particulièrement le centre national de coordination et de planification de la recherche scientifique et technique, ces structures de coordination ne sont pas encore en mesure de prendre des initiatives dans le domaine de la recherche agronomique.

La recherche est rentable si les résultats obtenus sont rapidement mis à la disposition de l'agriculteur. Or, au Maroc, si la recherche agronomique est effectuée par plusieurs structures, la vulgarisation est confiée à une entité totalement autonome, la direction de la vulgarisation et de la réforme agraire. Aucun lien structurel n'existe entre la recherche et la vulgarisation. Par conséquent, si de nombreux résultats sont disponibles, certains attendent depuis de nombreuses années d'être vulgarisés et mis à la disposition de l'agriculteur.

(1) Communication présentée lors du Congrès de la Fédération des Conseils arabes de la Recherche Scientifique (Damas : 14-16 mars 1987).

I. INTRODUCTION :

L'agriculture tient une place de choix dans l'économie nationale. Elle contribue pour 18 % au produit intérieur brut, fournit 45 % des emplois. Près de 56 % de la population est encore rurale. L'agriculture alimente près de 33 % des exportations mais représente 17 % de la valeur des importations marocaines. Les denrées alimentaires importées le sont essentiellement sous forme de produits de base comme le blé tendre, le sucre, les huiles végétales. Depuis l'indépendance du Maroc en 1956, l'agriculture est considérée comme le secteur clef du développement du pays. Ainsi, près d'un million d'hectares ont pu être irrigués grâce à l'édification d'une vingtaine de barrages, soit en moyenne près de 25.000 ha annuellement.

En ce qui concerne l'autosuffisance alimentaire, au lendemain de son indépendance par exemple, 96 % des besoins du pays en sucre étaient importés. Actuellement, le Maroc produit 62 % de ses besoins en cette denrée. Il en est de même pour d'autres produits. Cette progression du développement de l'agriculture marocaine n'aurait jamais pu se réaliser sans la **volonté politique** du pays qui a fait du développement du secteur agricole une priorité nationale. Cependant, les résultats obtenus sont encore bien en deçà des potentialités agricoles du Maroc. Nous illustrons ceci par trois exemples : les céréales, la tomate et les agrumes.

Sous nos conditions, les rendements de la tomate ont connu une évolution constante durant les dix dernières années. Ces rendements étaient en moyenne de 20 T/ha il y a 10 ans. Aujourd'hui, on peut enregistrer près de 100 T/ha dans certaines parcelles; mais ce rendement est encore nettement inférieur à celui obtenu dans certains pays européens comme la Hollande, pays où on peut obtenir près de 300 T/ha. Cette augmentation de la production et de la qualité est due essentiellement à l'introduction et à l'adaptation de nouveaux hybrides et variétés, à la mise au point de nouvelles techniques culturales, à l'introduction de tunnels plastiques et à la définition de calendriers de traitement précisant les pesticides à utiliser et les cadences de traitement.

Les rendements de nos vergers d'Agrumes sont actuellement de l'ordre de 20 T/ha, alors qu'ils atteignent 30 T/ha. Cette augmentation de 5 T/ha ne pourrait être possible qu'en vulgarisant et qu'en appliquant les résultats connus et actuellement disponibles de la recherche sur les techniques culturales, l'utilisation de nouveaux porte-greffes résistants/susceptibles de remplacer avantageusement le Bigaradier, la protection phytosanitaire contre les principaux ravageurs et maladies.

En 1960, le Maroc exportait des céréales. Actuellement, il importe près de 25 % de ses besoins chaque année. Des études récentes ont montré que le pays peut produire 112 millions de quintaux au lieu des 44 millions produits en année moyenne. Ce niveau ne peut être atteint que si les techniques culturales modernes, le choix et l'utilisation de semences certifiées, la lutte contre les maladies des plantes etc... sont utilisées. Aussi, de nombreuses recherches sont-elles encore nécessaires pour arriver à ce résultat.

II. LA RECHERCHE AGRONOMIQUE AU MAROC

A. Recherche et développement

Le monde agricole est un monde en constante évolution. De nouvelles variétés, de nouveaux produits et de nouvelles techniques permettant l'amélioration aussi bien quantitative que qualitative de la production agricole doivent être régulièrement proposés par les chercheurs. La mise au point de ces différents facteurs de développement agricole demande généralement de longues années de recherche et d'expérimentation dans différents domaines : amélioration des plantes, amélioration des techniques culturales, protection des cultures, amélioration des techniques de transport et de conservation. Pour toute spéculation, les recherches portent à la fois sur ces différents aspects. Le généticien travaille quotidiennement à la création d'une nouvelle variété plus productive, plus résistante aux maladies, plus adaptée aux conditions locales. L'agronome met au point et précise différentes techniques culturales permettant, pour une variété donnée, d'obtenir un rendement maximum :

labours, semis, plantation, taille, fertilisation, etc... Le phytiateur veille au bon état phytosanitaire de la culture en étudiant la biologie des agents pathogènes, des ravageurs et des compétiteurs, et en mettant au point des méthodes de lutte adéquates. Enfin, d'autres chercheurs étudient les différentes méthodes de transport et de conservation des produits végétaux permettant de réduire au maximum les pertes.

Le développement agricole passe donc par deux séries de techniques : les techniques qui font que la production augmente et les techniques qui font que ce qui est produit nous reste. La recherche de ces techniques doit par conséquent être conduite parallèlement. En effet, obtenir une semence de bonne qualité, choisir les techniques culturales les plus sophistiquées n'aurait aucun effet sur l'augmentation de la production agricole si la culture est laissée par exemple sans protection.

Le développement agricole d'un pays doit donc obligatoirement passer par celui des capacités de la recherche agricole nationale. Celle-ci doit être au service du développement. Pour atteindre cet objectif, la recherche agricole doit être considérée à la fois comme une **activité scientifique** et un **instrument de politique** agricole. Elle doit également avoir le **support politique** du pays. Ce sont là les 3 conditions nécessaires et indispensables pour réussir un développement agricole.

B. Les structures de recherches

L'organisation de la recherche agronomique varie d'un pays à l'autre. La recherche agronomique au Maroc est effectuée par au moins 4 institutions : l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), les établissements d'enseignement supérieur, universitaires et agronomiques, certaines administrations et organismes publics de développement, enfin des associations professionnelles directement concernées par la production.

1. L'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)

Au Maroc, l'INRA est la seule institution publique marocaine chargée et spécialisée dans la recherche agronomique. L'INRA a été créée en 1919. Il possède 78 stations de recherches expérimentales, emploie près de 2.300 travailleurs permanents dont 228 chercheurs dans toutes les spécialités. Des résultats extrêmement encourageants ont été obtenus par cette institution, aussi bien dans les domaines des productions animales que végétales.

2. Les établissements d'enseignement supérieur, universitaires et agronomiques

Pour ces établissements, la recherche constitue une activité normale et indispensable à la qualité de l'enseignement. Ils dépendent soit du ministère de l'éducation nationale (Facultés des Sciences, Ecoles normales Supérieures etc...), soit du ministère de l'agriculture (formation agronomique).

a— Etablissement d'enseignement supérieur universitaire

Quelques Facultés des Sciences entreprennent des programmes de recherches agronomiques seules ou en collaboration avec les établissements d'enseignement supérieur agronomique ou avec l'Institut National de la Recherche Agronomique. Dans le cas d'une telle collaboration, des étudiants ou enseignants par exemple, quoiqu'inscrits dans les Facultés des Sciences, effectuent leurs recherches dans les laboratoires des instituts agronomiques et sont encadrés par les professeurs ou les chercheurs de ces instituts. Cependant, l'importance des recherches agronomiques dans les différentes Facultés des Sciences marocaines est extrêmement faible par rapport à l'importance des autres types de recherches conduites dans ces établissements.

b— Etablissements d'enseignement supérieur agronomique

Ces établissements concentrent un nombre élevé de cadres de haut niveau qui participent à l'effort national de recherche agronomique. Le plus ancien d'entre eux est l'Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès. Le plus important est l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, basé à Rabat avec une antenne à Agadir. Cet Institut créé en 1966, compte 330 enseignants-chercheurs d'un niveau au moins égal à celui d'ingénieur d'état (Master). Cet institut peut être considéré comme une véritable université des sciences agronomiques puisque toutes les disciplines des sciences agricoles y sont enseignées : Agronomie, médecine vétérinaire, hydraulique et aménagement de l'espace rural, topographie et géodésie, technologie, économie alimentaire et nutrition humaine, machinisme agricole, horticulture et phytologie, halieutique, aménagement des espaces verts etc... Ainsi, de part la diversité des filières de formation qu'il abrite, l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II constitue en quelque sorte, l'Université des Sciences et Techniques de l'Agriculture, de la Médecine Vétérinaire et de l'Agro-industrie de notre pays.

L'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II s'est fixé trois objectifs : Formation de scientifiques, amélioration des connaissances par la recherche, enfin participation aux actions de développement. Pour répondre à ces objectifs, les enseignants-chercheurs de cet établissement n'entreprennent des thèmes de recherches que s'ils ont un impact direct sur le développement agricole du pays et consacrent près de 50 à 60 % de leur temps à la recherche et aux actions de développement.

3. Les Administrations et organismes publics de développement

Certaines administrations et organismes publics de développement dépendant du ministère de l'Agriculture réalisent directement des activités de recherches ou d'expérimentation lorsqu'elles ont à gérer des projets de développement intégrés dont certains comprennent une composante recherche : choix des cultures, méthodes culturelles, introduction de nouvelles variétés etc...

Ces administrations et organismes publics introduisent une composante recherche dans leur projet de développement lorsqu'il s'agit de répondre à des problèmes non couverts par la recherche agronomique et dont les délais qui, de leur point de vue, ne peuvent être respectés par les structures de recherches officielles.

Cependant, de plus en plus, ces administrations s'adressent aux institutions d'enseignement et de recherches pour des problèmes qu'ils ne peuvent eux-même résoudre. Ainsi, de nombreux projets de développement ont été confiés à des enseignants chercheurs de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II pour être réalisés. Ces projets sont financés par l'administration intéressée, l'Institut Agronomique agissant ainsi comme un bureau d'études.

4. Associations professionnelles et organismes semi-étatiques ou privés

Quelques associations professionnelles, (Association de producteurs d'agrumes, de primeurs etc...) des sociétés de développement agricole chargés de la production ou de la commercialisation de produits végétaux, des agriculteurs privés etc... sont également actifs dans la recherche et l'expérimentation. Ils le sont en tant qu'utilisateurs ayant des besoins opérationnels immédiats. C'est ainsi que grâce en partie au dynamisme du secteur agricole privé que de nombreuses innovations ont été introduites au Maroc : nouvelles variétés de cultures maraichères; arbres fruitiers etc... Introduction de nouvelles cultures et

de nouvelles techniques culturales (culturales florales, bananes sous serre etc...). Cependant, ces organismes professionnels font davantage de l'expérimentation que de la recherche. Ils se heurtent quotidiennement à des problèmes pratiques (Techniques d'irrigation, fumure, traitements phytosanitaires etc...) qu'ils ne peuvent résoudre qu'en s'adressant et en travaillant avec les structures organisées de recherches (INRA et établissements d'enseignement supérieurs).

C. Politique de formation du chercheur

Toute structure de recherche désirant contribuer au développement agricole du pays doit être consciente de ses responsabilités qui sont au nombre de trois : formation de jeunes scientifiques, avancement des connaissances par la recherche, enfin, diffusion et vulgarisation des résultats obtenus. L'importance relative de chacune de ces fonctions ainsi que de leur coordination varie d'un pays à un autre, et au sein d'un même pays d'une structure à une autre. Nous nous limiterons dans ce qui va suivre, uniquement à la description du système adopté par le Maroc, pour la formation scientifique des étudiants et des chercheurs dans le domaine agronomique.

1. Formation de l'étudiant par et pour la recherche

Si la recherche agricole s'est considérablement développée et constitue actuellement une des principales activités de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, c'est que, dès la création de l'établissement, la recherche a été considérée comme faisant partie intégrante du programme de formation. En effet, près de 20 % du temps consacré à la formation du jeune ingénieur est réservé à une recherche personnelle. L'étudiant doit obligatoirement, à la fin de sa scolarité, présenter un travail de recherches personnelles. Ainsi, près de 450 thèses touchant toutes les spécialisations agronomiques sont annuellement présentées à l'Institut.

La maturité et l'ardeur des étudiants et le temps consacré à ce travail (près d'un an) garantissent une qualité qui est d'autant plus élevée que le thème choisi vise généralement à résoudre un problème concret se posant au développement agricole. Toutes ces conditions font des thèses un temps fort et décisif dans la formation des ingénieurs et des vétérinaires, une activité privilégiée pour l'apprentissage au travail personnel, à l'esprit d'initiative, à la réflexion scientifique et aussi à l'expression écrite et orale.

2. Formation du chercheur

a— Formation de longue durée

Dans la plupart des universités des pays développés, les programmes de recherches sont tellement sophistiqués et orientés qu'ils n'ont souvent rien à voir avec les problèmes spécifiques des pays du Tiers-Monde. Or, jusqu'à présent, la plupart des pays en voie de développement ont formé leurs scientifiques à l'étranger. De retour au pays avec les plus hauts diplômes, ils trouvent des difficultés à s'adapter aux situations locales. Plusieurs d'entre eux, souvent par une inaptitude à s'adapter aux réalités locales ou par ignorance des problèmes concrets du pays, tentent de continuer les recherches déjà entreprises dans les universités étrangères et demandent par conséquent des moyens et des facilités qu'ils ne pourront jamais obtenir ni entretenir.

La politique de formation de l'enseignant-chercheur dans le domaine agronomique adoptée par le Maroc a permis de résoudre ce problème. Elle concilie à la fois le souci d'une formation scientifique supérieure à l'étranger et celui de réaliser toutes les recherches dans les conditions marocaines. Après son recrutement, le jeune enseignant-chercheur est intégré dans un département. Il se familiarise alors avec les problèmes pédagogiques, de recherches et de développement. Il commence également un programme de recherches d'intérêt national.

Après deux années, il peut demander à partir en stage dans une université étrangère. Celle-ci est choisie en fonction de l'orientation que le département souhaite donner au jeune cadre. Pendant son séjour à l'étranger, séjour qui ne peut excéder 2 années, l'enseignant suit des cours approfondis, se familiarise avec de nouvelles techniques et avance ses recherches scientifiques et bibliographiques. Il retourne ensuite au Maroc pour y continuer son travail. Il doit trouver les moyens pour renforcer l'équipement de son laboratoire, encadrer des étudiants, rédiger et soutenir sa thèse de Doctorat Es-Sciences Agronomiques délivrée par l'Institut. Afin de garantir le niveau international de cette thèse, un jury international composé de personnalités connues dans le domaine est réuni.

Jusqu'à présent, une trentaine de thèses de doctorat es-sciences agronomiques ont été soutenues. Le même titre est délivré aux enseignants de toutes les filières de formation de l'Institut.

L'Institut National de la Recherche Agronomique adopte également une politique de formation similaire pour ses chercheurs.

b— Formation permanente

La formation permanente est indispensable pour améliorer le niveau scientifique des chercheurs et la qualité des recherches et de leurs résultats. A cet effet, de nombreux séminaires nationaux, des stages et des missions d'appui de spécialistes étrangers sont régulièrement organisés.

— Organisation de séminaire nationaux.

Ces séminaires sont régulièrement organisés par l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, l'INRA, les Associations Nationales de Développement Rural (ANAPPAV, ANPA, ANAFID, AMSOL), les différentes structures du ministère de l'Agriculture etc... Ces séminaires ont pour objectif, d'une part, l'enrichissement mutuel des participants, d'autre part une meilleure perception des besoins de recherches de nature à permettre la préparation plus approfondie des programmes de recherches.

— Stages de courte durée à l'étranger.

Ces stages sont organisés individuellement sur des problèmes scientifiques et techniques aussi bien pour les chercheurs, les adjoints techniques que pour les administrateurs, gestionnaires de la recherche.

— Missions d'appui de spécialistes étrangers.

Ces missions sont généralement organisées sur des thèmes très précis, scientifiques ou organisationnels.

II. PROBLEMES DE LA RECHERCHE ET DU CHERCHEUR

Les problèmes rencontrés par la recherche et par le chercheur sont multiples. Nous passerons en revue les plus importants.

A. Définition d'une politique générale de recherche.

Une certaine liberté est donnée aux chercheurs dans le choix des thèmes de recherches. Il n'existe actuellement, dans tous les établissements s'occupant de la recherche agricole, aucune politique générale ou orientation de la recherche à long terme. Cependant, nous assistons à une prise de conscience générale de l'importance à donner aux problèmes de développement rural nécessitant des recherches pluridisciplinaires, sans pour autant négliger les recherches monodisciplinaires.

1. Recherches monodisciplinaires

Dans certains départements, les recherches sont déterminées par des individus, en l'absence de toute concertation avec leurs collègues, donc de toute définition préalable d'une stratégie collective

et concertée de recherches. Cependant, ces travaux quoiqu'ayant toujours le caractère de réponse monodisciplinaire à des questions précises posées par les organismes régionaux de développement, ont l'inconvénient d'entraîner parfois l'éclatement d'un même département et la coexistence en son sein de différents projets de recherches conçus séparément. Le choix de thèmes de recherches monodisciplinaires s'expliquent également par la réponse dans les unités concernées, de chercheurs qui ont sensiblement les mêmes niveaux de formation, d'expérience et une certaine maturité scientifique les poussant à revendiquer leur autonomie au sein de leur département, autonomie qui provoque aussi souvent leur isolement.

Cependant, cette phase se rencontre généralement lors de la préparation d'un doctorat. Une fois ce diplôme obtenu, le chercheur s'associe, avec un ou plusieurs collègues du même département ou de départements différents pour développer et réaliser un programme de recherches pluridisciplinaire.

2. Recherches pluridisciplinaires

Après cette première phase de recherches monodisciplinaires, nous assistons actuellement à un développement de plus en plus important de recherches pluridisciplinaires. En effet, la complexité des réalités agricoles et rurales ont appelé des collaborations de plus en plus largement pluridisciplinaires, associant des chercheurs, des étudiants, des techniciens etc..., appartenant à différents départements et même à différentes institutions. Elles touchent les productions animales, l'agronomie, les sciences sociales etc... Les collaborations sont relativement récentes, mais ceci est tout à fait normal car la pluridisciplinarité est plus facilement et plus efficacement pratiquée par des scientifiques de plus grande maturité et expérience qu'il fallait d'abord adquerir.

Au sein de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II a été créée une direction de développement. L'objet de cet organe est de promouvoir des recherches pratiques, interdisciplinaires afin de chercher des réponses aux problèmes du développement rural.

Les projets sont des opérations de recherches, d'études, d'expérimentations ou d'actions limitées, financées par des organismes nationaux ou internationaux comme la FAO, le PNUD, l'UNICEF, l'UNESCO, L'USAID etc... Les études sont réalisées soit pour le Maroc soit pour l'étranger.

L'Institut National de la Recherche Agronomique s'est également engagé dans cette voie en

signant des conventions avec différentes institutions du ministère de l'Agriculture.

B. Le statut du chercheur

Comme nous l'avons déjà souligné, la recherche doit être considérée comme une activité scientifique, un instrument de politique agricole et doit avoir le support politique. Aussi, les fonctions, les attributions et des modalités de l'avancement du chercheur sont elles actuellement réglementées par un statut.

La recherche dans le domaine agronomique étant conduite essentiellement par l'Institut National de la Recherche Agronomique et par les établissements d'enseignement supérieur agronomique, nous nous proposons de présenter brièvement leurs statuts ainsi que les inconvénients de ceux-ci.

1. Statut de l'enseignant-chercheur

a— Présentation du statut

La situation de l'enseignant-chercheur est réglementée depuis 1973 par l'existence d'un statut qui est commun à tous les établissements d'enseignement supérieur dépendant du ministère de l'éducation nationale ou d'autres ministères. L'enseignant-chercheur, pour progresser dans sa carrière, doit obligatoirement entreprendre des recherches afin d'obtenir un doctorat.

Ce système de promotion de l'enseignant-chercheur présente de nombreux et graves inconvénients.

b— Inconvénients du Statut

— Désintéressement aux activités pédagogiques.

La promotion devient la préoccupation majeure des jeunes enseignants, essentiellement parce qu'elle procure un accroissement de salaire de 20 à 30 %. Or, comme nous l'avons déjà souligné, la voie la plus rapide pour obtenir le doctorat consiste après les deux années de présence minima à l'Institut, à partir à l'étranger pour deux années et à revenir avec une thèse largement entamée, même si elle porte sur un problème de développement de l'agriculture marocaine.

Aussi, entre le moment de son recrutement et l'obtention du doctorat es Sciences Agronomiques, tout le comportement du jeune enseignant-chercheur est conditionné par le souci d'obtenir, le plus rapidement possible le doctorat Es-Sciences Agronomiques. Pendant cet intervalle du temps, le jeune enseignant participe faiblement à la vie col-

lective du département et de l'Institut, montre une certaine réticence face aux activités de formation et également peu d'intérêt pour toute rénovation pédagogique.

— Choix du sujet de Doctorat

Les sujets de thèses portent obligatoirement sur des problèmes marocains et doivent être définis avant le départ à l'étranger. Cependant dans la pratique, ces sujets sont souvent plus ou moins modifiés en fonction des possibilités d'appui et des intérêts scientifiques des laboratoires d'accueil.

— Promotion par la recherche.

Une thèse de doctorat, si elle atteste la valeur scientifique d'un enseignant, n'a aucune signification sur sa valeur pédagogique, sur sa capacité à intéresser, motiver les étudiants, à leur faire acquérir non seulement des connaissances, mais surtout des comportements face aux réalités.

— Début ou fin de la carrière scientifique.

L'obtention de ce diplôme peut être le point de départ d'une nouvelle carrière scientifique pour certains enseignants et la fin de celle-ci pour d'autres. En effet, une fois en possession du doctorat Es Sciences Agronomiques, tout enseignant-chercheur, peut uniquement avec le temps, devenir professeur.

Aussi, trouvons-nous actuellement des professeurs ayant des diplômes et des titres impressionnants, ayant suivi une partie de leur formation dans de célèbres universités européenne, américaines ou autres, mais une fois leur doctorat obtenu, ils s'enferment dans une « tour d'ivoire », deviennent improductif, et même inintéressés par la recherche. Parfois, même s'ils le sont, ils s'éloignent des problèmes concrets posés par le développement agricole. Il n'existe donc pour le moment aucun moyen pour écarter les professeurs non motivés et encourager ceux qui le sont. Leur carrière se déroule de la même manière et suivant le même rythme.

— Niveaux de salaire

Les niveaux de salaire des enseignants-chercheurs comme dans les autres établissements d'enseignement supérieure sont bas. Ils demandent à être augmentés afin de mettre en compétition la formation et la recherche avec le secteur privé, et de donner une certaine dignité à l'enseignant. Chacun sait qu'aucun enseignant-chercheur n'intègre l'université pour devenir riche. Il y a d'autres satisfactions qui ne peuvent absolument pas être évaluées (publications, reconnaissance tant sur le plan national, qu'international, adhésion à des sociétés, participation à des congrès etc...).

Cependant, afin que les universités agricoles puissent avoir davantage d'impact sur le développement agricole, il est nécessaire de revoir le système de rémunération des enseignants-chercheurs.

C. Besoins, sélection et insertion des jeunes chercheurs

1. Besoins

Les besoins en chercheurs agronomes sont considérables. Les chercheurs n'arrivent pas à répondre à toutes les demandes et à tous les besoins du pays. Ainsi, et comme nous l'avons déjà dit, de nombreuses sociétés de développement, contraintes d'obtenir des résultats rapides, ont créé leurs propres services d'expérimentation pour conduire les recherches expérimentales indispensables à leurs objectifs de développement immédiats. Les besoins en chercheurs sont pour le moment difficile à estimer, mais on les estime à moyen terme à près de 200 chercheurs supplémentaires (150 pour l'Institut National de la Recherche Agronomique et 50 pour l'I.A.V. Hassan II). Certaines disciplines sont assez bien pourvues, d'autres parmi lesquelles l'économie, la sociologie rurale et certaines productions végétales et animales présentent des carences évidentes.

Cependant, malgré ce besoins considérable, nous assistons depuis ces dernières années, et ceci pour des raisons économiques, à une très forte diminution des recrutements par les institutions chargées de la recherche agronomique. Cependant, cette situation n'est pas propre au secteur de l'agriculture, mais elle est générale à tous les secteurs.

2. Sélection

A la sortie de l'école, tout ingénieur, aussi brillant soit-il, ne peut forcément donner un bon chercheur. Aussi, la sélection du jeune chercheur ne peut se faire correctement qu'en liaison étroite avec l'enseignement supérieur. Seuls des enseignants, ayant une certaine pratique et expérience de la recherche, paraissent vraiment aptes à repérer et à drainer vers les autres structures de recherches de bons éléments qui ne sont pas forcément les meilleurs selon les critères traditionnels de l'enseignement (imagination, patience, modestie etc...).

Malheureusement, quoique certaines institutions de recherches aient pris l'habitude d'inviter des enseignants pour décider ou non du recrutement de chercheurs, d'autres continuent à se baser, pour ces recrutements, sur les perfor-

mances universitaires de l'étudiant (notes obtenues, classement, sujet de thèse) ou sur d'autres critères.

3. Insertion des jeunes chercheurs

Un jeune diplômé n'est pas immédiatement opérationnel. Il est donc dangereux de l'affecter, dès sa sortie de l'école au poste pour lequel il a été prévu, s'il ne doit pas y bénéficier de bonnes conditions d'encadrement scientifique et de travail en général. Aussi, il est souhaitable de prévoir pour les jeunes chercheurs des séjours d'au moins deux ans dans des équipes déjà bien étoffées, où ils devraient approfondir une formation disciplinaire, mettant l'action sur l'acquisition de méthodologies. Après seulement, ils rejoindraient leur affectation et pourraient participer à des recherches pluridisciplinaires avec quelque efficacité.

Dans nos structures actuelles de recherches, et particulièrement parmi les plus récentes, le schéma décrit pour l'insertion du jeune chercheur n'est pas toujours appliqué. Il arrive malheureusement et assez souvent, que le jeune chercheur soit affecté à un poste de responsabilité scientifique (chef de station de recherches, responsable d'un projet etc...) pour lequel il n'a nullement été préparé. Il se trouve ainsi livré à lui-même, devient improductif et commence à se désintéresser du travail pour lequel il a été recruté, c'est-à-dire la recherche.

II. STATUT DU CHERCHEUR DE L'INRA.

Jusqu'en 1985, l'Institut National de la Recherche Agronomique n'avait pas de statut propre. Les chercheurs y travaillant avaient le même statut que tout ingénieur travaillant au sein du ministère de l'agriculture. Leurs carrières n'étaient pas conditionnées par leurs résultats scientifiques mais uniquement par leur ancienneté.

Cette absence de statut a donc entraîné une instabilité du personnel scientifique et technique. De 1963 à 1975 par exemple, on a observé 112 recrutements et 53 départs avec des durées de séjour excédant rarement cinq ans. Les plus expérimentés, attirés par d'autres secteurs quittent ainsi régulièrement la recherche agronomique. Cette situation a conduit à une pyramide des âges très déséquilibrée, caractérisée par un excès de jeunes chercheurs et par la rareté des ingénieurs expérimentés.

Depuis 1985, la carrière du chercheur de l'INRA est régie par un statut. Ce statut présente un pas en avant considérable dans la mesure où il s'est efforcé de résoudre les principaux inconvé-

nients du statut général de la fonction publique, avec l'établissement de grilles de salaires et de primes, la proposition de règles spécifiques d'admission et de promotion.

Cependant, ce statut présente de nombreux inconvénients : trop grand nombre de grades, nombre exagéré d'épreuves que les chercheurs auraient à subir au long de leur carrière etc...

A. Les moyens matériels

1. Financement de la recherche

Les dépenses totales de recherches agronomiques au Maroc ne représentent en première approximation qu'environ 0,4 % de la valeur du produit agricole brut. Elles représentent un effort modeste, inférieur à la moyenne observée dans la moyenne des pays du Tiers-Monde (de l'ordre de 0,5 %) et bien au dessous du taux de 1 % habituellement recommandé par les grandes institutions internationales.

La recherche agronomique en général, ne disposant que de moyens très limités, tant humains que financiers ne peut par conséquent pas répondre dans des délais relativement courts aux sollicitations des organismes de développement et des agriculteurs. Cette situation aboutit, en l'absence de toute politique et orientation de recherche, à la multiplicité des objectifs, des programmes et la dispersion des efforts de recherches, à des déficiences inévitables dans certains secteurs de production, à l'impossibilité de répondre à toutes les sollicitations.

Aussi, afin de résoudre leurs problèmes matériels, de nombreux départements se sont tournés vers le financement extérieur : contrat de recherches avec des organismes privés ou publics, bourses de recherches d'organismes internationaux, programmes de recherches en commun avec des pays occidentaux etc...

Ainsi, le financement de la recherche agronomique et vétérinaire Hassan II est assuré pour près de 60 % par la coopération nationale et internationale. Cependant, cette situation pourrait être dangereuse dans l'avenir, puisqu'elle met la recherche agronomique marocaine dépendante, pour une bonne partie d'un financement extérieur.

2. Diffusion des résultats

La diffusion des résultats de recherches se fait par de nombreux canaux et sous diverses formes.

a— Utilisation directe

Les résultats obtenus à la suite d'une étude

commanditée par un organisme de développement sont directement utilisés. C'est sans doute la forme de diffusion la plus efficace.

b— Séminaires et colloques nationaux

Ces séminaires organisés par l'INRA, l'I.A.V. Hassan II, par les associations nationales de développement rural (ANAPPAV, ANPA, ANAFID, AMSOL, FANDER), par les organismes de développement etc.... constituent actuellement la forme de diffusion des résultats de recherches la plus large. Ces manifestations permettent aux enseignants-chercheurs et aux chercheurs, de présenter leurs travaux et donnent lieu à des échanges souvent animés et intéressants tant pour les chercheurs que pour les praticiens.

C— Publications

Les travaux des chercheurs sont publiés ; dans des revues nationales éditées par l'Institut Nationale de la Recherche Agronomique (Al Awamia, les cahiers de la recherche agronomique), par l'I.A.V. Hassan II (Actes de l'I.A.V. Hassan II), par l'Ecole d'Agriculture de Meknès (Bulletin de l'ENA) ou par les associations nationales de développement rural (Hommes, terres et eaux). Ces journaux, quoique certains, particulièrement les deux premiers cités, paraissent irrégulièrement, constituent un outil de diffusion des résultats important...

De même, de nombreux chercheurs publient dans des revues scientifiques d'audience internationale.

B— Coordination de la recherche

L'existence d'un tel système national de recherches agronomiques, système que nous venons de décrire, pose deux problèmes.

1. Circulation de l'information

La circulation de l'information est insuffisante. Si elle était plus effective, il est probable que bien des doubles emplois seraient évités. De même, les informations recherchées par certaines structures ont déjà pu être acquises dans le passé, mais restent peu accessibles à des cadres souvent nouveaux.

2. Coordination des différentes institutions

En principe, cette fonction devrait être assurée, pour les établissements d'enseignement agricole, par la Direction de l'enseignement agricole et de la recherche du ministère de l'Agriculture, et pour les établissements d'enseignement

supérieur, par la direction de la recherche dépendant du ministère de l'éducation nationale. En fait, ces deux directions ne sont pas encore organisées pour assumer des responsabilités au niveau de la recherche.

Il existe également un centre national de coordination et de planification de la recherche scientifique et technique (CNCPRST), lié au ministère du Plan, et chargé de promouvoir et de coordonner l'ensemble des recherches réalisées au Maroc dans tous les domaines. Cet organisme est actuellement très sollicité, mais il n'est pas encore en mesure de prendre des initiatives dans le domaine de la recherche agronomique.

Le problème de coordination des recherches reste donc entièrement à résoudre.

B. Liaison Recherche-vulgarisation

Dans certains pays, la recherche et la vulgarisation des résultats de la recherche appartiennent à la même structure, ce qui permet une diffusion et une utilisation immédiate des résultats obtenus dans les laboratoires et dans les stations expérimentales. Au Maroc, et comme nous l'avons déjà souligné, la recherche agronomique est effectuée par plusieurs structures dont les activités ne sont pas encore coordonnées. Quant à la vulgarisation, elle est confiée à une entité autonome, la direction de la vulgarisation et de la réforme agraire. Or, actuellement, aucun lien structurel et institutionnel n'existe entre les organismes de recherches et la direction de la vulgarisation. Par conséquent, si de nombreux résultats de recherches sont disponibles (nouvelles variétés, techniques culturales, fumure etc...) et attendent d'être mis à la disposition de l'agriculture, ceux-ci ne le sont pas à cause de l'absence quasi totale de liaison entre les organismes de recherches et l'entité responsable de la vulgarisation.

Or, une des plus grandes satisfactions du chercheur est de voir ses résultats rapidement mis à la disposition de l'agriculteur. Sans cette vulgarisation, toute recherche serait par conséquent non rentable et le chercheur continuerait à travailler pour la recherche et non pour le développement rural. Des propositions concrètes pour diffuser et rentabiliser rapidement les résultats de recherches sont actuellement à l'étude, propositions que nous espérons voir aboutir.

BESRI M., 1987. Le système des stages à l'Institut agronomique et Vétérinaire Hassan II : un système de formation des étudiants aux réalités, contraintes et pratiques du développement rural — FAO-TARD Bulletin (Under press).

CASAS J. et J. BAEZA, 1980. L'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II ou les promesses de la pédagogie du réel. DAA-FAO, 105 pp.

FIRDAWCY L., 1979. Un système de formation intégrée des cadres de l'Agriculture : cas du Maroc. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, 17 pp.

ISNAR, 1984. L'Institut National de la Recherche Agronomique au Maroc, bilan et perspectives volume I et II, La Haye, Pays Bas.

ISNAR, 1985. Potentials for strengthening in National agricultural research. The Hague, Netherlands.

ISNAR, 1986. Considérations pour le développement des capacités de recherche agricole nationale en soutien du développement Agricole, La Haye, Pays-Bas, 22 pp.

ISNAR, 1987. Working to strengthen national agricultural research systems. ISNAR and its strategy, The Hague, Netherlands.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anonyme 1976. Perspectives de la Recherche Agronomique en Afrique. National Academy of sciences, Washington DC. 239 pp.

Anonyme 1986. Plan directeur de la vulgarisation agricole. Situation actuelle de la vulgarisation agricole. Ministère de l'Agriculture et de la réforme agraire, 86 pp.

Anonyme 1977. Séminaire sur la Recherche à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, 18 pp.

BESRI M. 1984. The role of the Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary medicine in National Agricultural Research. Proceedings of the workshop on « Potentials for strengthening management in National Agricultural Research ». Amman, October 1984, International service for national Agricultural Research (ISNAR), 63 pp, 54-56.

BESRI M., 1986. Fonctionnement de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II et organisation des activités pédagogiques et de recherches. Communication présentée lors du séminaire de réflexion sur l'Institut National du Développement rural et sur la formation agricole au Sénégal (Thiès, 17-19 avril).

CONSULTATION - PLANIFICATION - RÉALISATION DE PROJETS DE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ET RURAL

Nos activités englobent :

organisation et financement des exploitations agricoles

développement rural intégré

production végétale

production animale

amélioration du sol
(fertilisation et irrigation)

conditionnement et transformation des produits agricoles; stockage



Nous offrons une équipe hautement qualifiée et dotée d'une grande expérience à l'étranger pour des travaux conceptionnels et pratiques. Nous avons exécutés et planifiés nombreux projets agricoles en Afrique.



PROGRAMMATION PAR OBJECTIFS : CAS DE L'ARIDOCULTURE

par M. Kamel, et D. Watts*

Introduction

Le secteur agricole dispose d'environ 7,8 millions d'hectares dans 48 % environ sont situés en zones semi-aride et aride; celles-ci produisent près du tiers de la production des céréales et représentent 37 % du potentiel de la production céréalière du Maroc.

Cependant la production dans les zones est instable et insuffisante pour cause des aléas climatiques tant de point de vue insuffisance des pluies que de la variabilité inter-annuelle de la pluviométrie, en plus des effets néfastes des hautes températures en fin du cycle.

Dans ces conditions caractérisées le plus souvent par une variabilité imprévisible des conditions écologiques, les agriculteurs ont traditionnellement développé une panoplie de stratégies visant en premier lieu la survie en situation aléatoire (1).

Cependant, afin que les zones semi-aride et aride jouent pleinement leur rôle dans la stratégie des besoins alimentaires du pays, il s'avère nécessaire de développer de nouvelles réflexions sur les stratégies à mener en matière de recherche pour stabiliser la production céréalière dans ces zones.

Les objectifs du programme

C'est dans ce sens que l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) a entamé un programme de recherche appliquée en Aridoculture (200-400 mm) et dont les objectifs spécifiques sont :

1. L'adaptation de technologie moderne et appropriée visant à augmenter et stabiliser la production des céréales, fourrages et légumineuses;
2. La formation de chercheurs Marocains pour le développement des projets multidisciplinaires et assurer le transfert des technologies mises au point;
3. Le développement d'équipement et d'outils agricoles adaptés aux conditions locales;
4. Développer les infrastructures adéquates de recherche.

Stratégie de recherche

Il est bien évident que lorsque le facteur le plus limitant est l'eau (cas des zones ariées), le programme doit être basé sur l'identification et le développement de techniques en premier lieu la conservation de l'eau dans le sol ou la maximisation de l'efficacité de son utilisation. Ceci ne doit pas nécessairement exclure d'autres problèmes de recherches, mais à ce stade, cet aspect est plutôt prioritaire.

La conservation de l'eau est faite à travers le contrôle des mauvaises herbes entrant en compétition avec la culture, à travers la réduction des pertes en eau durant la préparation du sol, en utilisant les pratiques culturales permettant le stockage de cette eau dans le sol et minimiser son évaporation. L'efficacité hydrique peut être maximisée à travers l'adaptation du cycle de la plante au cycle des pluies ou en cultivant la plante durant la période où l'évapotranspiration est minimale (cas du pois-chiche d'hiver), à travers également la sélection de variétés ou espèces nouvelles (Triticales) résistantes aux parasites, cécidomye notamment, et permettant un gain de rendement appréciable par unité d'eau utilisée.

Enfin, le développement et l'adaptation de la mécanisation appropriée, notamment à faible puissance constitue un autre aspect prioritaire de ce programme.

Ceci, au niveau de l'exploitation, les cultures et pratiques culturales sont rarement individualisées. Mais on a à faire à une intégration de systèmes; dès lors, notre programme s'efforce d'avoir une approche globale intégrant la céréaliculture avec d'autres cultures (fourrages, légumineuses, maïs) et à un niveau supérieur les systèmes de cultures aux systèmes de production animale.

Dans ce sens, le diagnostic des contraintes agro-économiques et sociales, l'étude de l'adaptabilité des innovations dans les exploitations, l'étude des risques économiques en situation aléatoires, permettraient la préparation de l'étape suivante relative au « transfert des technologies » chez les

(*) M. KAMEL : Chef du Centre Régional INRA — B.P. 290 — SETTAT D. WATTS : Chef d'Equipe MIAC — SETTAT.

agriculteurs.

A un niveau de stress climatique plus sévère, nous passons à l'écosystème où l'animal devient la composante dominante. A cet effet, il est envisagé dans une étape ultérieure de développer des recherches sur les parcours.

Principes de la programmation

Pour accomplir ces missions, il est donc impératif de développer un programme cohérent dans lequel les tâches et les activités de recherches soient bien définies.

Dans ce sens, les recherches ont été organisées selon la méthode dite « Programmation par objectifs ». Cette méthode basée sur les recommandations de l'ISNAR, vise à organiser les thèmes de recherches en projet multidisciplinaires liés à des problèmes spécifiques posés par l'agriculture.

Il est également prévu que c'est sur la base de reconnaissance de ces programmes que sera faite l'organisation des unités de recherches, à la fois sur le plan scientifique, fonctionnel et financier.

Selon la convention proposée par l'ISNAR (2) :

— Un programme se définit comme un ensemble cohérent d'opérations de recherche qui s'agencent entre elles de façon complémentaires pour concourir à l'obtention de « produits » utilisables par le développement ou de « résultats » de recherche de base;

— Une opération de recherche constitue l'unité de mise en œuvre à l'intérieur de programme; en principe elle correspond à l'activité reliée à une discipline donnée et dont le chercheur assume la responsabilité.

La durée d'un programme de recherche dépend de la nature des problèmes traités. Les programmes s'inscrivent généralement dans le moyen ou le long terme. Par contre, les opérations sont normalement de durée plus limitée.

Une fois ces éléments de base sont identifiés, une étape ultérieure à considérer serait l'évaluation périodique tant sur le plan scientifique que financier des programmes, selon une procédure cyclique qui associe les chercheurs, les responsables et les utilisateurs de la recherche.

Les sous-programmes

Utilisant les principes de la programmation par objectifs, il a été procédé à une transformation des activités de recherches en sous-programmes, projets et opérations de recherches comme indiqués dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Nombre d'opérations par sous-programmes et projets

Sous-programmes	Nombre projets	Nombres Opérations
Céréales	9	65
Fourrages	3	13
Légumineuses	3	16
Système de production	3	15
Total	18	109

Ce tableau indique clairement qu'un grand effort de recherche est fait sur la céréaliculture dans le cadre du programme Aridoculture.

Le nombre d'opérations par projets dépend du projet lui-même et donc de l'importance de problèmes à résoudre et des disciplines logiquement impliquées dans ce sens. Il est cependant admis que le projet doit être en plus un ensemble équilibré et gérable tant sur le plan scientifique que financier.

Les projets

Les projets identifiés dans le cadre du « Programme Aridoculture » sont présentés en annexe 1. Ceux-ci reflètent assez bien les préoccupations prioritaires de recherches en zones aride et semi-aride. Les projets identifiés ne traitent nécessairement pas tous les problèmes de la région; certaines études notamment celles liées à la production animale seront abordées dès l'arrivée de nouveaux chercheurs spécialisés en la matière.

Les opérations

Le nombre d'opérations de recherche a déjà atteint le chiffre de 109 opérations avec une moyenne de 2,3 opérations par chercheur. Ceci, dénote bien l'ampleur et l'importance des activités de recherches dans le Centre.

Dans le cas particulier des projets Cécidomyie, les opérations de recherche concernent les aspects suivants :

- Surveillance et étude de l'effet des infestations;
- Etude des biotopes;
- Evaluation des sources de résistance,
- Interaction mauvaises herbes x cécidomye.

Les domaines disciplinaires des différentes opérations présentées dans le tableau 2 indiquent que près de 30 % des études sont en Agronomie et 16 % concernent l'Amélioration Génétique des plantes.

Tableau 2 : Nombre d'opérations par discipline

Sous-programme	Céréales	Fourrages	Lég. Alim.	Sys. Prod.	Total
Amélioration	8	4	5	1	18
Agronomie	18	5	3	6	32
Phytopathologie	7	—	—	2	9
Entomologie	5	—	—	—	5
Virologie	3	—	—	—	3
Physiologie	6	3	2	—	11
Climatologie	1	—	—	—	1
Socio-Economie	1	—	1	6	8
Malherbologie	9	1	2	—	12
Microbiologie	—	—	2	—	2
Mécanisation	6	—	1	—	7
Total	65	13	16	15	109

Il est à noter en particulier que par rapport aux céréales, les sous-programmes légumineuses et fourrages sont très peu équilibrés du fait d'un manque de cadres spécialisés dans différents domaines.

Conclusion

La programmation par objectif est sans doute

un instrument efficace de planification et de gestion des recherches. Elle présente toutefois des limites qu'on peut brièvement énumérer en guise de conclusion :

En effet si l'élaboration des projets de recherche est faite seulement au nom des seuls principes organisationnels sans concertation suffisante avec les intéressés eux-mêmes, elle peut aboutir à une gestion médiocre des ressources humaines, et peut même affecter le potentiel créatif de l'individu si les programmes n'ont pas une conception dynamique et évolutive des choses.

Enfin, la valeur intrinsèque des projets, dépend étroitement de celle des hommes qui les réalisent; dès lors, il faudrait accorder une grande importance à la gestion des ressources humaines, en même temps qu'à la programmation des activités (2).

Référence

(1) BENATYA, D. PASCON, P. et L. ZEGDOUNI, 1983 — L'Agriculture en situation Aléatoire. Rapport projet Chaouia 1977-1982.

(2) ISNAR, 1984. L'Institut National de la Recherche Agronomique du Maroc : Bilan et Perspective. Rapport établi par l'ISNAR.

ANNEXE 1 :

PROJETS IDENTIFIES EN ARIDOCULTURE

Sous Programme (EL MOURID M.)	Céréaliculture	Fourrage (DERKAQUI M.)	Légumineuses Alimentaires (KAMEL M.)	Systèmes de production (HERZENNI A.)
PROJETS	1. Cécidomyie sur blé (LHALOUI) 2. Sélection de variétés de céréales (JLIBENE) 3. Triticale (OSMAN) 4. Rouilles et pourritures racinaires des céréales (LYAMANI) 5. Jaunisse nanissante (BYDV) sur l'orge (EL YAMANI) 6. Calibration de la fumure N et P (EL GHAROUS) 7. Economie de l'eau (EL MOURID) 8. Desherbage des céréales (TANJI) 9. Itinéraire technique et mécanisation (KARROU)	1. Amélioration de la production du médi-cago (DERKAQUI) 2. Amélioration des parcours (ARIF) 3. Amélioration de la production des mélanges fourragers (MAZHAR)	1. Amélioration de la production du pois-chiche d'Hiver (KAMEL M.) 2. Amélioration et protection de la lentille (SOLH) 3. Efficacité de la fixation symbiotique de l'azote (HILALI)	1. Etude des systèmes de production (HERZENNI) 2. Etude des systèmes de cultures (MAZHAR) 3. Projet ACSAD
Opérations	65 Opérations	13 Opérations	16 Opérations	15 Opérations

Total : 109 Opérations

LES RECHERCHES CONTRACTUELLES A L'I.N.R.A. EXEMPLE DU CENTRE DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE BENI-MELLAL

HILAL A., EL JADD L. et GUIRROU Z.

INTRODUCTION :

La contribution des utilisateurs de la Recherche Agronomique et des organisations socio-professionnelles aux efforts de recherches a été l'une des principales causes qui ont amené les pouvoirs publics à reconvertir la Direction de la Recherche Agronomique (DRA) en un établissement public à autonomie financière (INRA).

Et depuis la création de l'INRA en 1981 (Dahir n° 1.81.204), la contribution financière des producteurs ou des organismes publics est devenue effective. Les crédits accordés par ces organismes sont comptabilisés au niveau de l'agence comptable de l'INRA dans un compte hors sujet. L'engagement de ces crédits se fait de la même manière que ceux du budget propre de l'INRA (bons de commande, marchés de travaux ou de fournitures, etc.).

Des contrats d'expérimentations ont été également conclus avec des Sociétés de pesticides. L'objet de ces contrats est de tester l'efficacité de nouvelles matières actives ou d'association de nouvelles matières actives contre les principaux ravageurs du cotonnier et de la betterave à sucre.

Durant ces dernières années, nous avons établi également quelques conventions de recherches sur la betterave à sucre avec les 3 sucreries de Béni-Melal, l'ORMVAT et l'Association des producteurs du Tadla (ABT).

I — CONTRIBUTION DE LA COMAPRA AU DEVELOPPEMENT DES RECHERCHES ET DE PRODUCTION DE SEMENCES.

1. Financement des programmes de recherches et de production de semences.

Les bons résultats enregistrés durant les deux dernières campagnes au Domaine Expérimental d'Afourer sont obtenus grâce à la contribution financière de la COMAPRA. Les disponibilités de crédits durant toute la campagne agricole nous a permis d'effectuer toutes les opérations dans de bonnes conditions. Tous les crédits délégués par la COMAPRA sont destinés en totalité au financement des intrants concernant la culture du cotonnier. Les techniciens de la COMAPRA effectuent périodiquement des visites au Domaine d'Afourer pour

suivre l'exécution des programmes arrêtés.

2 — Participation à l'élaboration des programmes

Depuis l'établissement de la convention INRA-COMAPRA, tous les programmes de recherche et de multiplication de semences du cotonnier sont arrêtés par une commission composée des techniciens de l'INRA, de la COMAPRA, de l'ORMVAT et du MARA.

3 — Formation des chercheurs

On a prévu également dans cette convention la formation des chercheurs et des techniciens de l'INRA chargés de l'exécution des programmes de recherches approuvés par la commission technique (article 3 de la convention). Une dotation budgétaire est prévue annuellement pour l'achat de la documentation scientifique et les frais de mission à l'étranger.

4 — Diffusion des résultats :

L'INRA et la COMAPRA accordent une importance particulière à la diffusion des résultats obtenus, au niveau des techniciens et des producteurs concernés. Un séminaire national sur la culture du cotonnier au Maroc a été organisé à Béni-Bellal le 14 octobre 1986. Les chercheurs, les vulgarisateurs et les producteurs ont débattu pendant deux jours les résultats de la recherche agronomique, ainsi que les différents problèmes posés à cette culture. De nombreuses recommandations ont été formulées lors de ce séminaire et sont en instance d'exécution.

II — RESULTATS DES RECHERCHES ET DE MULTIPLICATIONS DE SEMENCES REALISEES DANS LE CADRE DE LA CONVEN- TION COMAPRA — INRA (1985-86).

A partir de 1979, de grands efforts ont été fournis par les organismes concernés (INRA, COMAPRA, ORMVAT, DPVCTRF). Au niveau de l'INRA, une étude biologique détaillée a été réalisée sur les principaux ravageurs du cotonnier dans la région du Tadla (El Jadd, 1979). De même, des essais sur les produits phytosanitaires conduits à la Station d'Afourer ont permis de déterminer les matières actives efficaces contre ces ravageurs. Des produits organochlorés dangereux et peu efficaces ont été substitués par de nouvelles matières

actives (organophosphorés et pyrethrinoïdes). Le coût des produits phytosanitaires par rapport au prix de revient d'un ha de cotonnier est passé de 23,5 % à 7,18 %.

Le problème de la durée du cycle reste également posé. En effet, les productions tardives de coton sont détériorées par les premières pluies d'automne. De même, la récolte tardive du coton empêche le semis précoce des céréales.

Dans le but de contribuer à résoudre ces problèmes, nous avons essayé avec la collaboration de la COMAPRA, de développer certaines techniques culturales afin de mieux maîtriser la lutte contre les déprédateurs du cotonnier et de faire avancer la date de récolte du coton (dates de semis, semis sous matière plastique, défoliants, nouvelles variétés précoces etc.).

2.1. — Protection phytosanitaire du cotonnier

2.1.1. — Dynamique des populations des Lépidoptères ravageurs du cotonnier

— Dynamique des populations larvaires.

Il s'agit de suivre la dynamique des populations des principaux ravageurs du cotonnier afin de mettre au point une lutte raisonnée dans le cadre d'un avertissement agricole approprié.

Dynamique des vols par piégeage lumineux et sexuel durant les deux campagnes 1985 et 1986.

Un piège lumineux de type « Stuttgart » a été employé par El Jadd (1979) pour suivre la dynamique du vol des principaux lépidoptères ravageurs du cotonnier.

Les périodes de vols de *S. littoralis* et *H. armigera* sont relativement variables d'une année à l'autre selon les conditions climatiques. En ce qui concerne *E. insulana* les vols ont eu lieu en septembre, octobre. Nous avons également remarqué que *P. gossypiella* est très peu capturé par piégeage lumineux.

La connaissance des périodes de vol de ces déprédateurs et du niveau de leurs populations imaginaires nous permet de maîtriser les interventions chimiques.

2.1.2. Essai insecticides contre les Lépidoptères ravageurs du cotonnier.

Ces essais sont réalisés dans le but de tester l'efficacité de nouvelles matières actives, d'associations de matières actives ou de nouvelles doses d'emploi.

Discussion des résultats :

Le meilleur résultat est obtenu avec la Biphenthrine à la dose de 80 g de MA/ha.

Le Cyperméthrine à la dose de 60g de MA/ha a été plus efficace que le produit standard (Finvale-rate à la même dose).

2.1.3. Etude Bioécologique de la mouche blanche *Bemisia tabaci*.

Bemisia tabaci a été signalé au Tadla sous le nom de *Bemisia gossypiporda* Misra par la GALL (1961) comme phytophase indigène secondaire. Cet insecte est un ravageur important du cotonnier en Palestine depuis 1976 (GERLTENG, 1983). En 1983, il devient un ravageur redoutable de la culture du cotonnier au Tadla (El Jadd et Guirrou, 1986). Nous avons entrepris une étude bioécologique de ce ravageur afin de mettre au point une lutte chimique appropriée et assurer par conséquent une meilleure protection phytosanitaire du cotonnier.

Discussion des résultats :

En 1985, les premières apparitions des adultes de *B. tabaci* ont eu lieu durant la première semaine du mois de juillet. Les premières pontes ont été observées la même semaine. Une décade après, nous avons assisté à la présence de tous les stades évolutifs. En 1986, les premières apparitions de ce ravageur ont eu lieu pendant la dernière décade du mois de mai, le niveau de population n'est devenu important que vers la fin du mois de juillet.

L'étude de la composition démographique des populations de ce ravageur montre que le cycle de *B. tabaci* est polyvoltin dans la région du Tadla.

2.1.4. — Essai insecticides contre *Bemisia Tabaci* durant les deux campagnes 1985 et 1986.

Des essais sont réalisés dans le but de tester l'efficacité de certaines matières actives ou d'associations de matières actives contre ce ravageur.

RESULTATS

Les résultats obtenus montrent que :

— Le chlorpyrifos + diméthoate aux doses respectives de 480 + 182g de MA/ha, la deltaméthrine + diméthoate aux doses de 7,5 + 200g de MA/ha se sont révélés les plus efficaces sur les larves et les adultes de la mouche blanche.

2.2. — Amélioration génétique du cotonnier

2.2.1. — Le maintien de la collection :

Les variétés qui sont maintenues en collection constituent un patrimoine génétique important. Ces variétés qui présentent de nombreuses caractéristiques agronomiques et technologiques sont utilisées pour effectuer des croisements dans le but de mettre au point de nouvelles variétés productives et résistantes aux principaux ravageurs du cotonnier.

On dispose actuellement de 150 variétés de longue et moyenne soie. Ces variétés dont la plupart sont obtenues au domaine expérimental d'Afourer sont maintenues en collection. En ce qui concerne les variétés à courte soie, on a 89 variétés dont 7 sont obtenues à Afourer.

2.2.2. Essais comparatifs de variétés à longue soie

Ces essais sont conduits dans le but d'étudier la productivité et les qualités technologiques des nouvelles obtentions de l'INRA dans les conditions écologiques du Tadla.

— De nombreuses variétés ont été créées durant les dernières campagnes. En 1986, les rendements de différentes variétés sont comme suit :

- Tadla 15 avec 36,2 qx/ha
- Tadla 41 avec 39 qx/ha
- Tadla 43 avec 36,7 qx/ha
- Tadla 44 avec 42,5 qx/ha
- Tadla 46 avec 34,5 qx/ha

2.2.3. Essais hybrides fixés :

L'objectif de ces essais est de poursuivre l'étude des hybrides créés par l'INRA afin de sélectionner de nouvelles variétés productives.

2.3. Etudes du cycle du cotonnier en vue d'effectuer des récoltes précoces :

2.3.1. Dates de semis.

L'essai concernant les dates de semis du cotonnier a été conduit avec la variété Pima 67. L'objectif de cet essai est de déterminer la meilleure date de semis assurant la meilleure production. La conduite de cet essai durant les 2 dernières campagnes a montré que la mi-avril est la meilleure date de semis du cotonnier dans la région du Tadla.

2.3.1. — Essai d'accélération et de regroupement de l'ouverture des capsules du cotonnier.

Ces essais sont conçus pour activer l'ouverture des capsules en fin de saison avant la chute des premières pluies d'automne et libérer le sol le plus tôt possible pour mettre en place une culture de céréales.

Tous les essais ont été installés au Domaine Expérimental d'Afourer avec la variété Pima 67 pour la 2ème année.

Nous constatons que ces deux années d'expérimentation sont insuffisantes pour tirer des conclusions sûres, surtout qu'il n'y a pas une différence très significative entre les produits. Nous pensons néanmoins que le Méraphos et le Paraquat promettent des résultats intéressants :

2.3.3. Précocité des nouvelles variétés

Selon Bentaleb (1986), les nouvelles variétés qui sont créées récemment par l'INRA présentent une précocité très nette par rapport à la variété cultivée actuellement dans le périmètre (Pima 67). L'indice de précocité i est égal au pourcentage de la première récolte par rapport à la récolte totale.

$$i = \frac{R1}{R1 + R2 + R3}$$

- R1 = 1ère récolte
- R2 = 2ème récolte
- R3 = 3ème récolte

2.4. Production de semences de base

2.4.1. Variétés Pima 67 et Tadla 16

Le Centre Régional du Tadla assure le maintien de la pureté variétale ainsi que la production de semences de base des variétés Pima 67 et Tadla 16. Les quantités de coton brut (semences et fibres) produites durant les 2 dernières campagnes sont les suivantes :

- En 1985 : 284 qx de Pima 67 et 132,1 qx de Tadla 16.
- En 1986 : 207,3 qx de Pima 67 et 151 qx de Tadla 16.

2.4.2. Nouvelles variétés créées par l'INRA

Afin de pouvoir procéder au remplacement de la variété Pima 67 cultivée depuis longtemps au Tadla, l'INRA a mis au point de nouvelles variétés performantes. Ces variétés ont été proposées à l'inscription au Catalogue Officiel.

III— Recherches effectuées sur la betterrave à sucre

3.1. Bioécologie du Cléone mendiant de la betterrave

3.3.1. Détermination du cycle biologique du Cléone

Les résultats de l'étude montrent que le cycle évolutif du Cléone dans la région du Tadla comporte une seule génération par an. Les différentes étapes de ce cycle se succèdent comme suit :

- + Stade imaginal :
- + Stade embryonnaire
- + Stades larvaires
- + Stade nymphal

3.1.2. Niveaux des populations imaginaires du Cléone dans deux parcelles de betterrave et de blé.

L'analyse de l'évolution des densités de populations imaginaires dans la parcelle de blé montre que le nombre d'adultes est assez faible au mois de janvier. Ce nombre augmente au mois de février et

commence à diminuer progressivement pour s'annuler au mois d'avril. Les adultes du Cléone hivernent dans la parcelle de blé dont le précédent est une culture de betterave à sucre. Ces adultes commencent à sortir massivement dès que la température du sol devient assez élevée. Ils quittent la parcelle de céréale pour aller aux champs voisins de betterave. Il est donc évident que toutes les interventions chimiques effectuées sur la betterave au mois d'octobre ne touchent qu'une partie de la population imaginaire du Cléone. Tous les adultes qui hivernent dans les champs de Céréales échappent aux traitements précoces (incorporation de l'heptachlore avec les engrais de fond, traitement par pulvérisation en automne).

3.2. Etude de la fumure azotée dans la région du Tadla.

Suite à la demande de l'ORMVAT, nous avons procédé en collaboration avec les sucreries, l'ABT et l'ORMVAT à l'étude de la fertilisation azotée de la betterave dans plusieurs localités du périmètre. D'après les résultats obtenus, nous constatons que :

— Les doses d'azote supérieures à 240 Unités/ha (300, 360) n'entraînent pas une augmentation de rendements en racines. La dose d'azote optimale est donc voisine de 240 Unités à l'ha.

— Aucune différence significative de la qualité technologique de la betterave n'est enregistrée quelque soit la dose d'azote utilisée.

— Le fractionnement de la fumure azotée n'a aucun effet sur le niveau des rendements en racines de la betterave à sucre.

— Plus le cycle végétatif de la betterave est long et plus le rendement en racine est élevé.

CONCLUSION :

Dans le cadre de la convention conclue avec la COMAPRA, nous avons commencé la multiplication des semences de nouvelles variétés de coton-

nier. Ces nouvelles variétés seront mises à la disposition des agriculteurs durant les années à venir pour remplacer les variétés Pima 67 et Tadla 16 qui sont cultivées au Maroc depuis plusieurs années. De même, la mise au point de nouvelles formulations d'insecticides a contribué efficacement à une meilleure protection phytosanitaire du cotonnier dans la région du Tadla. Le problème phytosanitaire du cotonnier a été, il y a une dizaine d'années, le facteur limitant de la production cotonnière au Maroc. Nous avons également entrepris grâce à ces conventions, d'autres projets de recherche sur des nouvelles techniques culturales ainsi que des études sur l'utilisation de moyens de lutte biologiques contre les principaux ravageurs de cette culture.

En ce qui concerne, la betterave à sucre, l'aide accordée par l'ABT, les trois sucreries de la région et l'ORMVAT nous a permis de préciser la dose d'azote à utiliser dans le périmètre du Tadla (240 U/ha). La nouvelle formule d'engrais est déjà utilisée chez les agriculteurs de cette région. Nous avons pu également résoudre, dans ce cadre de travail, le problème phytosanitaire posé par le Cléone menaçant à cette culture. L'étude biologique de ce ravageur nous a permis de mettre au point une nouvelle méthode de lutte basée sur une connaissance biologique approfondie du Cléone. Cette méthode a été déjà appliquée chez les agriculteurs durant les 3 dernières campagnes et a permis de résoudre ce problème qui devenait le souci majeur de tous les producteurs betteraviers du Tadla.

On doit signaler également que parmi les grands mérites des conventions établies entre l'INRA et les différents organismes intéressés par la production agricole, on cite :

— L'utilisation rapide des résultats de la recherche agronomique par les producteurs.

— La participation des producteurs et des organismes publics à l'élaboration des projets de recherche.

METHODES DE TRANSFERT DES RESULTATS DE RECHERCHES A L'I.N.R.A. — MAROC — ETUDE DE CAS

Mohamed MOUSSAOUI*
(INRA — AGADIR)

Introduction : Position du problème

Les résultats des recherches agronomiques sont, en principe, destinés à être utilisés par :

— Les chercheurs et les étudiants, pour le développement des connaissances et du savoir agronomique;

— Les agriculteurs, pour l'amélioration de la production au niveau des exploitations agricoles.

— Les industriels, pour l'amélioration des procédés agro-industriels;

Il est bien évident que c'est le deuxième type de l'utilisation des résultats, qui est le plus attendu d'une recherche appliquée comme celle qui est développée au sein de l'INRA-Maroc. Or, si tout le monde s'accorde à concevoir que la recherche agronomique est l'une des conditions essentielles pour assurer une croissance rapide de la production agricole, il n'est pas rare, cependant, d'entendre les voies s'élever pour déplorer que, en fait, très peu d'innovations techniques finissent par être appropriées par les agriculteurs. A cela, plusieurs raisons sont avancées.

— « Conservatisme » des agriculteurs;

— Indisponibilité des moyens de production au moment voulu;

— Défaillance au niveau de la diffusion des résultats de recherches;

— Inefficacité des organismes de vulgarisation... etc.

Ces explications peuvent, à un moment donné, être partiellement ou totalement valables, mais elles ne sauraient excuser de ne pas soulever la question fondamentale suivante :

« Les techniques conseillées, sont-elles adaptées aux besoins des agriculteurs ? ».

Les tentatives de réponse à cette question, ont été à l'origine de la révision critique des procédés classiques de recherche et de diffusion. Ce qui a débouché, après bien des expériences, sur l'adaptation de nouvelles méthodes accordant, tout au long du processus innovation-diffusion, un rôle privilégié à l'agriculteur : premier client de la recherche agronomique.

Au Maroc, l'INRA, conscient de l'intérêt qui

réside dans ces nouvelles méthodes, et pressé par la nécessité de procéder à une meilleure valorisation des ressources limitées existantes, a entrepris depuis quelques années, la réorganisation de ses activités de recherche en ensembles finalisés (programmation par objectif), tout en expérimentant, parallèlement, de nouvelles formules de diffusion des résultats obtenus :

— Essais et démonstration chez les agriculteurs;

— Participation par des composantes « Recherche » aux projets de développement intégré (ex : projet « Fès-Karia-Tissa », projet « Moyen-Atlas Central »);

— Etablissement et réalisation de conventions de recherche avec des sociétés étatiques ou privées et des particuliers (COMAPRA, SASMA, SOGETA, Domaines Royaux,... etc.).

Bien qu'il soit encore prématuré de se prononcer sur les résultats de cette nouvelle orientation, il serait néanmoins utile de procéder à un « sondage » qui permettra d'avoir une idée des différents procédés et méthodes mis en œuvre.

Pour ce faire, un certain nombre de cas réalisés ou en cours de réalisation par l'INRA, seront présentés.

Pour en juger, nous ferons appel aux principes des méthodes de recherche-diffusion suivies, à l'heure actuelle, par la majorité des principaux Centres Internationaux de recherche agricole (ex : CIMMYT, C.I.P., ICARDA, CIRAD...).

I. LES NOUVELLES METHODES DE RECHERCHE-DIFFUSION

Afin de mieux apprécier l'apport des nouvelles méthodes, une présentation des méthodes classiques s'avère nécessaire.

1 — Les méthodes classiques de recherche-diffusion

Ces méthodes découlent du concept de « Recherche-transfert » technologique : des chercheurs mettent au point des nouvelles techniques agricoles en laboratoire et dans les stations expérimentales et les « transfèrent » ensuite par les services de diffusion à des agriculteurs qui en sont les

(*) Chercheur agro-économiste — Centre Régional INRA Sous Sahara BP 124 Inezgane par Agadir

bénéficiaires passifs. D'après ce modèle, la quantité de techniques éprouvées qui attendent d'être transférées aux agriculteurs est énorme (*). L'un des moyens d'en accélérer le transfert, est le mode de diffusion par « formation et visite sur le terrain » développé depuis une dizaine d'années par la banque mondiale.

Comme on le voit, ce modèle est basé sur :

— **L'antériorité** des recherches sur la diffusion des techniques;

— **La linéarité** des transferts techniques réduisant les producteurs à de simples récepteurs.

Ce modèle accorde une grande importance aux techniques de vulgarisation et de communication en milieu rural.

II. LES METHODES NOUVELLES DE RECHERCHE-DIFFUSION

Les constats de situations et les expériences conduites, ont montré que dans la réalité :

— « Il existe très peu de techniques éprouvées » qui peuvent être directement transférées à l'agriculteur et lui être avantageuses sans être raffinées ou modifiées en fonction des conditions locales (1);

— Les producteurs ne sont pas des bénéficiaires passifs des techniques recommandées, mais des chercheurs actifs et des innovateurs à leur façon.

Autrement dit, l'innovation technique, telle qu'elle se déroule dans la pratique, opère par des voies complexes et des cheminements itératifs (rétro-action diverses entre exploration, expérimentation, appropriation, etc.).

Pour les méthodes nouvelles de « recherche-diffusion », l'objet de la recherche n'est pas, comme dans la démarche classique, l'innovation technique seule : c'est aussi l'identification de l'innovation adaptée et pertinente, et les conditions d'application de cette innovation ou d'une combinaison cohérente d'innovations » (2).

Cette conception est à la base de toutes les approches du type farming-system (système d'exploitation agricole), recherche-développement (R + D) etc.

La mise en œuvre de ces méthodes a conduit à l'élaboration de modèles différents que l'on peut regrouper en deux types :

— Le modèle : optimisation de la productivité (OP);

— Le modèle : « à bouc le fermée ».

2.1. Le modèle optimisation de la productivité (OP)

Ce modèle est utilisé par le C.I.P. il met en œuvre une approche destinée à « **améliorer le transfert des techniques en ajoutant une étape entre l'élaboration des techniques et leur diffusion** » (3). Ce qui contribue à l'efficacité tant de la recherche que de la vulgarisation. Ce modèle offre les avantages suivants :

— Contrôle de l'adéquation des résultats de la recherche aux problèmes de production des agriculteurs;

— Meilleure sélection des résultats à diffuser;

— Apport d'informations pratiques pouvant stimuler une recherche supplémentaire portant sur des problèmes spécifiques.

Cette approche (fig. 1) est destinée à être conduite par des équipes multidisciplinaires, mais dans la pratique, on se suffira d'agronomes spécialistes de la production intéressée et sensibilisés aux aspects multidisciplinaires de l'approche.

2.2. Le modèle à « boucle fermée »

Ce modèle est destiné à **mettre au point et transférer la technologie agricole**. Il repose sur le principe selon lequel la recherche agricole appliquée et le transfert des résultats, pour être efficaces, **doivent être fondés sur l'étude des besoins du producteur et viser à les satisfaire**. Pour sa réalisation, ce modèle fait intervenir **des équipes multidisciplinaires dans toutes les phases d'un processus continu** (voir fig. 2).

Appliqué au cas des nouvelles recherches envisagées par l'INRA — Maroc (Fig. 3) ce modèle permet de mettre en valeur les relations devant s'instaurer entre les différents niveaux d'intervention des chercheurs :

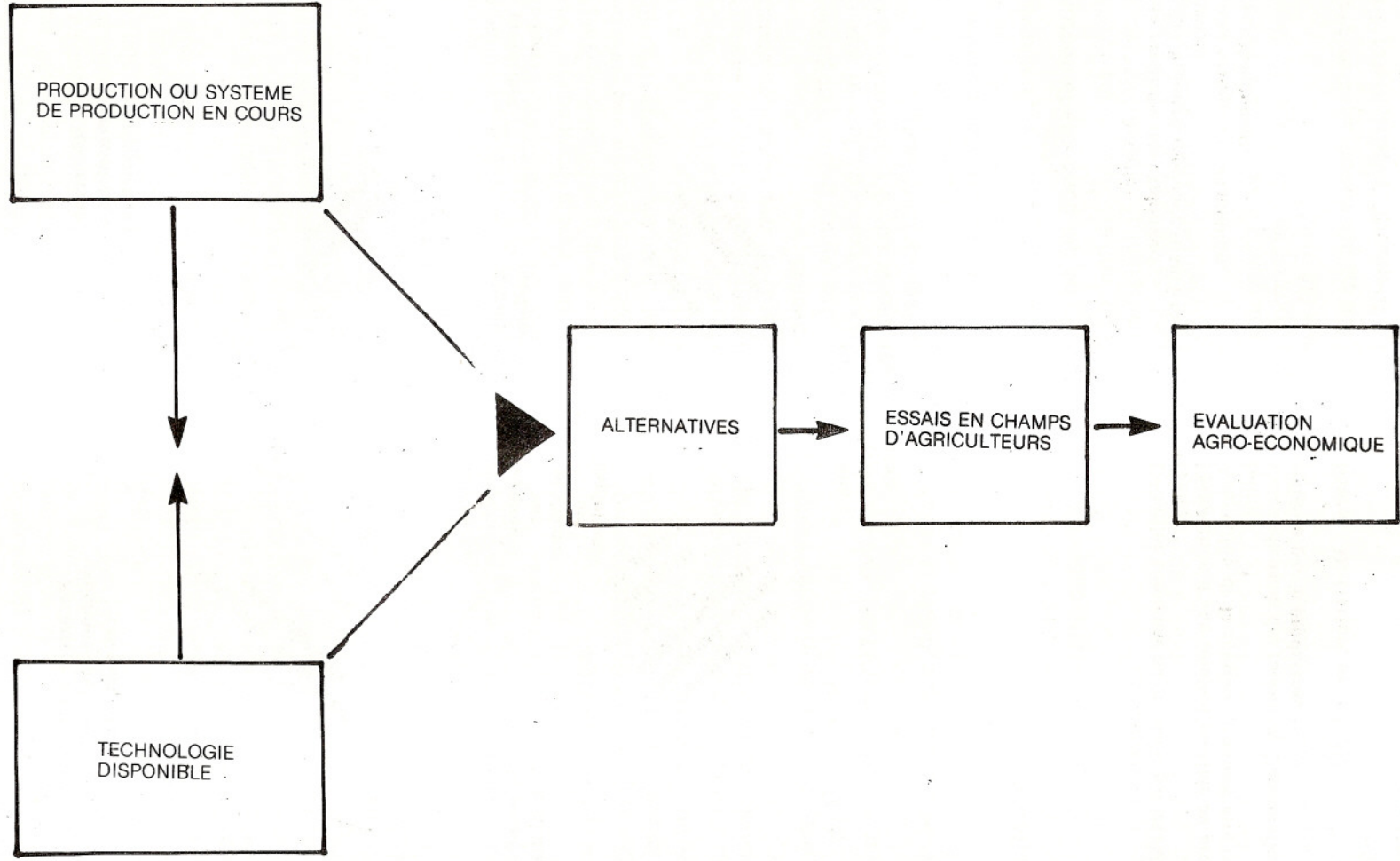
— Recherche par culture, spéculations et disciplines en station et laboratoires;

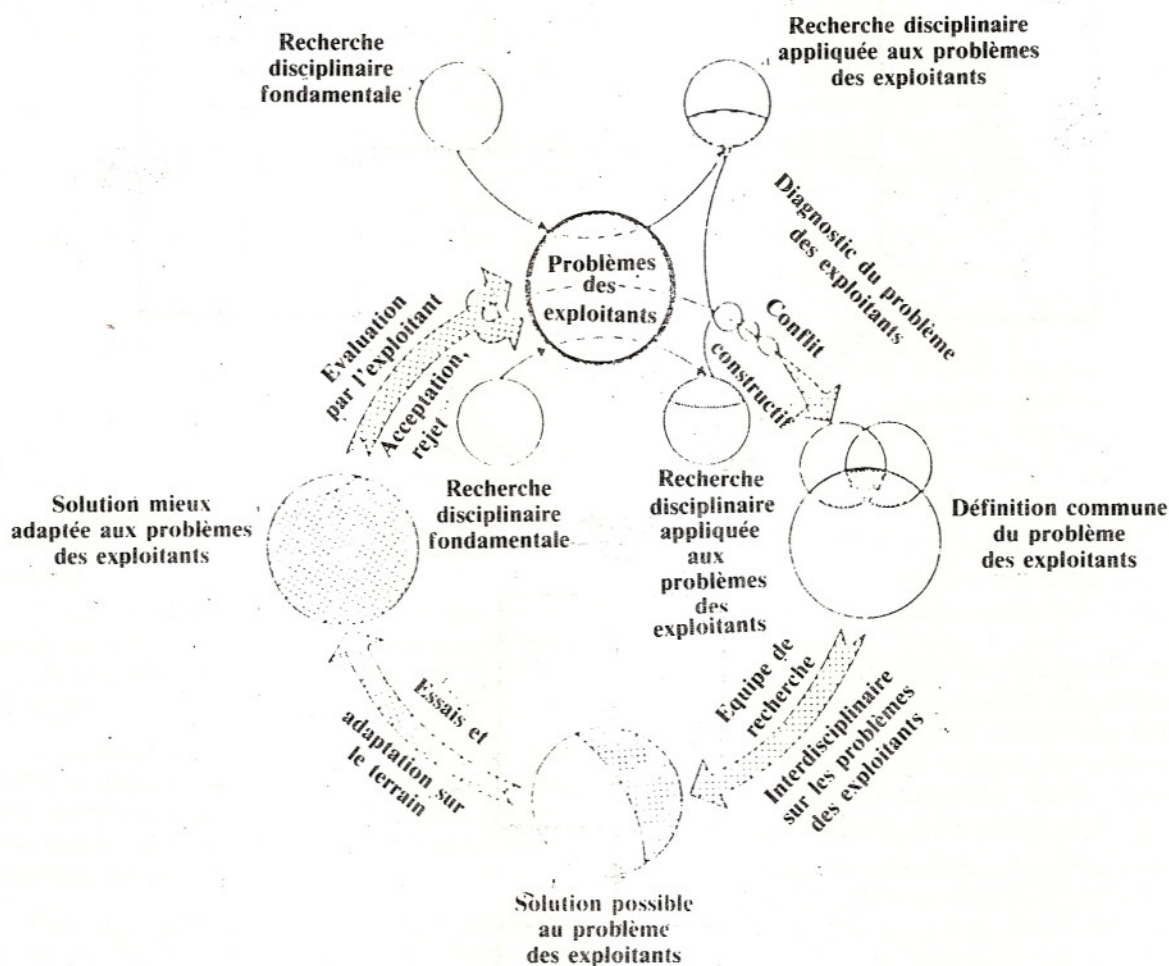
— Essais conduits par les chercheurs eux-mêmes dans les exploitations et avec la participation des agriculteurs (essais multiloaux);

— Essais entièrement conduits par les agriculteurs.

Il est à souligner que chaque niveau fait appel à des connaissances particulières et met en œuvre des méthodes spécifiques et vise la réalisation d'objectifs précis. Certaines de ces composantes sont familières aux chercheurs et bien maîtrisées

(*) Un numéro spécial de la revue scientifique *american* (1976) consacré à l'alimentation et à l'agriculture estime à 45 milliards l'effectif de la population mondiale qui pourrait être supportée si les techniques éprouvées, à l'époque, étaient appliquées à toutes les terres cultivées.





Activités

- 1) Diagnostic du problème des exploitants.
- 2) Equipe de recherche interdisciplinaire visant à résoudre le problème des exploitants.
- 3) Essais agricoles pratiques et adaptation.
- 4) Evaluation par l'exploitant.

Objectifs

Définition commune du problème par les exploitants et les chercheurs.
 Elaboration d'une solution possible au problème.
 Adaptation de la solution proposée aux conditions d'exploitation.
 Compréhension des raisons de l'acceptation ou du rejet de la solution par le producteur.

Source : D. Horton, op. cit. p.60.

pendant que d'autres restent à découvrir.

III. PRATIQUES DE L'INRA EN MATIERE DE RECHERCHE-DIFFUSION

Il s'agira de quelques cas isolés, dont la portée reste bien limitée, mais qui ont tout de même le mérite d'être la manifestation de la volonté des chercheurs à s'ouvrir sur la réalité agricole et d'occuper de la diffusion des résultats de leurs propres recherches.

Un examen rigoureux de ces cas s'avère pourtant nécessaire, car il s'agit de savoir si les pratiques menées obéissent à des conceptions claires et suivent des méthodologies précises ou bien si, au contraire, ces pratiques ne sont que le fruit d'actions spontanées empruntant des procédures empiriques.

Les cas qui seront présentés ci-après, ont été choisis parmi ceux que nous connaissons le plus, et sur lesquels nous disposons d'informations suffisantes. Ils relatent des processus de recherche-diffusion qui, à un moment ou à un autre de leur déroulement, ont impliqué les producteurs et/ou les services d'encadrement et de vulgarisation.

A. PRESENTATION DE CAS

1er cas : Développement des cultures fourragères et des céréales dans la zone d'action du projet Moyen-Atlas Central (PMAC) (4)

Il s'agit, ici d'actions menées, dans le cadre d'un projet de développement intégré, et visant des objectifs précis :

- Détermination d'espèces et variétés adaptées à la région du Moyen-Atlas;
- Recherche des techniques culturales appropriées;
- Sensibilisation des agriculteurs et recueil de leurs avis au sujet des nouvelles variétés et techniques.

1 — Description

Initialement, le programme (arrêté en 1983) prévoyait la réalisation de différents types d'essais :

• Céréales (BT, BD, Orge)

- Essais préliminaires, intermédiaires et avancés;
- Démonstration de variétés nouvelles pour la région;
- Essais agrotechniques factoriels (ex : densité de semis x dose d'azote).

• Fourrages :

- Comportement d'une collection de plantes

fourragères;

- Différentes proportions du mélange vesce-avoine;
- Démonstration de la proportion du mélange vesce-avoine (2/3 + 1/3);
- Dose d'azote sur maïs-fourrage.

Comme l'INRA ne disposait pas de station dans la zone du PMAC, ces essais ont été conduits, dans quatre sites, sur des parcelles prêtées par les agriculteurs en échange des produits de récolte. Le dispositif expérimental et la taille des parcelles étaient absolument les mêmes que dans les stations de l'INRA.

Ces essais devaient, en même temps, servir de support à l'organisation de visites commentées par les techniciens de l'INRA et les agents vulgarisateurs.

L'évaluation des résultats obtenus à l'issue de la première campagne agricole (1983-84) et l'approfondissement de la réflexion sur la finalité des différents essais, ont conduit à une révision importante tant du contenu du programme que des méthodes utilisées. A ce sujet il y a lieu de citer en particulier, les raisons suivantes :

— Des essais compliqués, requérant une conduite en milieu contrôlé et devant s'étaler sur de longues périodes, étaient inscrits à un programme qui devait, avant tout, dégager très rapidement des produits utilisables ;

Les essais étaient conçus et conduits de la même manière dans tous les sites, indifféremment de la disparité, des conditions écologiques, pour tant évidentes;

— Des démonstrations portaient sur du matériel végétal dont l'adaptabilité aux conditions du milieu n'avait pas été confirmée auparavant (cas des fourrages en montage).

La prise en compte de ces remarques, a permis l'élaboration d'un nouveau programme dont l'application a débuté en 1984-85. Ce programme présente les caractéristiques suivantes :

• En ce qui concerne le contenu :

Seuls ont été retenus les essais expérimentaux d'adaptabilité, aux différentes situations climatiques, de variétés de fourrages ou de céréales dont les potentialités ont été éprouvées en stations INRA.

Dans les zones « dir », à climat plus favorable, l'essai proportion du mélange classique vesce-avoine a été ajouté.

• En ce qui concerne la méthode :

- **Dispositif expérimental simplifié** : Par-

celles adjacentes de grande dimension et sans répétition;

— **Planification des essais** : Trois phases ont été distinguées

— **Vérification, démonstration, dissémination**, au terme desquelles le produit testé doit être vulgarisé.

2. Résultats :

Au terme de la campagne agricole 1985-86, toutes les opérations retenues dans le nouveau programme ont pu achever la phase démonstration, à l'exception des essais sur les choix d'espèces et de variétés fourragères pour le montage (2^e année de vérification).

La phase « dissémination » inaugurée en 1986-87, consiste à « placer » les variétés ou les techniques sélectionnées chez les agriculteurs de contact retenus dans les programmes de vulgarisation entrepris par les services de la mise en valeur agricole. La variété (ou la technique) intéressée est confiée à l'agriculteur qui la conduit à sa manière, l'objectif visé étant de faire juger, pratiquement, les résultats de la recherche par les producteurs.

2^e cas : Amélioration de la production de viande chez les ovins de race Timahdit — engraissement des agneaux (5)

Comme dans le premier cas, il s'agit d'une étude entreprise dans le cadre du PMAC, afin de :

— Préciser les aspects techniques de la production de l'agneau gris de boucherie pour fournir des solutions nouvelles permettant aux éleveurs de la région d'améliorer la rentabilité de cette production.

1 — Description.

Après avoir suivi en station et chez les éleveurs les performances à l'engraissement des jeunes agneaux, de la naissance à l'abattage, l'étude s'est attachée à mettre au point des techniques d'engraissement appropriées aux agneaux nés à l'automne « **bekri** » et au printemps « **mazouzi** » dont les périodes de sevrage coïncident avec les périodes de sous-alimentation. Pour ce faire des méthodes tenant compte de chaque situation ont été adoptées et essayées chez les élèves éleveurs dont la participation avait été acquise au préalable.

Les essais ont porté sur l'expérimentation de 3 régimes alimentaires (R.A.) correspondant aux principales possibilités offertes aux éleveurs de la région. Les jeunes ovins intéressés sont constitués par des agneaux sevrés et devant être engraisés jusqu'à l'abattage (à l'âge de 6 mois).

— **1^e R.A.** : Parcours + alimentation concentré (granulé) à volonté

— **2^e R.A.** : Orge déprimé + aliment concentré à volonté;

— **3^e R.A.** : (engraissement en bergerie), fourrages disponibles + aliments concentrés;

— **Témoin** : Les agneaux sont gardés dans le troupeau, avec leurs mères et ne subissent pas de sevrage à l'âge de 3 mois.

2 — Résultats :

Les régimes alimentaires testés ont permis de faire gagner au bout de 3 mois d'engraissement, **13 à 19 kg de poids vif**, par rapport au témoin; la marge bénéficiaire enregistrée pour les 3 régimes variant entre **250 à 330 dhs**.

La différence était tellement évidente que des éleveurs ont commencé de leur propre **initiative à appliquer la technique d'engraissement qui vient d'être décrite**. En 1985-86 cette technique aurait été adoptée par 40 éleveurs dans les seules communes rurales de Timahdit et Aïn Leuh (soit 2.000 et 3.000 agneaux engraisés).

3^e cas : Introduction de la race ovine d'Mane dans les périmètres irrigués du Souss-Massa (6)

1 — Description :

Cette introduction a été faite dans un premier temps en 1979, au niveau de la station expérimentale Melk Zhar (Massa) en vue de :

— Préserver la race d'Mane, menacée par la sécheresse dans les oasis du Sud ;

— Tester les performances de reproduction de cette race en dehors de son berceau d'origine.

Dans les cas du Souss-Massa, cette action visait plus particulièrement à tester la possibilité d'introduction de cette race dans les périmètres irrigués.

De 1982 à 1986, la station a procédé à la vente de 1247 têtes dont 852 en vente directe à des agriculteurs de la région. Concernant cette dernière formule, il est à signaler que le cahier de charge établi à cet effet, mentionne clairement les engagements respectifs de l'acquéreur et de l'administration (Recherche Agronomique et ORMVA/SM).

2 — Résultats :

L'action entreprise à l'initiative de la recherche Agronomique, a démontré que l'élevage de d'Mane, dans le périmètre irrigué du Souss-Massa peut se faire sans qu'une altération des performances caractéristiques de la race (prolificité) ne s'ensuive.

Les premières acquisitions par les agriculteurs

ayant réussi, ces derniers se sont empressés de **s'approvisionner directement** en ovins d'Mane dans les oasis du Sud marocain. D'après une enquête récemment effectuée par l'Office Régional de la mise en valeur Agricole du Souss-Massa (septembre 1986) le cheptel d'Mane serait d'environ 3.000 femelles reproductrices, réparti entre 628 éleveurs, dans la seule zone de Massa.

Vu l'intérêt suscité par la race d'Mane, l'ORMVA/SM s'est adressé dernièrement à l'INRA, pour connaître les possibilités de vente de reproducteurs, afin de satisfaire les demandes formulées par les éleveurs et participer à la diffusion de la race dans la zone.

4^e cas : Mise au point d'un nouveau type d'abri plastique sur tomate de primeur. (7)

Dans les périmètres du Souss-Massa, la production de tomate de primeur en plein champ est confrontée au risque de gel durant la période allant de décembre à février. En 1980-81, les dégâts de gel constatés à la station Melk Zhar (Massa) et dans les environs, ont atteint 100 %. L'utilisation des abri-serres classiques est, certes, une solution valable et efficace mais très coûteuse. Aussi s'est-on orienté vers la mise au point d'une solution intermédiaire entre l'abri-serre et le plein champ, d'où le nom attribué à cette nouvelle technique.

1 — Description :

L'abri intermédiaire est du type abri-ouvert. Il consiste à fixer, sur un dispositif en T avec maillage en roseaux et fil de fer tendu, des bandes de plastiques usagées provenant des abri-serres.

Pour l'évaluation de cette technique, des essais ont été conduits de 1983-84, sur 3 variétés de tomate de primeur, destinées à l'exportation, et placées dans 3 conditions différentes avec 4 répétitions :

- Plein champ;
- Sous abri intermédiaire;
- Sous abri-serre.

Les essais du même type ont été réalisés en station et chez un agriculteur en 1986-87, ce qui a permis de vérifier pour la première fois l'efficacité de l'abri intermédiaire comme moyen de production contre le gel (*). La tomate en plein champ a été brûlée, les parcelles sous abri intermédiaires ont été sauvées.

2^e Résultats :

— **en situation gélive :** l'abri intermédiaire s'est révélé être un bon moyen de protection contre

le gel, lequel peut anéantir complètement la production de plein temps. Les gains de température ont varié entre 1,5 et 1,9°C.

— **en situation normale :** l'abri intermédiaire se situe de point de vue rendements globaux et exportables, en 2^e place après l'abri-serre.

Il est à montrer que, de point de vue économique, l'abri intermédiaire occasionne en station une augmentation de dépenses à l'hectare de 1.400,00 dh environ par rapport au plein champ et une économie de 41.000,00 dh environ par rapport à l'abri-serre.

L'évaluation économique chez l'agriculteur est en cours de réalisation.

B. TENTATIVES DE BILAN

Les expériences décrites ont permis de préciser certains aspects des nouvelles recherches à l'INRA, leur caractère limité déjà mentionné n'empêche pas de dresser un premier bilan riche d'enseignement à plusieurs égards :

1— Elaboration des programmes :

La prise en compte des conditions locales (cas du PMAC), suite à des diagnostics plus ou moins poussés, rend la Recherche plus pertinente et efficace. Il s'ensuit un choix judicieux des solutions à expérimenter et une meilleure planification des opérations à entreprendre. A cet égard, la participation de l'INRA à des projets de développement intégré ne peut être qu'extrêmement bénéfique aux chercheurs.

2— Procédés de recherche utilisés :

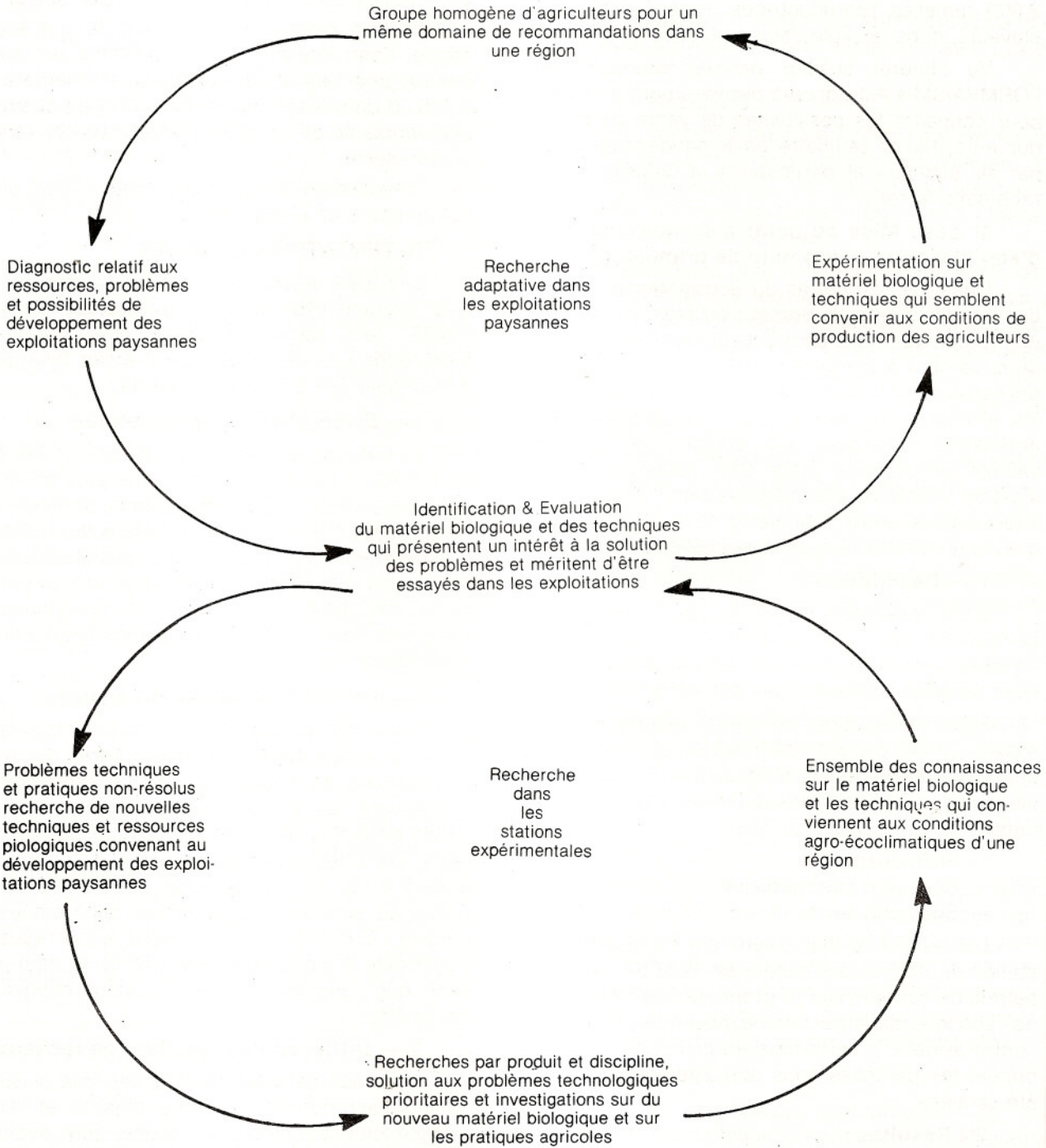
Un fait a été bien mis en valeur : dès qu'on quitte la station-INRA pour entreprendre des expérimentations en milieu réel, on se rend compte rapidement, de la nécessité d'adopter des procédés simplifiés compréhensibles par des producteurs. Dans les expériences décrites, les moyens utilisés et les voies empruntées ont été très divers. Certaines approches sont même apparentées au modèle « O.P. » (1^{er} cas : céréales et fourrages) ou au modèle à « boucle fermée » (2^e et 4^e cas) mais sans que leur promoteurs en aient pleinement conscience.

3 — Diffusion des résultats de recherche :

Il y a lieu de noter, en premier, que plusieurs options, approchant le même objectif et tenant compte des différentes situations, sont évaluées économiquement et proposées aux agriculteurs. **Il ne s'agit donc plus de recettes « valables partout et pour tous ».**

(*) Du 26 au 29 décembre 1986, les températures sont descendues assez bas au dessous de zéro degré, atteignant même un minimum extrême absolu de 3,4°C (29.12.86).

Figure 3 — COORDINATION DES TROIS NIVEUX D'INTERVENTION



Exp : Traduction de la fig. 1 « Farming System Research in Eastern African » par M.P. Collinson.

D'un autre côté, la diffusion de certains résultats (parmi les plus finis) **s'est faite en dehors des circuits officiels de la vulgarisation agricole**. Les techniques élaborées ont été adoptées d'une manière spontanée, par les producteurs. Dans d'autre cas (céréales et fourrages) **la disponibilité des semences** paraît être, à l'avance, la condition sine qua non de la réussite de toute opération de diffusion à grande échelle.

IV. CONCLUSION :

Les éléments d'appréciation qui viennent d'être dégagés contribuent à prouver que, pour être effectivement productive, la recherche agronomique doit être pratiquée autrement que par le passé. Les tentatives allant dans ce sens ne manquent pas. Nous pensons, cependant, que la consolidation de cette nouvelle orientation nécessite la définition d'un cadre méthodologique d'ensemble. Ce cadre, tout en organisant les rapports entre les différentes étapes du processus de recherche-diffusion et les relations entre les partenaires dans ce processus (chercheurs, agriculteurs, vulgarisateur) doit permettre une mobilisation intense des disciplines scientifiques et un foisonnement de procédés de recherche et de diffusion, adaptés aux différents cas et situations.

L'approche **recherche-développement** (R-D)

paraît convenir parfaitement à cette fin (voir fig. 2 et 3). Elle comprend les phases suivantes :

1 — Diagnostic pluridisciplinaire des principaux problèmes de production en collaboration avec les agents de développement et les producteurs;

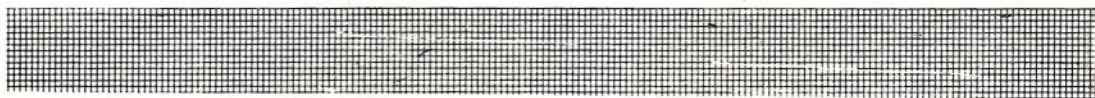
2 — Identification de solutions techniques et expérimentation des innovations correspondantes en station et chez les agriculteurs;

3 — Diffusion des innovations techniques correspondantes aux besoins, contraintes et possibilités des groupes d'exploitations visés et aussi aux caractéristiques des organismes susceptibles d'aider à la diffusion des innovations.

La mise en œuvre de cette approche, tout en encourageant le travail en équipe et stimulant la participation des producteurs et développeurs, conduira obligatoirement l'INRA à s'intéresser **au diagnostic**, trop souvent négligé, **des conditions socio-économiques et organisationnelles nécessaires à l'adoption des innovations techniques élaborées**.

Ce qui permettra à l'institution de gagner en efficacité : condition indispensable à son enracinement dans la réalité agricole du pays.

Fait à Agadir, le 05.02.1987.



Références bibliographiques :

- | | | | |
|-------------------------|--|--------------------|--|
| (1) D. HORTON : | Spécialisation des sciences sociales et recherche agricole. CRDI (Canada). 1984. p. 51. | (5) A. NAITLHO: | « Quelques résultats sur la croissance et l'engraissement des jeunes ovins de race Timahdit » in Réunion annuelle du CR-INRA Meknès — 29 octobre 1986. |
| (2) ISNAR: | L'INRA du Maroc. bilan et perspectives. La Haye. 1984. Annexe 10. P. 65. | (6) M. RAMI et al: | « Conduite en bergerie de la race ovine D'MANE résultats de cinq années d'observations à la station expérimentale Meizhar (Massa) » Réunion annuelle du CR-INRA Souss-Sahara — Agadir 16 octobre 1986 |
| (3) R. CORTBAOUI: | Recherches en champs d'agriculteurs en vue de l'optimisation de la productivité de la pomme de terre (description d'une approche courante au C.I.P.). CIP. 1981. | (7) L. CHAJIA: | « Lutte contre le gel sur tomate de primeur plein champ par l'emploi de l'abri intermédiaire » in Réunion annuelle du CR INRA Scouss Sahara Agadir. 16 octobre 1986 |
| (4) M. MOUSSAOUI et al: | « Expérimentations sur céréales et fourrages dans la zone du projet Moyen-Atlas Central » in Réunion annuelle du CR-INRA Meknès — 29 octobre 1986. | | |

LE TRANSFERT DES RESULTATS DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Pour de nouvelles méthodes

Ahmed HERZENNI
(CRRRA-Settat)

L'objet de cet exposé concerne « le transfert des résultats de la Recherche ». Il nous paraît important d'abord de relever que cette notion peut être trompeuse, dans la mesure où elle suggère qu'il peut s'agir d'un simple mouvement de transmission, de transport en quelque sorte d'un objet qui est « les résultats de la Recherche », vers... un autre objet : l'exploitation agricole. En réalité les choses ne sont pas si simples. Sans même aborder tout de suite les questions qui se posent à l'amont du transfert — tout ce qui détermine la production même des résultats de Recherche —, l'on peut se demander si au cours de leur « déplacement » ceux-ci ne vont pas subir une certaine déperdition, une certaine altération et surtout si arrivés à leur destination, c'est-à-dire l'exploitation agricole — en fait l'agriculteur —, ils ne vont pas risquer de se trouver rejetés, soit immédiatement soit à terme, ou au moins de subir de nouvelles altérations, jusqu'à devenir méconnaissables et pour leurs propres producteurs d'abord, les chercheurs agronomes. Ce ne sont pas là des hypothèses. Les exemples ne manquent pas de techniques ou d'innovations qui n'ont pas pu être répandues dans les campagnes malgré toutes les campagnes d'information et de vulgarisation. Non plus d'autres techniques ou innovations qui ont certes pénétré peu ou prou, mais dont le mode d'emploi n'est pratiquement jamais observé. Ainsi le cover-crop qui n'est qu'une herse, est devenu non seulement l'instrument de labour par excellence, mais, parfois, un instrument de battage, alors que d'autres fois l'on sème des légumineuses dans des sillons tracés à la charrue à trois disques. Ainsi également sait-on que les fertilisants chimiques, lorsqu'ils sont employés, le sont, du moins dans les zones semi-arides, à des doses souvent insignifiantes. De même pour les herbicides. Ceci pour ne parler que de techniques plus ou moins isolées. Lorsqu'il s'agit de « paquets techniques », liés à une nouvelle variété par exemple, alors il vaut mieux ne pas se faire d'illusions : l'agriculteur ne « marchera » pas — ce qui ne veut pas dire d'ailleurs qu'il ne faut pas tenter de le convaincre, nous y reviendrons.

La question qui se pose maintenant est de

savoir pourquoi l'agriculteur marocain se permet tant de libertés avec le mode d'emploi des techniques qu'on lui offre — quand il ne refuse pas tout simplement d'adopter lesdites techniques. Evidemment il ne s'agit pas tant de « libertés », puisque le plus souvent les consignes sont révisées à la baisse. Les doses d'herbicide ou de fertilisant, p.e., sont quasi-systématiquement réduites. On impute cela, généralement, soit à la fameuse « ignorance » du paysan, soit aux contraintes économiques qui pèsent sur lui. La première « explication » ne mérite même pas d'être discutée, tant elle renseigne d'abord sur l'incapacité de ceux qui la préfèrent de remettre en question leur propre pratique afin de la rendre plus crédible, aux yeux du paysan précisément. Quant à la seconde, elle est plus plausible. La masse des agriculteurs n'ont pas, effectivement, les moyens de se permettre l'utilisation de tous les intrants qu'on leur propose, selon les normes qu'on leur propose. Cependant, il est certain que s'ils voyaient, sans l'ombre d'un doute, leur intérêt dans l'utilisation desdits intrants, ils n'hésiteraient guère à consentir les sacrifices nécessaires pour les acquérir, surtout avec les facilités que leur offre, malgré quelques problèmes, le CA*, entre autres. Force est donc de supposer qu'ils ne considèrent pas forcément que l'utilisation « normale » des intrants correspond à leur intérêt. C'est dire, aussi scandaleux que cela puisse paraître, que l'augmentation de leur production — en fait d'une ou de quelques unités de leurs productions — ne représente pas obligatoirement leur objectif majeur. Celui-ci, comme plusieurs études l'ont démontré, consiste plutôt à atteindre un certain optimum de l'ensemble de leur système de production, sinon dans la simple minimisation des risques qu'encourt ce système de production. Celui-ci se compose de quatre sous-systèmes : le sous-système de cultures, l'élevage, le travail familial et les activités annexes. Pour l'agriculteur ces quatre sous-systèmes sont étroitement solidaires. Leur agencement doit permettre, soit, dans les cas les meilleurs, l'obtention de l'optimum dont il était question plus haut, soit, dans des cas moins favorables, les plus fréquents malheureusement, des

* Crédit agricole.

compensations mutuelles entre les sous-systèmes. Il n'acceptera de troquer cet équilibre complexe et cette complexité même, contre la simplicité d'un système plus productiviste, plus spécialisé et plus grand consommateur d'intrants, que si l'augmentation de la production qu'on lui promet dépasse un certain seuil, vraisemblablement placé très haut. Or, on se soucie rarement de définir ce seuil et il nous semble qu'en tout cas, pour les zones soumises à l'aléa climatique qui nous concernent au premier chef, ce seuil est indéfinissable, par conséquent il y a fort à parier que l'agriculteur de ces zones continuera à faire montre de beaucoup de circonspection et de parcimonie face à l'utilisation d'intrants et à l'innovation en général — l'innovation productiviste en tout cas. Il n'adoptera celle-ci que dans les limites, aussi bien qualitatives que quantitatives, que lui permet l'équilibre général de son système de production. Mieux encore : il continuera à privilégier, afin d'obtenir une augmentation modérée de ses productions, les vertus intrinsèques de celui-ci, à savoir la polyfonctionnalité des outils, le jeu des rotations et des dates de semis, etc.

Il y a là d'ailleurs tout un programme pour une recherche adaptée et véritablement efficiente et l'on peut se féliciter qu'au Centre Aridoculture l'on s'oriente déjà dans ce sens, bien que trop spontanément encore.

Le souci de l'agriculteur de préserver l'équilibre général de son système de production complexe nous amène à aborder une autre dimension de son attitude : la dimension culturelle. Nous ne ferons qu'effleurer celle-ci. Pour dire que l'agriculteur marocain, pour peu que des circonstances particulières ne viennent pas à le bousculer, est un écologiste né. Il a une perception exacte de son milieu naturel. Celui-ci, dans la plupart des cas, est caractérisé par la fragilité, celle des sols par exemple, et par la domination de l'aléa climatique. L'agriculteur sait qu'il ne peut être sollicité au delà d'une certaine mesure sans que son intégrité et sa reproductibilité ne soient compromises. C'est pourquoi il a tendance à refuser, ou du moins à diluer en quelque sorte des techniques qui lui semblent trop agressives, quitte à renoncer à des performances sensationnelles et à s'accrocher à des valeurs de (?) et de frugalité, valeurs précieuses s'il en est et qui d'ailleurs, à l'occasion n'excluent pas la bombe...

Nous avons insisté sur ces deux points, parce qu'ils nous semblent se situer au cœur du problème du transfert. La première question en effet lorsqu'il s'agit de transfert est : qu'est-ce qu'il faut transférer, qu'est-ce qui peut-être transféré ?

Il nous semble que la réponse est claire : est transférable seulement ce qui, à sa conception même, a été informé par les traits culturels valables les plus marquants et par les objectifs que se donnent les populations destinataires. En l'occurrence, il s'agit de développer des techniques les plus polyvalentes et les plus douces possibles. Au delà, l'enjeu est de retrouver une ligne de développement technique endogène et de relever un défi civilisationnel.

Comme je l'ai déjà dit plus haut, au Centre Aridoculture de Settat est en train de s'amorcer une expérience prometteuse. Je fais allusion surtout à des recherches qui portent sur la comparaison de différents travaux du sol, sur l'adaptation éventuelle de différents matériels à faible puissance, voire à traction animale, sur les systèmes de cultures, sur des alternatives au desherbage chimique, sur les maladies des plantes, etc.

Maintenant, la question est celle du comment ? Comment transférer les résultats de ces recherches ?

Nous avouons que sur ce chapitre, nous n'en sommes encore qu'aux premiers balbutiements. Cependant quelques principes commencent à être reconnus et appliqués :

1) La nécessité d'améliorer notre connaissance des systèmes de production des régions d'intervention et des changements qui peuvent les traverser. A cet effet, des socio-économistes sont sur place et ils ont accumulé une masse importante de données sur la Chaouia et Abda en particulier. Ces données sont progressivement analysées et communiquées à l'ensemble des chercheurs. Il nous semble que ce travail aurait tout à gagner s'il pouvait bénéficier de la contribution supplémentaire d'un ou plusieurs anthropologues.

2) La nécessité de multiplier les tests chez les agriculteurs, une fois la valeur technique des innovations éprouvée en station ou dans les essais contrôlés. Cette étape est en effet décisive pour ce qui concerne la transférabilité réelle des nouvelles techniques. En 1985-86, le Centre Aridoculture a effectué une soixantaine de tests chez les agriculteurs. Cette année, ce chiffre s'est accru d'un bon tiers. Cependant, cette pratique pose quelques problèmes :

a — Les techniques testées ne sont pas toujours celles qui correspondent à un besoin pressant des agriculteurs. Autrement dit, les priorités du point de vue des agriculteurs, du point de vue des systèmes de production sont parfois méconnues. Il faudrait trouver un compromis entre lesdites priorités, d'une part, le fait, d'autre part, que beaucoup

de chercheurs sont attachés à des sujets de thèse, et enfin cet autre fait qu'une certaine structure des disciplines prédomine à l'INRA (par ex. il y a de nombreux phytiatres, mais peu de machinistes).

b — Une certaine confusion continue de régner entre essais contrôlés et véritables tests chez les agriculteurs. En fait la plupart des essais réalisés jusqu'ici hors station appartiennent à la première catégorie. Ce sont des essais effectués à petite échelle par un seul chercheur ou par des chercheurs d'une spécialité unique et portant sur une technique généralement isolée. L'importance de tels essais n'est pas discutable, ne serait-ce que parce qu'ils permettent de diversifier les conditions des expérimentations. Celle des essais-diagnostic non plus, d'ailleurs. Mais ni ceux-ci, ni ceux-là ne peuvent être assimilés à des tests chez les agriculteurs. Ces derniers visent essentiellement à vérifier l'adaptabilité des innovations aux systèmes de production. Pour ce faire la première condition, est qu'il soit proposé de les faire à une échelle la plus rapprochée possible de l'échelle réelle, afin que les résistances éventuelles du système de production puissent se manifester — ou que son absence de résistance permette de conclure à une adaptabilité certaine —, le premier indice à cet égard étant d'ailleurs la disposition de l'agriculteur à prêter une parcelle tant soit peu importante — ou au contraire sa réticence. La deuxième condition, qui renforce la première, est que, chaque fois qu'il le faut, l'on propose à l'agriculteur tout un itinéraire technique, et non pas une technique isolée.

Que l'on nous entende bien, nous ne sommes pas des tenants de la théorie du « package » : le but, pour nous, est principalement d'amener l'agriculteur à s'exprimer sur ce qu'il peut admettre — et, c'est important, prendre à sa charge — et sur ce qu'il ne peut pas admettre, soit qu'il soit dépourvu des moyens nécessaires, soit qu'il le récuse du point de vue de son savoir à lui. La Recherche resterait libre bien entendu de déterminer jusqu'où elle peut accepter un compromis technique — et un partage des charges — avec l'agriculteur, mais la fécondité d'une telle approche négociée n'échappe à personne pensons-nous. Elle est susceptible de favoriser l'extension d'itinéraires techniques améliorés, qui sont peut-être ce que nous pouvons

espérer de mieux, et elle responsabilise l'agriculteur et en fait un partenaire à part entière de la Recherche, instaurant ainsi entre ces deux parties un véritable dialogue.

3) Un troisième principe d'action ressort de lui-même de ce qui précède, c'est le principal de l'interdisciplinarité. Traditionnellement, on le sait, chaque discipline agronomique, comme toute discipline scientifique d'ailleurs, est jalouse de son territoire, quand elle n'est pas impérialiste. Il s'ensuit que la collaboration entre plusieurs disciplines est souvent conflictuelle, en tout cas difficile. Heureusement à la Recherche, cet obstacle de nature principalement psychologique est en train d'être surmonté. On voit déjà un certain nombre de protocoles élaborés en commun par des chercheurs de disciplines différentes. Mais c'est de l'extension des tests chez les agriculteurs, de la prégnance croissante de la problématique du transfert qu'il faut attendre l'approfondissement de l'esprit interdisciplinaire, car c'est lorsque l'on sort de la station que l'on se rend compte de la pluralité complexe des problèmes, et que l'on peut se convaincre de la nécessité, pour les affronter, de mobiliser une pluralité organisée d'efforts. Dans cette optique, nous ambitionnons, à Settat, de nous adresser non plus seulement à des agriculteurs isolés, mais à tous les agriculteurs d'un terroir par exemple.

4) Cela nous conduit au vœu ultime, qui est d'assurer la jonction entre la Recherche et le Développement. En fait, ceux-ci devraient constituer une seule et même chose, y compris institutionnellement. En attendant, les services de la Recherche ont besoin de ceux du Développement, ne serait-ce que pour impulser les transformations organisationnelles qui sont souvent le pendant indispensable des changements proprement techniques, quand ils ne sont pas un préalable à ces changements techniques. Mais bien entendu les deux entités — puisqu'elles sont encore des entités séparées — peuvent et doivent collaborer à toutes les étapes du processus, à commencer par la définition même des programmes de Recherche — sans jamais oublier la « troisième entité » : l'agriculteur.

Settat, le 07.02.87

RESULTATS PRELIMINAIRES DE RECHERCHE EN ARIDOCULTURE

Mr. EL MOURID, M.*

L'agriculteur, le développeur (ou vulgarisateur) et le chercheur travaillant en zones aride et semi-aride font face à l'aléa climatique où la variabilité des conditions climatiques est imprévisible. Tous ces opérateurs essaient de trouver des solutions qui minimiseraient les risques.

Le programme aridoculture de l'INRA a pour objectifs d'augmenter et de stabiliser la production des céréales, des légumineuses alimentaires et des fourrages en zones aride et semi-aride du Maroc occidental (250-450 mm), tout en recherchant des systèmes de production performants. La majorité des projets de recherche est d'une vie très courte et il serait difficile de choisir doré et déjà tous les résultats qui pourraient être vulgarisés. Cependant une tentative d'énumération des résultats préliminaires est essayée dans les paragraphes suivants.

1 — Dans le domaine de l'amélioration génétique

Les recherches entreprises sont en train de définir les caractéristiques agronomiques des variétés qui seraient adaptées à la sécheresse et aux maladies et parasites.

Pour les céréales d'automne, les lignées testées sont prometteuses et dépassent de 30 à 50 % les variétés Nesma, Cocorit ou Orge 905 (1). Pour le maïs, le type de variété (plante) recherchée est de type précoce (2).

Pour les légumineuses alimentaires, le pois-chiche d'hiver résistant à l'antracnose permet une augmentation de rendement de 200-300 % par rapport au pois-chiche de printemps. (3, 14).

Pour les médicagos, plusieurs variétés sont testées et se montrent adaptées à la région. De même, ces recherches permettront une meilleure orientation du programme de la sélection variétale dans ce domaine (4).

2 — Dans le domaine de la protection des cultures

2 — a : — Le désherbage chimique :

Les recherches sur les désherbage chimique des céréales d'automne ont montré l'intérêt de cette technique essentiellement avec les semis précoces. Ainsi, les essais conduits ont montré que les pertes de rendement occasionnés par les

adventices peuvent être énormes. Le désherbage chimique a permis des gains de rendement pouvant aller jusqu'à 40 %.

L'étude de l'efficacité des herbicides montre l'intérêt des herbicides précoces dont la marge bénéficiaire justifierait l'emploi par les agriculteurs. (5).

2 — b : La lutte contre la cécidomyie :

L'autre ennui majeur des céréales est la cécidomyie (ou mouche de hesse). Cet insecte cause des dégâts graves et impose une limitation aux rendements. Les pertes occasionnées par la cécidomyie sur le blé peuvent atteindre 100 % ; et elles sont plus sévères en zones aride et semi-aride.

Trois axes de recherche sont suivis dans ce domaine.

— Une caractérisation biologique de l'insecte, étude de son cycle et l'influence des conditions de l'environnement sur le développement de la cécidomyie. (6).

— Une lutte à court terme par les techniques culturales (dates de semis, rotation...) et par l'emploi d'insecticides. Aussi, l'emploi de produits chimiques a-t-il permis une augmentation des rendements de 30 %. Cependant leur utilisation par les agriculteurs n'est pas encore possible (6).

— Une approche stratégique qui vise la création de variétés résistantes à la cécidomyie. Les résultats sont prometteurs et trois gènes de résistance ont été identifiés par le Centre Aridoculture (H5, H11, H13). Les travaux d'incorporation de ces gènes dans les variétés marocaines sont achevés et des variétés résistantes à la cécidomyie sont en train d'être développées. (7)

De même l'acquisition de la variété américaine SD 8036 qui est résistante à la cécidomyie a permis un gain de rendement de 35 % par rapport à la Nasma ou potam. (6)

3 — Dans le domaine des techniques de la conservation et de l'économie de l'eau

Les recherches menées dans le domaine de l'installation des céréales (8-9) montrent l'intérêt des semis précoces, de l'utilisation du semoir et

* Ingénieur Agronome chercheur Chef du Département d'Agonomie

des doses de semis faibles. Ainsi, les semis précoces du 15 novembre début décembre se sont montrés meilleurs et ont permis des gains de rendement de 25 % par rapport aux semis de mi-décembre-fin décembre, et de 50 % par rapport aux semis tardifs de début janvier. Les doses de semis de 60-80 kg/ha s'avèrent suffisantes pour des variétés à poids de 1000 grains entre 35 et 45 gr. Ces techniques permettent donc une économie de semence très importante.

Pour la fertilisation minérale (10), les recherches sont concentrées essentiellement sur l'azote et le phosphore (pour le potasse les sols de la région sont riches en cet élément). Une nouvelle approche est suivie dans ce domaine. Il s'agit de la calibration qui tient compte du type de sol, du précédent cultural et des analyses du sol et de la plante. Cette approche permet de faire des recommandations plus précises. L'utilisation du laboratoire mobile d'analyses de sol permettra une vulgarisation rapide des résultats. Ainsi les premiers résultats qui ressortent de la campagne 85-86 montrent que les sols peu profonds (rendzines) les doses d'azote ne devraient pas dépasser 30 kg/ha; par contre sur les sols profonds (tirs) les doses peuvent atteindre 90 kg/ha. L'utilisation de la fumure azotée a permis de multiplier le rendement par 3 dans plusieurs situations. Le phosphore a permis une augmentation sensible des rendements sur rendzines.

Les recherches sur la conservation de l'eau dans le sol et l'étude de la jachère, (11) montrent que cette dernière peut stocker 100 mm d'eau et les reporter sur la campagne suivante, ce qui a permis une augmentation du rendement du blé de 65 %.

La conception et la fabrication de l'outil de travail du sol, le Sweep (balayeur à lames) permet de varier la gamme des outils disponibles pour la conservation de l'eau dans le sol. (12).

4. Dans le domaine des systèmes de cultures

Les recherches menées sur les systèmes fourragers (13) blé/médicago (ley-Farming), blé/mélange-fourragier, blé/jachère non travaillée, ont montré la supériorité des médicagos et des mélanges fourragers sur la jachère non travaillée. Le médicago permet des productions de 5 à 6 T de matière sèche en plus de 1,5 tonnes de gousses avec un fourrage de bonne qualité; le mélange orge-vesce permet une production de 4-5 T de matière sèche. La jachère non travaillée, peut produire 2-3 T de matière sèche en moyenne.

5 — Dans le domaine du machinisme agricole

Le centre aridoculture a acquis des centaines de machines agricoles de certains pays d'Asie : l'Inde et la Thaïlande. Ce qui permet d'élargir la gamme de choix pour les agriculteurs.

De même un sweep et un semoir à traction animale ont été conçus et fabriqués au Centre Aridoculture. Ils ont été testés chez les agriculteurs de la Chaouia qui les ont appréciés.

Références bibliographiques

1. OUASSOU, A. et al. 1986 : Amélioration des céréales 1985-86. Synthèse provisoire du rapport « Programme Aridoculture ». INRA-SETTAT.
2. KARROU, M. 1986 : Plant population and genotype effects on water use efficiency, Growth and Development of Corn in the semi-arid area of Morocco.
M.S. Thesis, University of Missouri, Columbia.
3. Anonyme, 1986 : Dryland Farming Applied research project Accomplishments.
Note présentée à l'AID Rabat (4 pages).
4. DERKAOU, M. et al. 1986 : Amélioration de la production de médicago et de parcours. (voir 1).
5. TANJI, A. et REGHER, D. 1986 : Désherbage des céréales. (voir 1).
6. LHALOUI, S. et al. 1986 : Cécidomyie sur blé. (voir 1)
7. EL BOUHSSINI, M. 1986 : A study of hessian fly, *Mayetiola destructor* (Say.) biotypes and resistance in wheats in Morocco.
M.S. Thesis, Kansas State University.
8. BOUCHOUTROUCH, M. 1986 : Yield response of Three durum wheat varieties in a semi-arid environment.
M.S. Thesis, University of Nebraska Lincoln.
9. KARROU, M. et al. 1986 : Itinéraires Techniques et mécanisation (voir 1).
10. SOLTANPOUR, P.N. et al. 1986 : La calibration de la fumure N.P (voir 1)
11. BOUZZA, A. et al. 1986 : Effet du travail du sol sur la conservation de l'eau, la compaction et le lit de semence (voir 1)
12. BAHRI, A. 1986 : Présentation orale, réunion annuelle 1986 du CRRA du Doukkala, Abda et Chaouia. SETTAT.
13. MAZHAR, M. 1986 : Systèmes de cultures sur Fourrages (voir 1)
14. KAMEL, M. 1986 : Potential and Perspective of the winter chickpea in Morocco.
In the International Food legume Research conference on cool season food legumes.
USA-WA-Spokane 12-16 July 1986.

Tableau 1.
CEREALES D'AUTOMNE OUASSOU A. ET AL

B.D.		B.T.		ORGE	
N°	%	N°	%	N°	%
Lignée	Cocorit	Lignée	Nesma	Lignée	905
20	148	5	133	9	116,4
18	137	9 (1725)	130	4	114,5
23	135	POTAM	122	22	109,5
12	130	8	121	8	107,7
(1718)					
19	128	17	117	905	100
Cocorit	100	NESMA	100		

Tableau 2 :

**RENDEMENTS POTENTIELS (KG/HA) DU POIS-CHICHE D'HIVER
PAR RAPPORT AU PRINTEMPS (ANNEE x LOCALITE)**

CULTIVARS	1982-1983		1985-1986		MOYENNE		%
	HIVER	Printemps	HIVER	Printemps	HIVER	Printemps	
	ILC 195	1932	327	1780	980	1806	
ILC 482	1797	334	2390	1020	2093	677	+ 209
ILC 484	1667	340	2600	110	2133	725	+ 194
ILC 3279	1590	300	2360	840	1975	570	+ 246
RCH 46	1246	264	2110	1678	507	507	+ 230
MOYENNE	1626	313	2248	940	1937	626	+ 211

Tableau 3 :

DESHERBAGE CHIMIQUE

	AVANT PLUIE	APRES PLUIE
DESHERBE	21,4	15,2 (QX/HA)
TEMOIN (Non desherbe)	15,0	14,6
DIFFERENCE	6	1

DESHERBAGE CHIMIQUE

Moment d'application	1985-1986	
	ORGE (En Qx/Ha)	B.D. (en Qx/Ha)
3 — 4 FEUILLES	48,5	15,6
FIN TALLAGE	42,3	11,6
TEMOIN (Non desherbe)	34,7	8,6

TANJI A., EL BRAHLI A. & REGHER D.

LE POIS-CHICHE D'HIVER

par : M. KAMEL

Coordinateur Programme Légumineuses Chef du Centre Régional de la Recherche Agronomique de Doukkala, Abda et Chaouia B.P. 290 SETTAT

RESUME

Les progrès réalisés en 6 années en matière de sélection du pois-chiche d'Hiver au Maroc sont résumés dans cette publication. Le rendement potentiel en années normales est près de 20 qx/ha pour le pois-chiche d'Hiver comparé à 6 qx/ha pour le pois-chiche de printemps; soit un gain relatif de 210 %.

Le gain en précocité est de 25 à 45 jours selon les dates de semis et les variétés.

Cependant, l'expression du potentiel génétique est hautement influencé par l'environnement.

Certains problèmes de la culture du pois-chiche d'Hiver sont également discutés dans cette publication.

INTRODUCTION

Les légumineuses occupent une place importante dans les systèmes de cultures en zones dites favorables et à pluviométrie moyenne (350 — 450 mm). Ce rôle est d'une part lié à l'enrichissement du sol en azote et d'autre part à leur importance économique et nutritionnelle.

Le pois-chiche, en particulier, peut jouer un rôle économique substantiel bien que les niveaux de production actuels soient limités.

Le pois-chiche étant une culture de printemps, de ce fait il est le plus souvent soumis aux aléas climatiques et parasitaires. En effet, les stress hydriques et les acouts des hautes températures sont assez fréquents en fin de cycle; ce qui par conséquent limite le niveau de rendement de cette espèce.

En climat méditerranéen, il arrive le plus souvent que la demande climatique en fin du cycle soit supérieure à l'offre de la plante. Dès lors, la régulation stomatique intervient inévitablement et ce, indépendamment des réserves hydriques stockées dans le sol durant la saison humide.

Il est donc établi qu'une des meilleures stratégies pour améliorer l'efficacité hydrique est de cultiver la plante durant la période où l'évapotranspiration est minimale. D'où l'idée de cultiver le pois-chiche en Hiver (Hawtin, 1975). Les premiers essais dans ce sens ont été commencés par l'ICARDA en 1978 et exploités positivement dès 1979 par l'INRA (KAMEL, 1983).

CONDITIONS DE CULTURE

Les semis pour le pois-chiche d'Hiver sont

effectués entre le 10 et 30 novembre. Cependant, ce déplacement du cycle de culture impose à la plante de nouvelles conditions écologiques différentes de celles du printemps.

En effet, l'humidité relative élevée en hiver est un facteur favorable pour le développement de l'anthracnose (*Ascochyta rabiei*), maladie déjà redoutée pour la culture normale du pois-chiche au printemps (JANATI et SCHLUTER, 1977). Les basses températures et les risques de gel supposent également que les variétés soient adaptées pour ces nouvelles conditions.

Il est donc essentiel sur le plan génétique que le pois-chiche d'Hiver soit résistant à l'anthracnose et tolérant au froid. L'évidence de la variabilité génétique des deux caractères a été montrée chez le pois-chiche (SINGH et al, 1983 a et b).

POTENTIALITE DU POIS-CHICHE D'HIVER

Les résultats des comparaisons du pois-chiche d'Hiver et du printemps sur 3 campagnes et 4 sites (Douyet, Merchouch, Settata et Jemaa Shaim) sont résumés dans le tableau 1.

Ces résultats montrent que les rendements du pois-chiche d'Hiver sont en moyenne de 20 qx/ha comparé à 6 qx/ha pour la culture normale au printemps, permettant un gain relatif de plus de 210 %.

Cependant l'expression de ce potentiel génétique reste tributaire des conditions climatiques. En particulier, les résultats exposés dans le tableau 2 montrent qu'avec une pluviométrie bien répartie de 550 mm, le rendement potentiel moyen est de 33 qx/ha; cependant, la différence n'est que de 17 % par rapport au printemps. Avec 370 mm, les rendements étaient de 15 qx/ha, mais le gain relatif du pois-chiche d'Hiver est de 197 %.

Ces données suggèrent que le potentiel génétique du pois-chiche d'Hiver s'extériorise d'avantage en année moyenne et dans les zones arides. Les dates de semis peuvent également avoir les mêmes effets. De ce fait, il est conseillé de procéder à un semis précoce pour tirer avantages de cette culture.

AVANTAGES ET LIMITES DE LA CULTURE

La culture du pois-chiche en Hiver présente plusieurs avantages par rapport à celle de printemps qui méritent d'être mentionnés :

1. gain évident de rendement allant jusqu'à 200 % et plus;
2. précocité à la récolte de 25 à 45 jours selon les régions et les périodes du semis;

3. meilleure utilisation de l'eau des pluies qui est simplement perdue par évaporation entre Novembre et Avril pour la culture de printemps;

4. offre de ce fait la possibilité d'extension de la culture de pois-chiche en zone aride;

5. La mécanisation des récoltes est plutôt facilitée à cause du port très développé et érigé des pois-chiche d'Hiver;

6. les labours précoces peuvent être effectués immédiatement après les récoltes;

7. Certaines maladies ou parasites potentiellement importants au printemps peuvent selon certaines conditions être réduits en Hiver : cas des mineuses en cas d'Hiver rigoureux.

En contrepartie cette culture s'expose beaucoup plus que pour le printemps à **L'antracnose**. Les effets endémiques de cette maladie sont d'autant plus élevés qu'on a à faire à un champignon variable et dont l'existence de races physiologiques n'est pas exclue (AMEZIAN, 1977; RIDDY et al, 1983).

Sur le plan génétique ceci suppose que les variétés de pois-chiche d'Hiver doivent au mieux posséder une résistance non spécifique ou stable; ce qui dans la pratique n'est pas chose aisée à cause de certaines barrières génétiques.

Dans ce sens, un programme de sélection pour la résistance dite Horizontale a été entamé depuis 1977 en collaboration avec la FAO (PIETERS, 1985).

Parrallèlement à ce programme, des progrès considérables ont été réalisés en matière de sélection de pois-chiche de type Kabouli (ou commun) et à résistance spécifique à l'antracnose (voir tableau 3 et 4).

Dans le court terme une combinaison judicieuse « résistance génétique x traitement chimique » est à préconiser pour avoir plus de sûreté dans la pratique.

Hormis ce problème, d'autres maladies ou parasites peuvent devenir potentiellement importantes en Hiver. Dans le Sud, en zone aride à hiver tempéré, de fortes attaques de fusarium sf. ont été observées. D'autres maladies ont été aussi identifiées : stemphyllium et botrytis.

Les autres aspects à considérer pour le pois-chiche d'Hiver seraient :

1 — Ses conséquences sur les systèmes de cultures où d'habitude le pois-chiche est plutôt considéré comme culture de rattrapage en situation aléatoire;

2 — Effet du déplacement du cycle de culture sur le calendrier des travaux et besoins en main d'œuvre;

3 — Changement des pratiques culturales et ses conséquences agronomiques (Desherbage, dose de semis, fertilisation etc...).

4 — Incidence de l'orobanche sur cette culture;

5 — Fixation symbiotique de l'Azote : il est bien connu que les souches de Rhizobium cicer sont plutôt spécifiques à la culture du pois-chiche; il devient dès lors nécessaire de considérer les besoins en matière d'inoculation dans les zones où le pois-chiche est introduit pour la première fois. Nos essais ont montré que si ces conditions ne sont pas requises, les rendements ne dépassent guère les 3 qx/ha.

CONCLUSION

Le pois-chiche d'Hiver est une innovation dont les aboutissements ne sont pas encore tous exploités. Les avantages sur le plan agronomique et économique sont certains et dépassent de loins ceux du printemps.

Il est toutefois nécessaire de cerner tous les aspects liés à cette culture pour plus de progrès.

REFERENCE :

AMEZIAN, A. 1977 — quelques aspects de la biologie d'*Ascochyta rabiei*. Thèse de DEA. Univ. Gembloot — BELGIQUE.

HAWTIN, G.C. 1975. The Status of chickpea research in the Middl East. Pages 109-114. In Proceeding of the International Workshop on Grain Legumes. ICRISAT, Patancheru, A.P., India.

JANATI, A. et SCHLUTER, K. 1977 — Lutte contre l'antracnose du pois-chiche. Le Maroc Agricole. 91. PP : 22-25.

KAMEL, M. 1983. The Status of chichepea Production and Research in Morocco, pp : 247-254. in Proceeding of the workshop on Ascochyta Blight and winter sowing of Chickpeas (Saxena, M.C. and Singh, K.B. eds) ICARDA. 4-7 May 1981. Aleppo, Syria.

REDDY, M.V., Hussain, S.A., MALIK, B.A. and SINGH, K.B., 1983 — Relation reaction of some chickpea desi germplasm Lines to *Ascochyta bligh* in Pakistan and Syria. International Chickpea News Letter., 8 : 24-15.

PIETER R. 1985. Rapport Annuel Programme Resistance Horizontale. Station Centrale des légumineuses Alimentaires — INRA.

SINGH, K.B., NENE, Y.L. and REDDY, H.V. 1983 a — An international Screening of Chickpea for resistance to *Ascochyta blight*. In workshop on *Ascochyta Blight* and Winter Sowing of Chickpea. ICARDA Aleppo 4-7 May, 1981.

SINGH, K.B., SAXENA, H.C. and AGRIDLEY, H.E. 1983 — Screening chickpeas for cold Tolerance and Frost resistance. In Chickpea ICARDA-Aleppo 4-7 May, 1981.

TABLEAU 1 : Rendements potentiels (kg/ha) du pois-chiche d'hiver par rapport au printemps (année x localité)

Cultivars	1982-1983		1985-1986		MOYENNE		
	Hiver	Print.*	Hiver	Print.*	Hiver	Print.*	%
	ILC 195	1832	327	1780	980	1806	653
ILC 482	1797	334	2390	1020	2093	677	+ 209
ILC 484	1667	340	2600	1110	2133	725	+ 194
ILC 3279	1590	300	2360	840	1975	570	+ 246
PCH 46	1246	264	2110	1678	507	507	+ 230
Moyenne	1626	313	2248	940	1937	626	+ 211

TABLEAU 2 : Incidence de la pluviométrie sur le rendement du pois-chiche d'hiver et printemps (kg/ha)

Cultivars	550 mm			370 mm		
	Hiver	Print*	%	Hiver	Print*	%
ILC 72	2780	2430	+ 14	1500	570	+ 160
ILC 194	3100	2510	+ 23	1270	530	+ 140
ILC 195	2680	3010	- 10	1920	530	+ 260
ILC 200	3530	3000	+ 17	1980	400	+ 395
ILC 202	3430	2460	+ 39	1480	510	+ 190
ILC 482	4000	2900	+ 37	1750	510	+ 240
ILC 484	4100	3380	+ 21	1520	570	+ 160
ILC 1407	3760	2760	+ 36	1460	530	+ 170
ILC 2548	2910	3840	- 24	1640	560	+ 190
ILC 2555	3720	2850	+ 30	1370	630	+ 117
ILC 3279	3270	2240	+ 45	1520	440	+ 240
Local	2600	2700	- 4	990	410	+ 140
Moyenne	3323	2840	+ 17	1533	515	+ 197

* Print. = Printemps

TABLEAU 3 : Progrès effectués en matière de sélection pour la résistance à l'antracnose.

Année	Total génotypes	NB. de génotypes avec note				
		1	3	5	7	9
Avant 1978	testés					
Kabouli	67	0	1	2	6	58
Desi	26	0	6	1	2	17
Total	9	0	7	3	8	75
1981-82						
Desi	55	0	32	3	4	16
Total	142	0	51	7	12	72
1985-86						
Kabouli	88	0	39	34	8	7
Desi	25	0	12	11	1	1
Total	113	0	51	45	9	8

* 1-9 ICARDA scale

1 = Très résistant, 3 = résistant, 5 = tolérant.

7 = sensible, 9 = très sensible.

TABLEAU 4 : Cultivars Kabouli avec résistance stable à *Ascochyta blight* au Maroc

Cultivars	Origine	1983-84		1985-86	
		Merchouch	Douyet	Ain N zegh	x b
ILC 182	USSR	3.5	3.5	4.5	3.6 0.67
ILC 202	USSR	2.0	2.5	3.0	2.5 0.62
ILC 2506	USSR	2.5	3.5	5.0	4.0 1.51
ICL 2956	USSR	3.0	3.5	4.0	3.5 0.62
ICL 3856	Morocco	3.0	3.0	4.5	3.5 0.97
FLIP 82-2C	ICARDA	4.0	3.0	4.0	3.6 0.05
FLIP 82-3C	ICARDA	4.5	4.5	4.5	4.5 0.00
FLIP 82-64C	ICARDA	2.0	3.0	4.7	3.2 1.69
FLIP 82-68C	ICARDA	3.5	4.5	4.2	4.0 0.40
FLIP 82-99C	ICARDA	3.0	4.5	4.0	3.8 0.56
FLIP 82-259C	ICARDA	2.0	4.0	4.2	3.4 1.32
FLIP 81-42W	ICARDA	2.0	2.5	4.5	3.0 1.59
FLIP 81-75C	ICARDA	2.0	4.0	5.0	3.6 1.83
ILC 482	TURKEY	5.5	5.5	5.5	5.5 0.00
ILC 195	TURKEY	2.0	2.5	6.5	3.6 2.88
Moy. Population		2.9	3.6	4.5	3.6 1.00

NB : b = Coefficient régression

x = moyenne

RESULTATS ACQUIS EN MATIERE DE SELECTION GENETIQUE DU COLZA AU MAROC

Par : M. Boujghagh

Chef de la Station Centrale des Plantes

Oléagineuses

INRA — BP. 415 — RABAT —

I — INTRODUCTION :

Le Colza *Brassica napus* ssp oléifera L. est une plante oléagineuse annuelle appartenant à la famille des Crucifères.

Les huiles issues des graines du genre *Brassica* sont caractérisées par la présence d'un acide gras monoinsaturé, l'acide érucique, qui était tenu comme responsable des effets physiopathologiques observés chez certains animaux. Chez certaines souches de rats, par exemple, des doses assez élevées d'huile de Colza leur causaient des dépôts lipidiques et des nécroses au niveau du myocarde.

Comme le montre le tableau 1, l'acide érucique est l'élément principal des huiles des anciennes variétés de Colza dans lesquelles il représente environ 52% du total des acides gras. De ce fait, l'huile de Colza a fait l'objet de vives critiques il y a quelques années. Ce qui a entraîné une diminution des superficies consacrées à cette culture, notamment en Europe, bien que cette « toxicité » n'a pas été extrapolée à l'homme et que cette maladie du rat n'ait rien de commun avec les maladies cardiovasculaires humaines graves et fréquentes (J. MORICE et E. CHONE 1979).

Ainsi, dans la plupart des pays producteurs de colza oléagineux, la sélection génétique s'est définitivement orientée vers la création de variétés sans acide érucique (teneur inférieure à 5 %).

II — RESULTATS ACQUIS EN MATIERE DE SELECTION VARIETALE :

Par manque de température suffisamment basses nécessaires à l'hivernalisation, on ne peut cultiver dans notre pays que des variétés de printemps, d'Europe par exemple, qui donnent de bons résultats en semis d'automne.

1 — Résultats de la Recherche Agronomique (Période 1974-1983).

Les essais comparatifs de variétés effectués de 1974 à 1983 dans différentes régions du Maroc, en culture d'automne, avec des variétés de printemps d'Europe; Crésor, Brutor et Orpal, et des variétés marocaines; 1003/74, 1004/74, 1006/74.

Mountija, Yasmin, Dahbia, Guich 74, Fidia et Aslia, ont mis en évidence le rôle fondamental que peut jouer le facteur variétal (Tableau 2).

Les niveaux des rendements moyens atteints sont encourageants. L'analyse de la qualité de l'huile (Tableau 3) a permis le choix de trois variétés pratiquement « exemptes » d'acide érucique: 1003/74, 1004/74 et 1006/74. Les analyses effectuées par le CETIOM. (Tableau 4 décodé à la page 8). Viennent confirmer encore une fois ce résultat. Ces variétés sont actuellement en vulgarisation chez les agriculteurs quoique leur tourteau est riche en glucosinolates. Leur teneur en huile varie de 40 à 45 % par rapport à la matière sèche.

2 — Travaux génétiques en cours (1983-1987) :

Les variétés citées précédemment; 1003/74, 1004/74, 1006/74, Mountija, Yasmin, Dahbia, Guich 74, Fidia et Aslia ont été créées par la Recherche Agronomique en 1972-74. Depuis cette date, à part le maintien variétal, aucun travail d'amélioration génétique proprement dit n'a été effectué sur cette espèce.

En 1983-84 l'Institut National de la Recherche Agronomique a introduit, entre autres, deux « variétés » « double-zéro ». Durant la même campagne une hétérogénéité a été observée sur ces variétés et plusieurs lignées en ont été tirées par autofécondations. Ces lignées présentaient une grande différence entre elles au point de vue précocité : teneur en huile (variant de 35 à 50 %) et différents caractères morphologiques. Elles avaient toutes en commun une coloration fortement antocyanée des tiges et des feuilles. En 1984-85 les meilleures lignées ont été multipliées en isolé. En 1985-86, certaines lignées, ayant montré leur supériorité en essais préliminaires, ont fait l'objet d'essais comparatifs en 2 localités; Merchouch et El Koudia (Tableau 5). Quoique cet essai n'a été effectué qu'une seule campagne, il montre désormais la supériorité des nouvelles obtentions relativement à 1006/74 (création INRA 1974) et à OPTIMA et ARIEL, (variétés printemps Dannoises).

La variété Optima présente, selon son obtenteur une teneur en acide érucique de 0,07 % et en glucosinolates de 0,04 %. La variété Ariel présente des teneurs en acide érucique et en glucosinolates qui sont respectivement 0,16 et 0,06 %.

Ces travaux se poursuivent actuellement avec, en plus, d'autres lignées et variétés récemment introduites du Danemark et du Canada. Après encadrement d'un Adjoint Technique et un saisonnier (pendant 2 Campagnes), des croisements dialèles entre lignées génétiquement éloignées ont été réalisés en vue de résoudre le problème des tourteaux; les glucosinolates.

III — CONCLUSION.

Le colza peut jouer un rôle important dans la réduction de la dépendance de notre pays en huile et en protéines. En effet les principaux problèmes liés à l'utilisation de ses produits sont résolus pour certains (acide érucique pour les huiles et thioglucosinolates pour les tourteaux) ou en passe de l'être pour les autres (productivité... etc). D'après BRETTE et al (1983), l'apparition des variétés de type 00, et la pratique du dépilliculage devraient entraîner une augmentation importante de l'utilisation des tourteaux de colza en alimentation animale et dans ce sens une diminution des importations de ce sous-produit d'origine divers.

Au Maroc, à l'état actuel des choses, vu le déterminisme génétique du caractère acide érucique, il est souhaitable sinon recommandé de ne vulgariser qu'une à deux variétés par région. En effet, d'après les travaux de HARVEY et DOWNEY, 1964; DOREL et DOWNEY, 1964; LOOF et APPELQVIST, 1964; KRZYMANSKY et DOWNEY, 1969; ROLLIER 1974 et MORICE, 1974; deux gènes majeurs à effets additifs, interviennent dans le déterminisme héréditaire de la teneur en acide érucique qui apparaît proportionnelle au nombre d'allèles normaux présents dans le génotype. Selon

les mêmes auteurs, la composition de l'huile de la graine, notamment le taux d'acide érucique, dépend du génotype de son embryon et non de celui de la plante. Sur le plan pratique, la culture de plusieurs variétés de colza semées côte à côte ou la limite dans une seule région, isolement non respecté, quoique présentant des teneurs en acide érucique même très faibles, pourrait nous surprendre à la récolte par de teneurs dépassant les normes fixées par la réglementation aussi bien nationale qu'internationale.

Quoiqu'il en soit la sélection de variétés de colza à très faibles teneurs en acide érucique ne semble pas avoir apporté une solution définitive à tous les problèmes physiopathologiques causés par l'huile de colza. En effet, même avec les huiles des variétés nouvelles, certaines nutritionnistes observent encore des lésions au niveau du myocarde de certains animaux (MORICE 1974).

Sur le plan agronomique, le colza dans les conditions marocaines, permet de valoriser, mieux que n'importe quelle culture de printemps, les régions où les sécheresses estivales sont fréquentes. Dans ces conditions, il constitue une tête de rotation intéressante, s'avérant un meilleur précédent à blé qu'une céréale (SEBILLOTTE, 1970). Par ailleurs son insertion dans un système de production céréalière est facile puisqu'il n'exige, d'une part, aucun matériel spécifique, et d'autre part sa maturité est atteinte à un moment où les blés se trouvent au stade laiteux, stade préféré par les moineaux, ce qui permet de réduire les dégâts de ce ravageur sur le colza, et de résoudre les problèmes de calendrier de travail de récolte. Enfin ces exigences écologiques et édaphiques peuvent être rapprochées de celles du blé. De là on peut déduire l'importance des potentialités de production de cette culture au Maroc.

On peut donc se demander pourquoi le colza n'est pas plus répandu que le tournesol dans notre pays ?

TABLEAU 1

COMPOSITION EN ACIDE GRAS (EXPRIMEE EN %) DES DIFFERENTES HUILES ALIMENTAIRES

	Huile Olive	Huile Arachide	Huile Tournesol	Huile Soja	Huile Colza
Acide palmitique C _{16:0}	7 à 15	6 à 8,5	4 à 8	11,5 à 12	2,7 à 3
Acide stéarique C _{18:0}	1 à 3,3	2,5 à 6,5	2 à 6	2,3 à 4,5	0,9 à 1
Acide oléique C _{18:1}	69 à 85	50 à 72	25 à 35	21 à 34	11,6 à 13
Acide linoléique C _{18:2}	4 à 12	13 à 26	50 à 65	49 à 59	9,8 à 15,2
Acide linoléique C _{18:3}	Traces	traces-2	2 à 8,5	8 à 10,8	
Acide arachidique C _{20:0}	0,1 à 0,9	3 à 5	traces-2	0,7 à 1,0	0,8
Acide gadoléique C _{20:1}	—	—	0,5		11 à 12,5
Acide béhénique C _{22:0}	—	3			—
Acide érucique C _{22:1}	—	—			42,9 à 57

(Source : Inf. CETIOM N° 42)

TABLEAU 2

COMPARAISON DES RENDEMENTS EN GRAINS (QX/HA) DES VARIETES DE COLZA

ESSAIS INRA-S.C.P.O.1 CAMPAGNE 1974-75 A 1983-84

Année	Nombre d'essais	1003/74	1004/74	1006/74	Moun- tija	Yasmin	Dahbia	Guich/ 74	Fidia	Aslia	Cresor	Brutor	Orpal	Moyenne
1974	6	—	—	—	21,75	21,55	21,26	19,89	—	—	—	—	—	21,11
1975	3	14,99	15,01	16,04	17,21	16,89	15,60	16,32	10,87	15,99	—	—	—	15,44
1976	6	15,19	15,56	12,76	15,84	16,92	16,54	—	16,75	17,17	—	—	—	15,84
1977	1	11,26	9,45	8,33	10,76	13,02	10,25	10,03	9,16	10,63	—	—	—	10,32
1978	3	10,95	9,56	9,70	7,22	10,05	9,90	12,27	9,01	11,03	—	—	—	9,97
1980	3	17,41	16,52	14,34	18,06	15,06	17,42	15,62	15,74	16,93	—	—	—	16,34
1981	4	13,38	12,40	11,55	14,43	—	—	—	—	—	8,80	14,50	11,73	12,40
1983	1	18,64	19,32	17,61	21,74	20,38	18,57	16,85	17,68	—	9,22	16,62	—	17,66
Moy. G.		14,55	13,97	12,90	15,88	16,27	15,65	15,16	13,20	14,35	9,01	15,56	11,73	14,89

(1) Station Centrale des Plantes Oleagineuses en collaboration avec les Stations Experimentales de l'INRA.

TABLEAU 3

COMPOSITION EN ACIDES GRAS DE 10 VARIETES MAROCAINES DE COLZA (INRA) DETERMINEE PAR CHROMATOGRAPHIE EN PHASE GAZEUSE

Acides gras essentiels	1003/74	1004/74	1006/74	Mountija	Yasmin	Dahbia	Guich/74	Fidia	Aslia	10176
Acide palmitique* : C _{16:0}	5,37	4,68	4,83	3,20	3,35	3,34	3,10	5,15	2,94	5,53
Acide oléique* : C _{18:1}	61,99	59,63	64,87	23,37	28,08	16,63	21,75	45,06	19,29	40,52
Acide linoléique* : C _{18:2}	24,35	23,38	21,02	13,07	14,54	13,72	13,17	19,90	13,74	17,70
Acide linoléique* : C _{18:3}	8,27	12,28	9,27	4,76	7,12	7,67	6,85	21,82	6,95	9,37
Acide gadoléique* : C _{20:1}	—	—	—	14,79	14,52	11,67	14,59	6,36	42,60	13,91
Acide érucique : C _{22:1}	0*	0*	0*	41,29*	32,42*	46,95*	40,46*	1,69*	44,46*	14,82*
	0,27**	0,66**	0,90**	40,04**	43,16**	40,62**	40,58**	2,42**	40,96**	13,07**
	traces***	traces***	traces***					traces***		
Glucosinolates**	8,85	9,77	11,30	8,65	7,63	6,59	8,11	6,32	5,51	6,36

* Analyses effectuées en janvier 1978 (moyenne de 4 échantillons/variétés) à Renne France.

** Analyse faites au Laboratoire de l'ETRINGOT-INRA France le 16/12/81.

*** Analyses effectuées au Laboratoire Officiel Casablanca le 30/11/81.

Tableau 4.

COMPOSITION * EN ACIDES GRAS DE 22 ECHANTILLONS DE VARIETES ET LIGNES DE COLZA

N° de Code	C. 16:0	C. 16:1	C. 18:0	C. 18:1	C. 18:2	C. 18:3	C. 20:0	C. 20:1	C. 22:0	C. 22:1
1	3,84	0,30	1,84	63,2	18,6	9,77	0,65	1,38	0,39	—
2	3,94	0,32	2,00	63,2	17,8	7,88	0,74	2,50	0,43	1,19
3	3,76	0,40	1,73	60,6	18,8	10,1	0,62	2,79	0,37	0,77
4	3,79	0,40	2,11	62,4	19,2	7,74	0,71	2,44	0,37	0,69
5	3,79	0,39	1,80	64,3	17,7	9,29	0,62	1,55	0,38	0,23
6	3,76	0,37	1,79	63,5	18,3	9,42	0,63	1,53	0,35	0,27
7	4,54	0,43	3,24	61,2	18,8	6,15	1,02	2,77	0,38	1,25
8	4,30	0,32	2,07	61,5	20,3	7,26	0,77	2,28	0,42	0,78
9	4,59	—	2,20	64,2	19,1	7,48	0,76	1,27	0,39	—
10	3,91	0,28	1,87	63,0	17,7	10,0	0,71	1,73	0,41	0,31
11	4,53	0,40	1,51	58,8	20,3	11,6	0,57	1,44	0,36	0,40
12	3,92	0,30	1,68	42,5	15,5	9,40	0,68	14,9	—	10,8
13	4,26	0,52	1,139	56,0	23,7	11,2	0,58	1,67	0,35	0,33
14	4,11	0,35	1,49	40,4	19,4	9,79	0,59	12,4	0,22	9,99
15	4,73	0,55	1,55	55,2	24,8	10,1	0,63	1,74	—	0,73
16				huile	carbo-					
					nisée					
17	4,83	—	1,59	58,6	21,5	8,64	0,60	2,71	0,30	1,08
18	4,15	0,33	1,76	61,5	18,9	10,1	0,64	1,89	0,31	0,42
19	3,35	0,31	1,65	41,6	15,2	9,51	0,66	13,5	0,29	12,7
20	3,79	0,40	1,67	61,8	17,2	10,1	0,63	2,72	0,31	1,14
21	4,36	0,37	1,85	57,8	17,8	9,45	0,64	4,20	0,35	3,11
22	3,66	—	1,72	60,4	17,2	10,6	0,64	3,58	0,33	1,80

C 16 : 0 = Acide palmitique
 C 18 : 0 = Acide stéarique
 C 18 : 1 = Acide Oléique
 C 18 : 2 = Acide linoléique
 C 18 : 3 = Acide linoléique

C 20 : 0 = Acide arachidique
 C 20 : 1 = Acide gadoléique
 C 22 : 0 = Acide béhénique
 C 22 : 1 = Acide érucique

* Analyses effectuées par le Laboratoire de la CETIOM France le, 7/11/1986.

Tableau 5.

**Résultats des essais comparatifs de variétés de Colza
rendement en grains, poids de mille graines, teneur en huile, et teneur
en acide érucique campagne 1985-86**

STAT. EXP.	EL KOUDIA				MERCHOUCH				MOYENNE DES STATIONS			
	RG	PMG	TH	TAE	RG	PMG	TH	TAE	RG	PMG	TH	TAE
Caractères Variétés												
OPTIMA (Dannoise)	19,50	4,99	45,07	0,07	20,22	4,74	40,45	0,07	19,86	4,87	42,76	0,07
ARIEL (Dannoise)	16,89	5,08	43,93	0,16	19,83	5,12	42,28	0,16	18,36	5,10	42,11	0,16
1006/74 (4)	21,72	4,02	38,20	0,69	16,20	4,38	34,00	0,69	18,96	4,20	36,10	0,69
1027/84 (6)	21,31	4,34	42,43	0,27	20,48	5,05	40,45	0,27	20,90	4,70	41,44	0,27
1044/84 (10)	22,31	5,17	42,73	0,31	21,45	5,19	43,13	0,31	21,88	5,18	42,93	0,31
1053/84 (10)	22,25	5,13	43,93	0,40	20,22	4,96	41,00	0,40	21,24	0,05	42,47	0,40
1081/84 (19)	22,31	5,38	42,85	12,70	16,59	5,03	39,48	12,70	19,45	5,21	41,17	12,70
1148/84 (22)	20,67	4,44	42,33	1,80	19,06	5,15	39,10	1,80	19,85	4,80	40,72	1,80
1134/84 (22)	24,28	5,98	46,03	1,80	21,39	5,89	40,48	1,80	5,94	5,94	43,26	1,80
1126/84 (20)	23,39	5,00	46,33	1,14	20,35	4,99	42,13	1,14	21,87	5,00	44,23	1,14
Moy./STAT.	21,46	4,95	43,38	—	19,58	5,05	40,05	—	20,52	5,01	41,72	—
DUNNETT 5 %	5,24	1,83	3,66	—	NS	NS	4,03	—	—	—	—	—
C.V. %	10 %	5 %	8,3 %	—	21 %	13,3 %	12,5 %	—	—	—	—	—

RG = Rendement en grains (qx/ha). PMG = Poids de mille graines en grammes.

TH = Teneur en huile en % de la matière sèche.

TAE = Teneur en acide érucique en % des acides gras total.

Analyses effectuées par le CETIUM (Novembre 1986) sur des semences mères et non sur des semences issues de la récolte.

RESULTATS ACQUIS EN MATIERE DE SELECTION GENETIQUE DU CARTHAME AU MAROC

Par M. BOUJGHAGH

Chef de la Station Centrale des Plantes
Oléagineuses INRA — B.P. 415 — RABAT

I- INTRODUCTION :

S'accommodant sur la majorité des sols — sous réserve d'un minimum de fertilité — le carthame plante rustique, résistant au froid et beaucoup plus à la sécheresse, peut pousser normalement dans presque toutes les zones de culture du Maroc. Cette culture nécessite un regain d'intérêt particulier dans le but de rentabiliser non seulement les terrains pauvres mais aussi les zones arides et semi-arides où d'autres espèces cultivées végéteraient moins facilement. Le développement de cette culture permettrait donc, à moyen ou à long terme, de couvrir, tout au moins en partie, nos besoins en huiles alimentaires dont le déficit pèse lourdement sur notre balance commerciale.

La culture du carthame a débuté dans notre pays en 1965 avec 20 ha (Tableau 1). La plus grande superficie a été emblavée en 1967; 1300 ha. Elle a été abandonnée en 1972 pour des raisons essentiellement qualitatives. En effet, les variétés utilisées présentaient une teneur en huile très faible (24 à 30 %), un taux élevé de cellulose dans la coque et par conséquent dans les tourteaux, ce qui limite fortement leur valeur énergétique, en outre leurs graines étaient très difficilement décortiquables.

TABLEAU 1

EVOLUTION DE LA CULTURE DU CARTHAME AU MAROC

Années	Superficies semées (ha)	Rendement en qx/ha	Production en qx
1965	20	12	240
1966	400	5	2.000
1967	1.300	5	6.500
1968	600	8	4.800
1969	350	6	2.100
1970	400	6	2.408
1971	200	15	3.000
1972	400	8,75	3.500
1982	15	13,4	94
1983	132	3,5	248

Sources :

- Les cultures oléagineuses annuelles DPV 1981
- Rapports annuels de la DPV.

II- RESULTATS ACQUIS EN MATIERE DE SELECTION VARIETALE :

1- Résultats de la recherche agronomique (1969-1984) :

— Période 1969 à 1980 (Tableau 2) :

Par opposition aux variétés américaines épineuses testées, (Rio, Royal, Leed et Dart), les variétés locales inermes (série de variétés V S et Zitghani) sont assez résistantes aux maladies cryptogamiques (notamment aux rouilles) et aux viroses.

Les rendements moyens obtenus sont généralement satisfaisants pour toutes les variétés. Le rendement maximum, calculé sur plusieurs années et plusieurs stations expérimentales (tableau 2) a été obtenu avec la variété Zitghani (24,21 qx/ha) suivie de la variété V S 95 avec 21,29 qx/ha). La première a pu donner 54,42 qx/ha dans un essai irrigué réalisé en 1975 à M. Zhar.

Les variétés américaines, introduites en collection depuis 1972, ont une teneur en huile assez élevée (40 à 42 % par rapport à la matière sèche). Alors que les variétés marocaines présentent une teneur en huile très faible (29 à 35 % par rapport à la matière sèche), cette faiblesse en huile est très largement compensée par le rendement en grains. Quoiqu'il soit ces variétés ont un taux de cellulose très élevé dans leurs coques.

— Période 1981 à 1984 (tableau 3) :

Les essais menés aux Stations Expérimentales de J. Shaïm et de Sidi El Aïdi, durant les campagnes 1981-82 à 1983-84, caractérisées par une sécheresse très accentuée, ont montré que le carthame est la seule espèce qui a pu présenter certaines potentialités et possibilités de production dans ces conditions (tableau 3). A titre de comparaison, les céréales ont donné dans les mêmes stations des rendements en grains variant de 0 à 0,8 qx/ha. Ces rendements sont très faibles, néanmoins, ils montrent bien que cette espèce est très résistante à la sécheresse. Un programme d'amélioration, aussi

bien cultural que génétique, est en mesure de redresser ces résultats sur le plan qualitatif et quantitatif.

2- Résultats préliminaires des travaux en cours (1984-1986) :

Vu le nombre de variétés testées jusqu'à présent, vu les exigences de la grande culture (teneur en huile élevée, résistance à la sécheresse, résistance aux maladies cryptogamiques, taux de cellulose réduit dans la coque...) l'Institut National de la Recherche Agronomique a introduit plus d'une quarantaine de lignées et variétés de carthame d'origine divers. Cette voie s'impose bien entendu au premier lieu en vue d'enrichir notre collection « germoplasme » base de toute action d'amélioration génétique. L'expérimentation d'une partie de ce matériel en essais préliminaires et comparatifs (tableau 4) a révélé la supériorité de trois variétés américaines; US-10, Oleic Leed et Parcial Hull. Ces variétés, notamment Oleic Leed et Parcial Hull, présentent une teneur en huile moyenne de 45 %, une coque moins riche en cellulose, une productivité en grains élevée, et une certaine « tolérance » à la rouille...

La variété locale Zitghani créée en 1972 présente une forte variabilité phénotypique. Il semble que cette variabilité est due à une ségrégation des caractères parentales. Pour vérifier cette hypothèse plus de 400 pieds ont en été sélectionnés en 1984. Sur la base du poids total des graines par pied, du poids de mille graines, de la teneur en huile..., les meilleurs d'entre eux ont été testés en 1985 en vue de s'assurer de la stabilité des caractères et de voir si c'est l'ensemble des phénotypes observés qui confèrent à la variété sa supériorité ou, au contraire, existe-t-il parmi eux des particularités meilleures ? Ce test a révélé qu'il existe au sein de cette « population » des lignées qui dépassent de loin la variété témoin au point de vue productivité et résistance à la rouille. Ces lignées sont utilisées actuellement, comme géniteurs, dans un programme d'amélioration génétique dans le but de combiner à la fois dans un seul génotype les caractères; résistance à la rouille et autres maladies cryptogamiques, haute teneur en huile, productivité, taux de cellulose réduit dans la coque...

En effet, quoique le nombre de génotypes composant notre collection est faible, il est d'ores et déjà possible d'entamer un programme de sélection à partir des croisements entre lignées génétiquement très éloignées...

III- CONCLUSION :

Le carthame est une plante à laquelle on a fait

une réputation de rusticité exagérée basée sur une réponse moins nette que d'autres espèces à des facteurs comme la fertilisation ou l'irrigation. Cette image; plante capable de bien s'adapter à des terres de fertilité médiocre et de bien supporter un certain niveau de sécheresse, risque de conduire aussi bien le vulgarisateur que l'agriculteur à ne pas l'introduire dans les meilleures soles.

Pour permettre à cette culture d'exprimer ses potentialités génétiques aussi bien en zones arides qu'en zones semi-arides, il faut aller jusqu'à mettre en cause toutes les techniques culturales employées, valables, dans une certaine mesure, pour le bour favorable, et extrapolées sans être vérifiées dans ces zones. Autrement dit, il faut reprendre le problème sur tous les aspects pour élaborer des techniques qui conviennent le mieux à ces conditions. A titre d'exemples;

— Fertilisation : les doses préconisées dans les fiches techniques sont à notre sens très élevées. La majorité des essais effectués sur d'autres espèces ont démontré que les faibles doses, et même le témoin non fertilisé, donnent le plus souvent le meilleur rendement. Sur le plan théorique nous pouvons avancer que les apports d'azote ne feront que favoriser le développement végétatif, par conséquent un épuisement prématuré des réserves en eau du sol, et diminuer le rendement final. Par contre, une fertilisation phosphatée (bien équilibrée) en améliorant la croissance et la vigueur des racines, ne fera que contribuer à améliorer la résistance de cette culture à la sécheresse.

— Le contrôle des adventices : les adventices concurrencent la culture pour les éléments minéraux, la lumière et l'eau. Dans ces zones arides et semi-arides, c'est évidemment la concurrence pour l'eau qui l'emporte. Leur contrôle apparaît donc, au premier lieu, comme une des préoccupations les plus indispensables si on vise mieux valoriser les précipitations. L'emploi d'herbicides semble être la solution la plus sûre, car, la nécessité d'installer la culture juste après les premières pluies d'automne élimine tout contrôle par le travail du sol. D'où la nécessité de développer les recherches sur le choix des herbicides et les modalités de leur application.

— Les écartements entre les lignes : de très nombreux travaux ont montré qu'un accroissement de la densité s'accompagne d'une intensification des actions engagées entre compétiteurs et ceci vraisemblablement parce qu'au niveau de l'individu, cet accroissement équivaut à une réduction du volume de l'offre en facteurs physiques de l'environnement. Cette intensification intervient

aussi bien à l'intérieur d'une même structure qu'entre structures génotypiques différentes. Ainsi, d'une façon comparable aux adventices, ces écartements doivent être adaptés à ces zones pour permettre à la culture de bénéficier au mieux du maximum d'eau possible. Ceci est à éviter bien entendu dans les zones favorables. En effet, le carthame, parmi les espèces ayant la particularité de profiter de l'espace disponible développe dans le cas de très grands espacements entre plantes un

système végétatif important; tige rigide, ligneuse très dure et très ramifiée. Ce qui a des répercussions néfastes à la récolte... Ainsi, sachant que le peuplement à l'hectare peut varier dans une assez large gamme sans grande influence significative sur le rendement (aussi bien en grains qu'en huile); un essai combinant à la fois différents peuplements et la récolte mécanique apparaît, dans ces conditions, comme une des préoccupations techniques la plus indispensable...

TABLEAU 2

**COMPARAISON DES RENDEMENTS * EN GRAINS ET EN HUILE
(QX/HA) DES VARIETES DE CARTHAME
ESSAIS INRA STATION CENTRALE DES PLANTES OLEAGINEUSES
CAMPAGNES : 1969-70 à 1980-81**

ANNEES	Nbre D'ESSAIS	VS. 8		VS. 11		VS. 95		ZITGHANI		LEED		ROYAL		RIO		DART	
		RG.	RH.	RG.	RH.	RG.	RH.	RG.	RH.	RG.	RH.	RG.	RH.	RG.	RH.	RG.	RH.
1969	4	17,73	—	19,80	—	19,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1970	4	23,13	4,75	22,94	5,11	23,37	5,2	24,83	6,79	—	—	—	—	—	—	—	—
1971	3	—	—	13,38	—	13,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1972	3	19,49	5,29	20,69	5,81	22,47	6,31	18,50	5,66	—	—	—	—	—	—	—	—
1973	2	19,31	6,97	20,17	5,73	27,01	8,02	—	—	17,81	6,46	11,11	3,89	11,24	4,26	13,98	5,47
1974	4	13,64	3,54	—	—	—	—	24,72	5,10	9,98	3,52	7,99	2,91	10,40	3,81	10,12	3,71
1975	3	—	—	—	—	—	—	30,29	5,64	29,70	5,50	27,32	5,75	24,02	5,00	23,03	5,51
1980	1	—	—	—	—	—	—	22,73	—	24,17	—	19,99	—	24,30	—	18,23	—
Moyenne		18,66	5,14	19,40	5,55	21,29	6,51	24,21	5,80	20,42	5,16	16,60	4,18	17,49	4,36	16,34	4,90

* Moyenne sur plusieurs stations.

RG : Rendement en Grains en qx/ha.

RH : Rendement en huile en qx/ha.

TABLEAU 3 :

**RESULTATS DES ESSAIS COMPARATIFS DE VARIETES DE CARTHAME
RENDEMENTS EN GRAINS ET TENEURS EN HUILE.
CAMPAGNES 1981-82 à 1984-85**

Stat. Exp.	J. Shaïm								S. El Aïdi				M. Zhar *				Douyet				Loukkos				Moyenne
	1981-82		1982-83		1983-84		1984-85		1982-83		1983-84		1984-85		1981-82		1981-82		1981-82		Moyenne				
Caract.	RG	TH	RG	TH	RG	TH	RG	TH	RG	TH	RG	TH	RG	TH	RG	TH	RG	TH	RG	TH	RG	TH			
Zitghani	4,2	34,9	1,45	—	5,45	35,2	12,50	33,5	0,38	—	0,17	26,3	13,8	36,3	9,7	28,7	12,9	31,1	21,1	33,7	8,17	32,46			
Leed	3,8	32,7	1,09	—	3,73	33,3	10,79	35,6	0,28	—	0,28	30,3	10,5	38,2	13,0	32,0	16,6	37,6	19,9	38,7	8,00	34,80			
Darj	2,6	37,3	1,90	—	4,75	39,4	10,69	39,4	0,25	—	0,31	29,3	12,0	35,5	10,7	29,9	16,8	36,4	21,2	36,9	8,12	35,51			
Royal	2,3	27,0	1,47	—	3,74	32,1	11,25	34,8	0,23	—	0,24	27,8	11,5	38,8	9,2	30,4	14,9	36,5	23,3	37,9	7,81	33,16			
Rio	3,5	32,0	2,09	—	4,76	37,8	10,63	34,3	0,46	—	0,18	29,3	12,3	42,3	14,2	34,7	16,9	39,7	23,1	40,1	8,81	36,27			
VS - 95	3,8	33,2	1,15	—	5,06	34,4	10,56	32,5	0,49	—	0,25	25,4	12,7	30,5	19,9	24,6	14,3	26,1	27,0	32,3	9,52	29,88			
UC - 1	3,0	37,1	1,34	—	4,70	38,3	9,86	38,3	0,18	—	0,23	30,4	10,4	37,8	10,5	30,7	14,6	34,9	21,1	34,9	7,59	35,30			
US - 10	2,9	31,6	1,38	—	5,94	36,6	11,18	38,4	0,30	—	0,42	30,1	10,3	39,4	11,8	29,5	14,9	33,5	22,4	34,2	8,15	34,16			
R. Hull	2,9	34,3	0,96	—	5,76	38,2	8,95	39,5	0,36	—	0,32	30,0	10,0	40,5	1,9	22,0	14,2	37,7	15,8	39,5	6,12	35,21			
14 - 5	3,7	38,5	0,77	—	4,60	40,3	8,40	40,5	0,15	—	0,31	28,2	15,2	41,1	4,8	22,2	14,6	34,3	17,4	35,3	6,99	35,05			
Moyen. GNL	3,3	33,8	1,36	—	4,85	36,6	10,48	36,7	0,31	—	0,27	28,7	11,9	38,0	10,6	28,5	15,1	34,8	21,2	36,3	7,93	34,18			
Dunnett 5 %	NS	2,0	NS	—	NS	3,3	NS	3,6	0,30	—	0,18	4,0	NS	4,4	5,2	0,8	NS	0,9	7,4	3,3	—	—			
CV %	39,5	2,9 %	47,5	—	31,8	3,2	19,91	4,2	54,7	—	3,73	10,6	28,9	3,5	23,9	1,4	19,7	1,3	17,2	4,5	—	—			

RG. = Rendement en Grains qx/ha

TH. = Teneur en huile en % par rapport à la matière sèche

* = En irrigué.

TABLEAU 4

RESULTATS DES ESSAIS COMPARATIFS DE VARIETES DE CARTHAME

RENDEMENTS EN GRAINS TENEUR, EN HUILE, POIDS DE MILLE GRAINES, ET RESISTANCE A LA ROUILLE.

CAMPAGNE 1985-86

Stat. exp.	J. Shaïm				S. El Aïdi				Douyet				Moyenne des stations			
	RG	TH	PMG	RR	RG	TH	PMG	RR	RG	TH	PMG	RR	RG	TH	PMG	RR
Caractères																
Variétés																
Zitghani	17,62	35,12	53,77	1	13,23	32,19	50,33	1	18,24	35,78	54,18	1	16,36	34,36	52,76	1
Leed AFR 85	17,19	40,20	43,14	3	12,24	38,51	41,28	2	17,13	41,18	43,93	4	15,52	39,96	42,78	3
Rio LZA 85	17,88	42,55	50,20	2	11,93	39,98	43,78	1	19,57	42,92	53,55	3	16,46	41,82	49,18	2
VS. 95 JMS 85	15,02	30,30	52,80	1	11,67	27,17	49,31	1	17,75	31,53	52,13	1	14,81	29,67	51,41	1
US. 10 JMS 85	15,19	41,06	51,25	2	12,97	38,00	49,18	2	22,03	42,05	53,03	3	16,73	40,37	51,15	2,3
Parcial Hull	15,75	43,12	55,90	2	11,12	40,09	51,13	2	23,17	44,02	56,59	2	16,68	42,41	54,54	2
Thin Hull-1	17,14	41,17	50,03	4	10,85	38,89	45,37	3	20,55	40,98	51,17	4	16,18	40,35	48,86	3,7
Oleic Leed	13,28	43,92	56,74	2	12,30	42,03	54,38	1	19,90	45,02	57,86	3	15,16	43,66	56,33	2
Rio EV. JMS 85	14,53	37,19	51,73	3	11,01	30,15	48,90	3	14,30	34,78	51,03	5	13,28	34,04	50,55	3,7
Dart DYT 85	16,01	39,99	56,10	3	12,03	37,72	52,36	2	20,15	40,00	56,99	4	16,06	39,23	55,15	3
Moyennes	15,96	39,46	52,17	2,3	11,93	36,47	48,60	1,8	19,28	39,83	53,05	3	15,72	38,59	51,27	2,37
Dunnett 5 %	NS	4,08	4,13	1,30	NS	3,27	4,16	1,20	2,07	3,33	3,04	1,06	—	—	—	—
C.V. %	32 %	8 %	6,22 %	7,3 %	18 %	6,2 %	7,11 %	2,10 %	17 %	6,10 %	5,16 %	2 %	—	—	—	—

RG = Rendement en grains (qx/ha)

PMG = Poids de mille graines (g)

TH = Teneur en huile en % de la matière sèche

RR = Résistance à la rouille (échelle de 1 très résistant à 5 très sensible).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AMEZIANE T., Outtar S., 1983 : L'étude du climat en agriculture nouvelle approche d'un vieux problème. *Hommes, Terre et Eaux* N° 52/53, 93-100.

ASHRI A., Zimmer D.E., Urie A.L., Cahaner A., and Marani A., 1974 : Evaluation of the world collection of safflower tinctorius L. IV. Yield and yield Components and Their Relationships. *Crop. Sci.* 14 : 799-801.

BOUJGHAGH M., 1985 : Rapport de stage effectué à la Station Centrale des Plantes Oléagineuses. INRA. Min. Agr. Réf. Agr. Rabat, pp. 67-73.

BOUJGHAGH M., 1986 : Problèmes posés aux principales cultures oléagineuses annuelles au Maroc. *Sem. Int. cult. oléag. FAO.* (sous presse).

CHALBI N., 1972 : Etude des Phénomènes d'Intéraction Biologique entre Génotypes en Association et Interprétation Biologique. *Ann. INRA Tunisie*, vol. 45. Fasc. 2.

DAVIA D.J., 1981 : Evaluation of the world safflower collection for resistance to phytophthora. *Crop. Sci.* 73, 2.

EZ.

ZAHRAOUI T., 1973 : Pucerons et maladies de nature virale

sur carthame. *Mém. 26 * Prom. ENA. Meknès.*

JOUVE P., 1983 : La lutte contre la sécheresse par les techniques culturales. *Hommes, Terre et Eaux* N° 52/53, 111-119.

KHIDIR M.O., 1974 : Genetic variability and inter-relationship of some quantitative characters in safflower. *J. agric. Sci., Camb.* 83, 197. 202.

KNOWLES P.F., Miller M.D., 1965 : Safflower. *California Agri. Exp. Stat. Ext. Serv. Circular* 532. *Les cultures oléagineuses annuelles. Bilan et Perspectives d'Avenir.* Mars 1981. DPV. Min. Agr. Réf. Agr. Rabat.

Rapports annuels de la Station Centrale des Plantes Oléagineuses. Campagnes 1968-69 à 1985-86. INRA. Min. Agr. Réf. Agr. Rabat.

ROHRMOSERK., 1975 : Sélection des Oléagineux au Maroc. *Schriftenreihe der GTZ.* 25.

URIE L., 1981 : Continued studies en inheritance of partial Hull in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Abstracts, *First int safflower Conf.*, Davis California.

URIE L., and Zimmer D.E., 1970 : A reduced hull seed character in safflower. *Crop. Sci.* 10 : 71.

Principaux résultats acquis en matière de production fourragère depuis la campagne 1981/82

M. BOUNEJMATE et G. JARITZ

I — Introduction

L'analyse du secteur de la production fourragère montre que le niveau des connaissances sur les cultures fourragères et leur utilisation est nettement meilleur en irrigué qu'en bour. Les recherches et expérimentations entreprises jusqu'à présent en irrigué ont permis de mettre à la disposition des agriculteurs une gamme assez variée d'espèces (luzerne, bersim, maïs, sudan-grass, sorgho) et les techniques appropriées de leur culture. En bour, les efforts déployés ont été minimes et ont été concentrés principalement sur la vesce-avoine. Considérant les potentiels élevés inutilisés de la production fourragère en bour et considérant aussi que l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II a axé ses travaux sur l'irrigué, l'Institut National de la Recherche Agronomique a concentré ses efforts depuis la campagne 1981/82 sur la production fourragère en bour.

Tenant compte de la complexité du système de production fourragère et dans le souci de fournir les données de base nécessaires à la planification et au développement, notre méthodologie a été axée sur trois points :

— Contrairement aux approches antérieures, la production fourragère est considérée comme une entité englobant d'une part aussi bien les espèces fourragères que pastorales et d'autre part, les aspects relatifs aux techniques culturales, aux systèmes fourragers et à la qualité du fourrage.

— La méthodologie suivie est une approche régionale. Cela signifie qu'on essaie de servir le développement à partir d'une analyse des systèmes fourragers actuels au niveau d'exploitations concrètes et représentatives d'une région édapho-climatique.

— Afin d'avoir un test rapide des acquis expérimentaux et un dialogue continu avec les praticiens, les essais sont exécutés sur des fermes dont l'objectif principal est la production animale. C'est ainsi que les expérimentations sont réalisées sur des fermes appartenant aussi bien à l'INRA qu'à la SNDE, à la SOGETA, à la COMAGRI, à la Direction de l'Élevage, à la Direction des Eaux et Forêts, à l'Association Nationale Ovine et Caprine et au privé.

2 — Principaux résultats acquis

2.1. Choix des espèces et variétés

Conscients du fait que l'économie herbagère est davantage liée au site que d'autres secteurs de la production végétale et que la gamme des espèces fourragères cultivées est très limitée eu égard aux conditions climatiques et édaphiques très variées du pays, la Station Centrale des Plantes Fourragères de l'INRA a entrepris depuis la campagne 1981/82 des essais d'introduction avec environ 400 espèces et variétés. Le tableau 1 donne un résumé de l'aptitude à la culture d'espèces inconnues dans la pratique, d'après les essais en petites parcelles.

Grâce à la coopération avec des exploitations de production animale, la plupart de ces espèces ont été testées dans des essais d'application au niveau de l'exploitation. C'est ainsi que depuis la campagne 1981/82, la Station Centrale des Plantes Fourragères a initié de nouvelles cultures sur environ 2.600 ha (tableau 2). Ces 2.600 ha sont installés sur « des fermes pilotes » qui serviront de démonstration aux exploitations avoisinantes et comme chaque site expérimental est représentatif d'une région édapho-climatique, nous nous attendons à une extension progressive dans l'avenir de ces nouvelles cultures. C'est ce qui s'est déjà produit avec le **Médicago annuel** et le **trèfle souterrain** avec le lancement de l'Opération Ley-farming en 1985/86. La **betterrave fourragère devrait également prendre place dans les assolements. Les expérimentations réalisées ont montré que cette espèce peut constituer une culture très intéressante pour la région au Nord de Casablanca et pour des sols à capacité de rétention adéquate. Dans la région de Tanger, cette espèce a prouvé sa conservabilité au champ pendant l'été et a donné des rendements totaux en feuilles et racines de 115 tonnes de matière verte à l'hectare, en culture non irriguée. Les éleveurs de la région de Tanger sont maintenant convaincus de l'intérêt de cette culture. Au cours de la campagne 1985/86, 60 hectares de betterrave fourragère ont été installés par les éleveurs de la région. Cette superficie représentait la totalité des semences disponibles sur le marché. Dans le futur, nous nous attendons à**

Tableau 1 : Aptitude à la culture de nouvelles plantes testées durant les 5 dernières années en bour

Espèce	Type de site							Pluie annuelle mm	Station exp. d'essais
	1	2	3	4	5	6	7		
<i>Ehrharta calycina</i>	X	X						600 — 900	Had Soualem
			X					450 — 600	Zouada
				X			X	300 — 450	Zouada
<i>Festuca arundinacea</i>							X	600 900	Zouada
							X	450 — 600	M'Da
							X	300 — 450	Norafri
<i>Phalaris aquatica</i>				X			X	600 — 900	Zouada, M'Da,
							X	450 — 600	El Koudia, Aïn
							X	300 — 450	Aouda, Norafri
<i>Lolium rigidum</i>		X		X		X	X	600 — 900	Had Soualem, El
		X		X	X	X	X	450 — 600	Koudia, Aïn Aouda,
		X	X		X	X	X	300 — 450	Zouada, Norafri
<i>Dactylis glomerata</i>				X				600 — 900	
								450 — 600	M'Da
								300 — 450	
<i>Hedysarum coronarium</i>				X				600 — 900	M'Da
				X				450 — 600	Norafri
								300 — 450	Douyet
<i>M. truncatula + M. scutellata</i>				X	X		X	600 — 900	El Koudia, Aïn
					X		X	450 — 600	Aouda, Douyet
							X	300 — 450	Chtouka, Merchouc
<i>M. littoralis + M. tornata</i>								600 — 900	El Koudia
			X					450 — 600	Had Soualem
								300 — 450	
<i>O. sativus + O. compressus</i>	X	X						600 — 900	Had Soualem
	X	X						450 — 600	Zouada
	X							300 — 450	Rabat

Trifolium fragiferum						X	600 — 900	Zouada
						X	450 — 600	Norafri
						X	300 — 450	
T. brachycalycinum			X	X			600 — 900 450 — 600 300 — 450	Rabat, El Koudia Ain Aouda, Merchouch, Norafri
T. subterraneum		X X X			X	X	600 — 900 450 — 600 300 — 450	El Koudia, Ain Aouda, Zouada, Norafri
T. yannicum		X X				X X X	600 — 900 450 — 600 300 — 450	El Koudia Zouada
Beta vulgaris var. crassa			X X			X X	600 — 900 450 — 600 300 — 450	Ain Aouda, El Koudia, Douyet Norafri
Sorghum spp.			X X			X X	600 — 900 450 — 600 300 — 450	Norafri M'Da
Lupinus albus	X		X		X		600 — 900 450 — 600 300 — 450	Had Soualem Zouada El Koudia

- 1 = Sols sableux acides et secs
2 = « « « « et humides ou très humides
3 = Sols sableux alcalins et secs
4 = Vertisols et sols vertiques
5 = Sols Hämri
6 = Sols sur schistes
7 = Sols des bas-fonds

Tableau 2 : Essais d'application au niveau de l'exploitation depuis la campagne 1981/82

Station	Pluv. ann. moy. (mm)	1) M (°C)	2) m (°C)	Superfic. (ha)	Espèces introduites
Norafri (Tanger)	668	28,9	8,6	300	Trifolium fragiferum, Trifolium subterraneum, Hedysarum coronarium, Festuca arundinacea, Phalaris tuberosa, Lolium rigidum, Sorghum, Beta vulgaris
Zouada (Larache)	724	32,1	6,5	300	Trifolium subterraneum, Trifolium fragiferum, Phalaris tuberosa, Lolium rigidum, Ehrharta calycina
Rabat	513	28,7	7,5	400	Trifolium subterraneum, Medicago spp., Beta vulgaris, Lupinus albus
Benslimane	441	29,8	6,3	300	Trifolium subterraneum, Medicago spp.
Had Soualem	371	27,3	6,8	320	Medicago spp., Ehrharta calycina
Chtouka	343	29,5	5,3	220	Medicago spp.
Ghoualem	430	36,0	4,0	200	Trifolium subterraneum, Medicago spp., Lolium rigidum

1) M = Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

2) m = Moyenne des températures minimales du mois le plus froid

une extension rapide de cette culture en bour.

La culture du lupin doux commence à s'étendre dans la région de Rabat où une centaine d'hectares sont maintenant cultivés. Cette espèce assure un apport azoté d'un grand intérêt pour la production laitière en bour ou pour la croissance des taurillons. Enfin, une certaine d'hectares de **prairies permanentes** (trèfle fraise, fétuque, alpiste bulbeux) ont été installés avec succès dans les bas-fonds dans la région Nord du pays.

D'autres espèces prometteuses sont en phase finale de mise au point. Il s'agit notamment du **sulla**. Cette espèce présente un grand intérêt pour les sols marneux du Prérif aussi bien pour la production fourragère que pour la lutte contre l'érosion.

2.2. Amélioration de la végétation spontanée

Par des mesures de fertilisation et de désherbage chimique, on peut obtenir des prairies de rendement élevé sans semis. Cette technique a été appliquée avec succès à Had Soualem, Tanger et Oulmès.

Principe : consiste à favoriser les graminées de la végétation spontanée par fertilisation (30 à 40

kg/ha de P2 O5 et de K2O au début de la saison, 30 kg/ha d'azote au stade 1 à 3 feuilles des graminées et 50 à 60 l/ha au stade fin tallage) et désherbage chimique (1 à 2 l/ha de Printazol au stade début tallage des graminées).

Avantages : Dans la région d'Oulmès où cette technique a été initialement mis au point, la jachère fertilisée et désherbée chimiquement s'est révélée plus productive que la jachère naturelle et que la culture locale de vesce-avoine. La jachère améliorée fournit un fourrage précoce et de meilleure qualité puisque constitué de 70 à 99 % de graminées de grande valeur. Du point de vue rentabilité, une évaluation modèle au prix fin 1983 a montré que le coût à l'hectare est de 700 et 1100 dh respectivement pour la jachère améliorée et la culture locale de vesce-avoine.

Extension : Bien que cette technique représente une possibilité intéressante pour l'amélioration de la production fourragère, elle n'a pas encore connu de développement notable. Elle est appliquée sur une centaine d'hectares dans les régions d'Oulmès, Tanger et El Jadida et essentiellement dans des fermes où nous collaborons directement. Des efforts de vulgarisation sont encore nécessaires.



Les Ateliers المصنعة المغربية Marocains

3.325.000,00

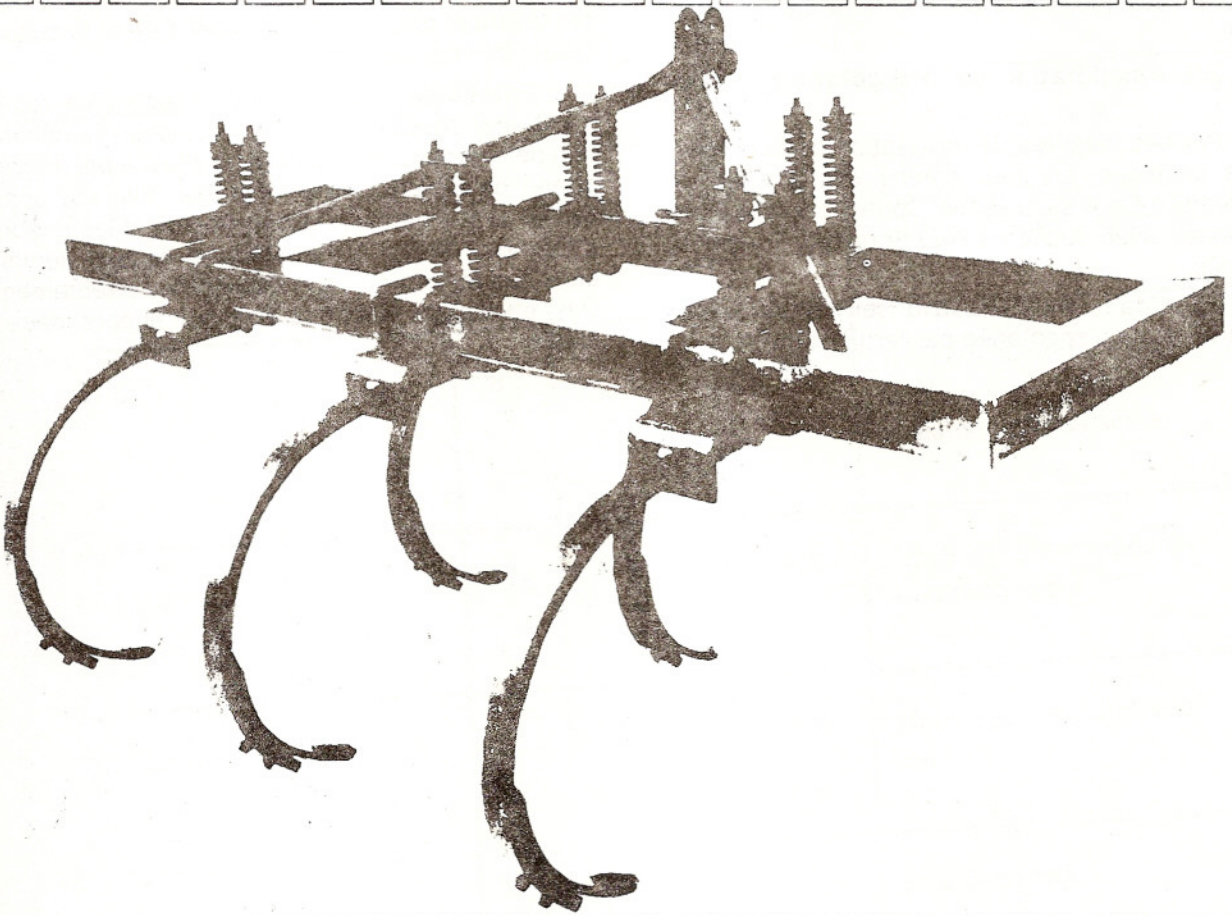
شركة مجهولة الاسم رأس مالها 3.325.000,00 درهم
مقرها الاجتماعي ومعاملها : طريق الدار البيضاء بالرباط

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL
DE 3.325.000,00 DH

SIEGE SOCIAL ET ATELIER
Charif Al Fadila - Quartier Industriel
B.P. 31 - RABAT R.P.

CONSTRUCTIONS ET REPARATIONS DE MACHINES AGRICOLES

Téléphone : 716-38 - 718-45 - 740-63



شيزل محمول

يعتبر « الشيزل » من أجهزة الزراعة في الأراضي الجافة وهو أقوى الأجهزة فعالية لأنه يضمن تفتيح التربة تفتيحاً عميقاً مع تفتيت القشرة السطحية لمفعول نبذبة أسنان الجهاز .

CHISEL PORTE

Le CHISEL est l'appareil de dry-farming le plus efficace, car il réalise un scarifiage profond avec pulvérisation de la croûte superficielle grâce à l'effet vibratoire de ses dents.

Caractérisations physiques et hydrodynamiques du sol et leur rôle dans le bilan et la gestion de l'eau d'irrigation : cas du sol le plus répandu dans le périmètre de Tadla

Par

Bazza, M. et El Msieh, J.

Enseignants au Département de l'Équipement et de l'Hydraulique.

I.A.V. Hassan II

RESUME

Les méthodes dites du « plan de flux nul » et de « drainage interne » sont utilisées séparément pour établir les relations fondamentales $K(\theta)$ et $\Psi(\theta)$ pour les valeurs de la teneur en eau dans lesquelles les plantes sont appelées à vivre dans le sol le plus prépondérant au périmètre du Tadla. Parallèlement, un certain nombre de paramètres sont déterminés au laboratoire du site étudié et à différentes profondeurs.

L'étude a montré une certaine homogénéité (verticale et horizontale) du sol vis-à-vis des paramètres étudiés. Les percolations en profondeur se sont avérées relativement importantes par rapport à ce qui est généralement admis lors des programmations des irrigations et des doses à apporter. Bien que ces pertes auraient été moins importantes que ce qui est trouvé dans cette étude (environ 47 %) si le sol était cultivé en raison de l'activation du processus de transpiration, elles seraient restées, tout de même, assez élevées et leur négligence aurait induit une surestimation de l'évapotranspiration si celle-ci est déterminée par la méthode du bilan hydrique. Négliger les pertes revient également à apporter moins d'eau qu'il n'en faut pour couvrir les besoins en eau des cultures.

Comme sous produits de l'étude, un certain nombre de paramètres, nécessaires pour la gestion de l'irrigation, ont été déterminés à savoir : conductivité hydraulique à saturation, humidités à la capacité au champ et au point de flétrissement permanent et réserve utile.

La connaissance des relations fondamentales et des paramètres ainsi déterminés permettraient, moyennant de simples mesures d'humidités et/ou de l'état énergétique de l'eau du sol, de connaître, avec assez de précision, le taux de recharge de la nappe à partir des zones irriguées. Un suivi simul-

tané de la qualité des eaux percolées permettraient également de quantifier la pollution de la nappe à partir de ces eaux.

L'avertissement aux irrigations, les doses à apporter et les régimes de ces apports pourront également être déterminés aisément à l'aide de simples suivis de l'état hydrique et/ou énergétique de l'eau du sol par des mesures neutroniques et/ou tensiométriques.

MOTS CLES.

Méthode du plan de flux nul, méthode de drainage interne, caractéristiques physiques et hydrodynamiques, milieu non saturé, percolation, recharge, bilan, gestion et programmation des irrigations.

ABSTRACT

« Water Balance » and « Internal Drainage » methods are used separately to establish the fundamental relations $K(\theta)$ and $\Psi(\theta)$ for the values of water contents under which the plants thrive in the most abundant soil of the Tadla perimeter. Simultaneously, a certain number of parameters are determined in the laboratory using undisturbed soil samples taken from different depths and locations of the studied field.

The study showed a certain homogeneity (both vertical and horizontal) of the soil with respect to the studied parameters. Percolation losses were found to be relatively high as opposed to what is generally admitted when programming irrigations. Although these losses would have been less important than what is found in the present study (around 47 %) had the soil been cultivated (activation of transpiration losses), they would have, nevertheless remained quite high and their neglect would have caused an overestimation of evapotranspiration if the latter is determined by the water balance

method. Neglecting percolation losses, leads also to supplying less water than is required by the crops.

As byproducts of the study, a certain number of parameters, necessary for irrigation management, have been determined such as : Hydraulic conductivity at saturation, water contents at field capacity and permanent wilting point and water holding capacity.

Knowledge of the fundamental relations $K(\theta)$ and $\psi(\theta)$ would allow, by means of simple soil humidity and/or water potential measures, that of the groundwater recharge rate from irrigation water. Monitoring, simultaneously, the quality of the percolated water, one would be able to quantify groundwater pollution from these losses.

Knowing when to irrigate, how much water to apply and the rate of these supplies could also be determined with ease simply by monitoring soil water content and/or potential with a neutron meter and/or tensiometers.

KEY WORDS :

Water balance method, internal drainage method, soil water characteristics, unsaturated conditions, percolation losses, recharge, water balance, irrigation programming.

INTRODUCTION

Une gestion efficace des ressources en eau à l'échelle d'un périmètre d'irrigation doit passer nécessairement par la maîtrise des termes du bilan hydrique à l'échelle de la parcelle. C'est ainsi que le suivi du bilan de l'eau à une échelle de temps donnée permet, entre autres, de quantifier les composantes du bilan, à savoir, le stock d'eau présent en tout moment dans la couche du sol exploitée par les plantes, les pertes en profondeur qui alimentent la nappe souterraine et l'évapotranspiration par les plantes (ou évaporation dans le cas d'un sol nu). Cette quantification, en plus de son rôle direct dans l'établissement du bilan de l'eau, permet d'avoir une idée et voir même — moyennant certaines mesures complémentaires — de déterminer certaines quantités telles que celles d'éléments fertilisants et/ou de sels lessivés et qui vont polluer la nappe et de sels déposés en surface du sol surtout dans le cas de l'évaporation à partir d'une nappe à faible profondeur et ceci même quand l'eau est de bonne qualité.

Ces quantifications permettent d'orienter les opérations et pratiques culturales en vue d'optimiser les rendements des ressources disponibles. Ainsi par exemple, la programmation des irrigations, les apports d'éléments fertilisants, le travail

du sol,... pourraient avoir lieu au moment opportun et en fonction du stade végétatif des cultures. Elles permettent également de minimiser les pertes d'eau qui ont lieu par percolation au delà de la zone racinaire et/ou par évaporation à partir de la surface d'une jachère. Cette minimisation est effectuée, dans le cas de percolation en agissant sur les doses et les fréquences des irrigations.

Les méthodes usuellement utilisées pour la quantification des termes du bilan sont la méthode gravimétrique et la méthode lysimétrique. La première méthode est, d'une part, lourde et fastidieuse et d'autre part elle néglige le terme de percolation. La seconde, et malgré sa simplicité et sa rapidité, donne des résultats douteux dû au fait qu'elle ne reflète pas exactement les conditions naturelles du milieu.

Seules, les méthodes se basant sur les équations régissant le transfert de l'eau dans le sol peuvent donner des résultats réels.

La résolution du problème nécessite la connaissance de deux propriétés fondamentales $K(\theta)$ et $\psi(\theta)$ qui doivent être mesurées in-situ.

CADRE ET OBJET DU TRAVAIL

Le présent travail dont l'un des objectifs principaux est la détermination des caractéristiques hydrodynamiques des sols de la station expérimentale hydroagricole des Ouled Gnaou, périmètre des Béni Moussa, au Tadla — et les possibilités d'étendre ces résultats aux exploitations avoisinantes — vient compléter les résultats expérimentaux auxquels celle-ci a abouti au cours de plus d'une décennie de recherche sur la détermination des besoins en eau des cultures et les paramètres d'irrigation. En effet, c'est la première fois que les courbes caractéristiques $\psi(\theta)$ et $K(\theta)$ des sols de la station sont déterminées expérimentalement.

La station des Ouled Gnaou a été choisie pour deux raisons; d'abord parce que le présent travail entre dans le cadre des activités qui ont pour principal objectif la détermination des besoins en eau des cultures et les paramètres d'irrigation et ensuite en raison de l'esprit de coopération que partagent le Département de l'Équipement et de l'Hydraulique (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II), le Service des Expérimentations (Direction de l'Équipement Rural) et le Service de la Gestion du Réseau d'Irrigation et du Drainage de l'Office de Mise en Valeur Agricole du Tadla.

I) PRINCIPE DE DETERMINATION DES RELATIONS HYDRODYNAMIQUES $\psi(\theta)$ et $K(\theta)$

I-1 ETUDE THEORIQUE INTRODUCTIVE

Les lois de l'écoulement de l'eau dans les sols sont généralement basées sur la loi de DARCY (1856). Bien que présentant des limitations, surtout quand les vitesses d'écoulement sont très faibles, elle présente l'avantage d'être simple et ne nécessite qu'un nombre réduit de paramètres à mesurer.

En milieu poreux non saturé cette loi s'écrit :

$$\vec{V} = -K(\theta) \text{grad}(\Phi) \quad [1]$$

Où \vec{V} est le vecteur vitesse appelé aussi vitesse de DARCY. En fait, \vec{V} , a les unités $[L^3 L^{-2} T^{-1}]$.

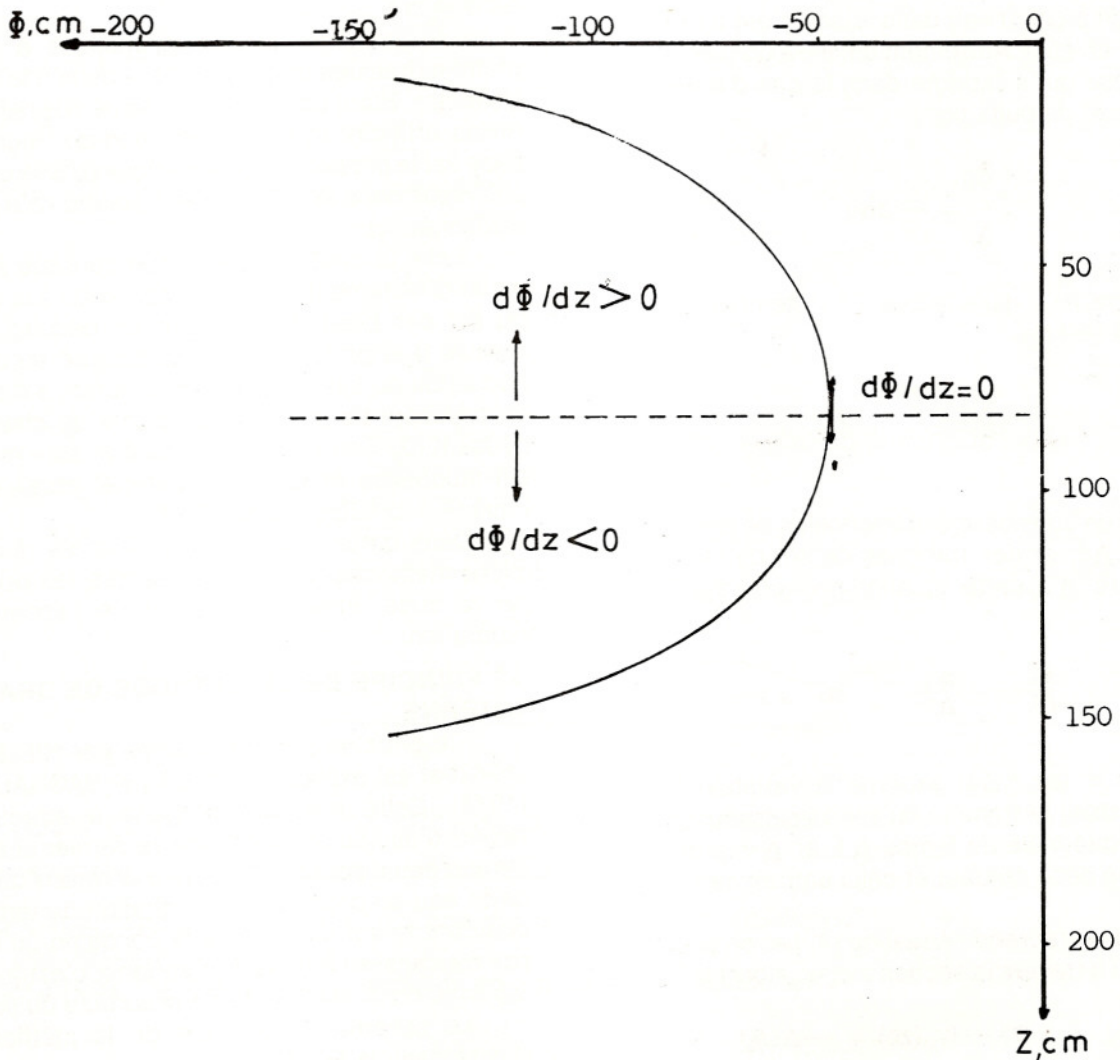
c'est à dire le volume d'eau traversant une unité de section du sol non remaniée par unité de temps. K

(θ) est la conductivité hydraulique (appelé aussi conductivité capillaire) ayant les unités $[LT^{-1}]$. Elle est fonction de la teneur en eau volumique θ (cm^3 eau/ cm^3 sol non remanié) en milieu non saturé; $\text{grad}(\Phi)$ représente le gradient de potentiel où ce dernier est exprimé par unité du poids et traduit le travail nécessaire que doit fournir la plante pour tirer l'eau du sol. Il est défini par :

$$\Phi = \Psi(\theta) - z \quad [2]$$

où $\Psi(\theta)$ est le potentiel de pression par unité de poids appelé aussi potentiel matriciel ou succion et, z , le potentiel gravitaire.

Fig (1). direction des flux



Pour un écoulement unidimensionnel, dans la direction verticale (ascendant ou descendant), l'équation [1] en notation scalaire devient :

$$V = -K(\theta) \frac{d\bar{\theta}}{dz} \quad [3]$$

Telle qu'elle est exprimée, la valeur absolue de V correspond à la vitesse apparente d'écoulement ou débit spécifique et le signe indique le sens d'écoulement. Ainsi voir fig (1) :

- si $v > 0$ ($d\bar{\theta}/dz < 0$), l'écoulement est descendant
- si $v < 0$ ($d\bar{\theta}/dz > 0$), l'écoulement est ascendant
- si $v = 0$ ($d\bar{\theta}/dz = 0$), débit nul; la côte correspondante est appelé plan de flux nul.

Si on suppose que le sol est indéformable et que les conditions d'isothermie prévalent, tout changement de débit spécifique se fera au détriment du stock d'eau dans le sol (c'est à dire de sa teneur en eau). Autrement dit, il y a conservation de la masse qui s'exprime dans le cas d'absence de source et de puits par :

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \text{div} v \quad [4]$$

et qui devient, dans le cas d'écoulement unidimensionnel vertical :

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = - \frac{dv}{dz} \quad [4']$$

Si on considère des intervalles de temps assez réduit, Δt , et des tranches de sol de faibles profondeurs, Δz , cette équation peut être approximée par :

$$\frac{\Delta \theta}{\Delta t} = - \frac{\Delta v}{\Delta z} \quad \text{ou} \quad v = - \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad [4'']$$

où $\Delta s = (\Delta z * \Delta \theta)$ exprime la variation du stock d'eau dans la tranche du sol d'épaisseur Δz , pendant l'intervalle de temps Δt , et Δv la différence entre le débit quittant et celui entrant cette couche de sol.

Si on reprend l'équation [4''] et on appelle $v(z)$ le débit à travers la section z et v_0 , alors [4''] devient

$$v(z) - (v_0(z_0)) = - \Delta s / \Delta t$$

en introduisant l'équation de Darcy généralisée on a :

$$-K(\theta) \frac{d\bar{\theta}}{dz} = v_0(z_0) - \Delta s / \Delta t \quad [5]$$

Pour déterminer $K(\theta)$, on doit connaître le débit de référence à la côte Z_0 . A notre connaissance il y a quatre procédés expérimentaux de détermination de V_0 indépendamment de l'équation [5] :

(1) Trouver une section où $\frac{d\bar{\theta}}{dz} = 0$

méthode du plan de flux nul,

(2) Imposer à la surface du sol $V_0 = 0$, méthode du drainage interne,

(3) Mesurer le flux V_0 à travers une section de contrôle bien définie,

(4) Couplage bilan d'énergie et bilan hydrique dans le sol.

La troisième méthode s'applique à un lysimètre à drainage où on mesure le débit à la base du lysimètre. Etant donné que le lysimètre présente un milieu artificiel et que la pression qui règne à sa base est la pression atmosphérique (chose qui n'est pas réelle dans la nature), cette solution n'a pas été envisagée ici.

Enfin la quatrième méthode consiste à déterminer directement le flux d'évaporation à la surface du sol par bilan d'énergie et en déduire le flux cumulé à la profondeur, z , considérée en utilisant l'équation du bilan. Connaissant le flux à travers z , et disposant de θ , et des gradients de charge, on déduit $K(\theta)$. Cette méthode peut être sûre mais elle est laborieuse et exige un matériel assez sophistiqué (F.A DAUDET et al 1976).

Dans cette situation on retient les deux premières méthodes, dont on va décrire les principes par la suite. Elles s'appliquent en l'absence de végétation.

I-2 PRINCIPE DE LA METHODE DE DRAINAGE INTERNE

Ce principe a été développé par HILLEL et al (1972) et est expliqué en détail par VACHAUD et al (1978). Cette méthode consiste à effectuer un apport d'eau au sol, à couvrir ce dernier une fois la lame d'eau disparue et à suivre la redistribution de cette eau en profondeur en fonction du temps. En couvrant le sol, on impose la condition qu'il n'y a pas de transfert à travers la surface, c'est-à-dire : $v(z_0) = 0$ où Z_0 est la côte de la surface du sol.

Le schéma de principe de la méthode est illustré dans la fig (2).

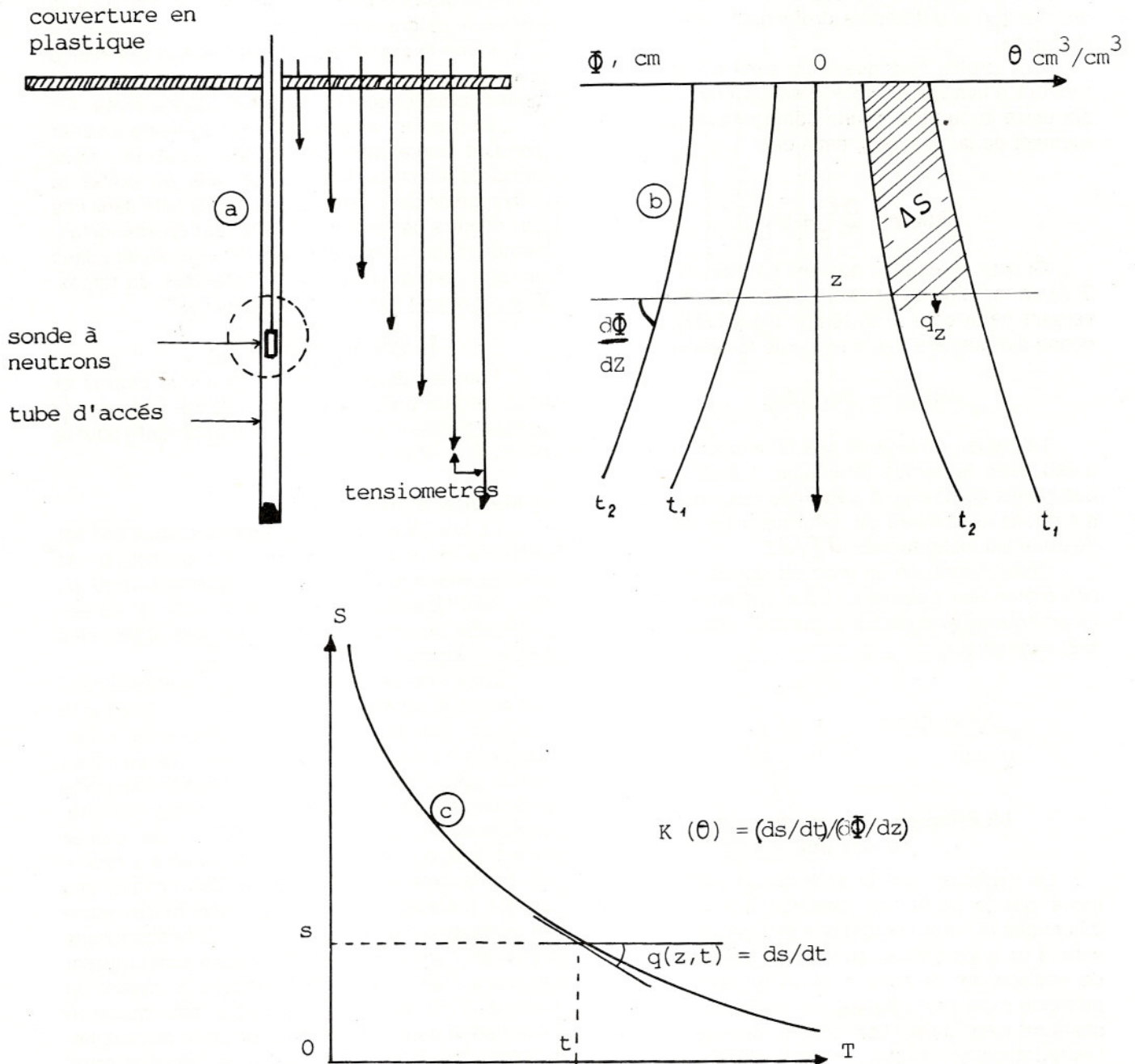


FIG 2: SCHEMA DE PRINCIPE DE LA METHODE DU DRAINAGE INTERNE
 a-implantation du système de mesure.
 b-détermination des variations de stock et de gradient
 de charge à la cote z .
 c-calcul du flux a une cote z et un instant t donnés.

Source : VACHAUD et al (1978)

Pendant le ressuyage du sol, on mesure la teneur en eau θ , et la pression de l'eau du sol ou succion ψ , à différentes profondeurs en fonction du temps.

Les profils hydrique $\theta(z)$ ainsi obtenus permettent d'évaluer le stock d'eau contenu dans le sol entre la surface et une cote quelconque z , au moment de la mesure, c'est-à-dire :

$$S(z, t) = \int_0^z \theta(z) dz \quad [6]$$

Si pour une cote z donnée, on trace la courbe $S_z(t)$ en fonction du temps, le débit spécifique traversant cette cote à un temps t quelconque sera donné directement par la pente de la courbe $S_z(z)$:

$$v(z) = - ds(t)/dt \quad [7]$$

Le signe (—) indique une diminution du stock d'eau avec le temps (drainage). L'établissement des profils de charge à partir des mesures tensiométriques permettent de déterminer les gradients de potentiel instantanés, $d\psi/dz$

Connaissant, en un moment donné, t , et pour une profondeur z donnée, le flux $v(z)$ et le gradient de potentiel $d\psi/dz$, on déduit à partir de l'équation [3], $K(\theta)$ comme suit :

$$K(\theta) = \frac{-v(z)}{d\psi/dz} \quad [8]$$

I-3 Principe de la méthode du plan de flux nul

La méthode dont le schéma de principe est illustré par la figure (3), consiste à suivre l'état d'humidité et l'état énergétique de l'eau d'un sol nu suite à un apport d'eau suivi d'une longue période de sécheresse (3 mois minimum). Pour cela la méthode n'est pas adaptée aux périodes de précipitations fréquentes. Les actions simultanées de l'évaporation et l'infiltration en profondeur entraînent un maximum unique du profil de charge $\psi(z)$ au niveau duquel on a $d\psi/dz = 0$ et donc un débit spécifique nul. Ce niveau est appelé « plan de flux nul ». En dessous de ce plan on a un mouvement descendant (infiltration) et au dessus on a un mouvement ascendant (évaporation).

Les mesures simultanées de l'humidité du sol, θ , et de la succion, ψ , en profondeur et en fonction du temps, permettent de localiser ce plan de flux nul, déterminer les débits spécifique d'évaporation et d'infiltration au delà d'une cote donnée et connaître

les gradients de potentiel sous l'action desquels ces transferts ont lieu comme on l'a fait pour la méthode de drainage interne.

Comme la profondeur du plan de flux nul évolue avec le temps, on adopte la profondeur moyenne pour chaque couple de mesures consécutives.

Le gradient de potentiel peut également varier pendant l'intervalle de temps séparant deux mesures consécutives, auquel cas on utilise la moyenne de deux valeurs. La conductivité dans ces cas ne sera pas affectée à la teneur en eau instantanée mais à la moyenne des teneurs en eau dans la zone considérée pendant l'intervalle de temps. Elle est donnée par l'équation suivante :

$$K(\bar{\theta}) = \frac{|\Delta S|_{z_0}^2}{(d\psi/dz)(\Delta t)}$$

Pour les deux méthodes (drainage interne et plan de flux nul), chaque mesure de θ et de ψ permet d'obtenir un point de la relation $\psi(\theta)$ pour la profondeur et le site donné.

II) Matériel et méthode

La station où les essais expérimentaux se sont déroulés est située dans une zone de sols bruns abondamment représentés dans les zones irriguées des Béni-Moussa et Béni-Amir puisqu'ils constituent plus de cinquante pour cent des superficies totales, (Jaminet, 1933).

Deux sites de mesures ont été aménagés dans une parcelle de 37 m sur 67 m comme l'indique la figure (4); l'un servant pour la méthode de « drainage interne » et l'autre pour la méthode du « plan de flux nul ». Parallèlement et afin de déterminer les caractéristiques physiques de la parcelle (densité, granulométrie, texture...), une dizaine de fouilles (1x1x1.3 m) ont été creusées de manière à recouvrir l'ensemble de la parcelle et des échantillons ont été prélevés tous les vingt centimètres entre les profondeurs 10 cm et 120 cm. Ces échantillons d'environ 1 kg chacun et de volume connu furent séchés à l'air libre, broyés, passés à travers un tamis de 2 mm et puis transportés au laboratoire où ils ont servi pour la détermination de la granulométrie par tamisage pour les particules de diamètres supérieurs à 50 μ et par sédimentation (et prélèvement à l'aide de pipette) pour les particules plus fines (méthode de Robinson).

Parallèlement, et dans les mêmes fosses, des échantillons non remaniés ont été prélevés aux profondeurs 20, 40, 60, 100 et 120 cm à l'aide d'un cylindre de 8 cm de diamètre et 10 cm de hauteur en l'enfonçant verticalement. Le séchage de ces échantillons à l'étuve a permis de déterminer les densités apparentes des différentes couches.

A l'intérieur de site « plan de flux nul », ont été

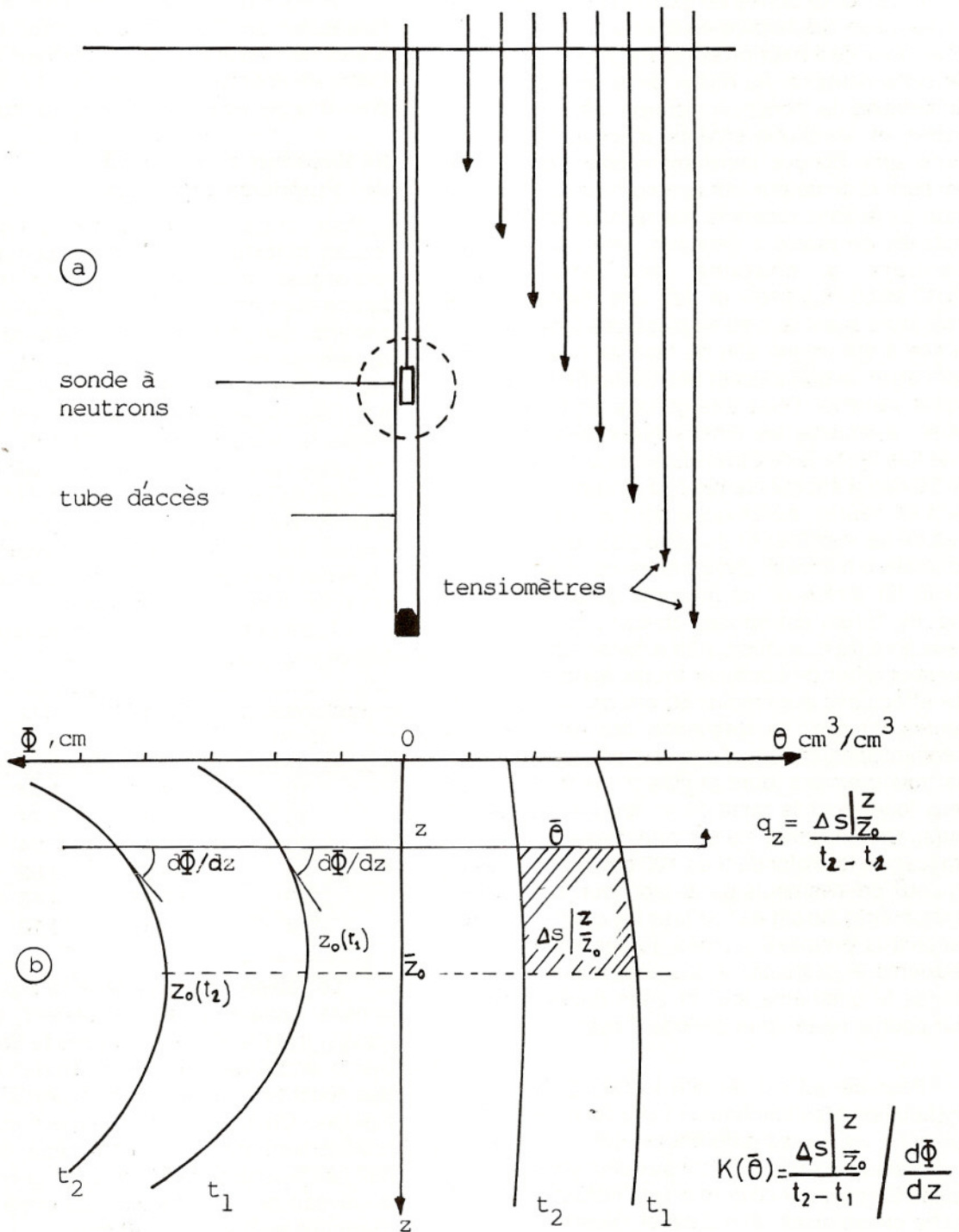


Fig 3. SCHEMA DE PRINCIPE DE LA METHODE DU PLAN DE FLUX NUL.

a. site de mesure et implantation du système de mesure

b. détermination des variations de stock et des gradients de charge.

Source : VACHAUD et al (1978)

délimitées deux zones de 2x2m servant l'une pour l'installation des tensiomètres et d'un tube d'accès pour la sonde à neutron et l'autre pour l'étalonnage de cette dernière. Au milieu de la période d'expérimentation la sonde à neutron est tombée en panne et les prélèvements d'échantillons dans cette zone conçue initialement pour l'étalonnage ont permis de déterminer la teneur en eau. A l'intérieur de la zone réservée aux tensiomètres, furent installés de manière aléatoire, une paire de ces derniers à chacune des profondeurs 15,30,45,60,75,90,105 et 120 cm. Signalons que trois jours avant la mise en place des tensiomètres, le site a été irrigué afin de faciliter l'implantation, permettre un bon contact des tensiomètres avec le sol et ramener l'état énergétique de l'eau à une valeur à laquelle les tensiomètres sont sensibles. Une fois les tensiomètres installés, une lame d'eau de 50 mm a été maintenue à la surface du sol pendant 44 heures, durée qui a permis aux tensiomètres de se stabiliser et au sol d'atteindre sa valeur optimale d'humidité. Après cette période, l'apport d'eau fût arrêté et les mesures d'humidité et de succion furent entreprises après la disparition de l'eau libre de la surface. Afin d'éviter les transferts latéraux (effet de bordure), toutes les mesures ont été effectuées à au moins 50 cm des limites extérieures du site. La fréquence des prélèvements d'échantillons étaient d'une fois par jour pendant les trois premiers jours et puis d'une fois tous les deux jours pour le reste de la période d'essai (75 jours). Ces mesures étaient effectuées tous les 15 cm jusqu'à la profondeur de 120 cm et consistaient en deux prélèvements par profondeur. Les relevés tensiométriques ont eu lieu tous les quarts d'heures pendant la première journée, toutes les heures la deuxième et la troisième journée, toutes les deux heures le quatrième jour et enfin quatre fois par jour pour le reste de la période d'essai.

Pour ce qui est du site « drainage interne », l'installation était identique à celle du site « plan de flux nul », les seules différences étant, l'imposition d'une lame d'eau de 100 mm au début de essais (au lieu de 50 mm pour ce dernier) et l'installation d'une bâche en plastique, afin d'éviter l'évaporation, sur une zone de 3x3 m au centre de laquelle se trouve les 4 m² réservés aux tensiomètres et au tube d'accès. Cette installation a eu lieu juste après disparition de la lame d'eau de la surface du sol.

La conductivité hydraulique dans le sens vertical à saturation a été déterminée in-situ par la méthode du double anneau et la teneur en eau à saturation au laboratoire sur des échantillons non remarniés.

Afin d'éviter l'effet de la variation de la température sur les tensiomètres, tous les relevés et toutes les mesures ont été effectués à 8 heures du matin (température variant de 20 à 25° c) et ceci pour une période de plus de deux mois.

III) Résultats et discussion

III-1 Propriétés physiques

Pour toutes les profondeurs, dans les deux fosses, la texture du sol est tombée dans la classe des argiles. Le tableau n° (1), donne les résultats du taux d'éléments fins (A + LF, 0-20u). Ce paramètre textural qui joue un rôle prépondérant dans la dynamique de l'eau du sol présente peu de dispersion horizontalement et verticalement. En effet, les coefficients de variation pour l'ensemble des profondeurs restent inférieurs à 6 % de même la moyenne ne varie pas beaucoup avec la profondeur — bien qu'il semble y avoir un début de formation d'un horizon B2t au niveau de la profondeur 50 cm résultant d'une accumulation d'éléments fins lessivés par l'eau — ce qui laisse à conclure que le sol est raisonnablement homogène.

Tableau n° (1) moyennes du taux d'éléments fins (A + LF : 0-20u)

Profondeurs (cm)	A + LF	S.D	C.V %
10	67.96	1.47	2.10
30	69.30	2.77	4.00
50	71.38	2.24	3.14
70	68.82	3.62	5.30
90	67.45	4.40	6.00
110	68.37	3.10	4.53

Le tableau n° (2) donne la répartition de la densité apparente en profondeur pour les dix fosses. Il en ressort que la densité apparente augmente en profondeur, ce qui traduit le tassement des couches profondes par rapport à celles superficielles. On remarque également que le sol est relativement moins bien homogène, ce qui est traduit par le coefficient de variation qui passe de 3 % au niveau de la profondeur 20 cm à 6 % (valeur maximale au niveau de 40 cm).

Cependant ce maximum reste faible et on peut conclure que l'homogénéité horizontale de la densité apparente existe au niveau de la parcelle étudiée, ce qui n'est pas tout à fait le cas dans le sens vertical pour lequel la moyenne passe de 1.35 g/cm³ au niveau de la profondeur 20 cm à 1.61g/cm³ à 120 cm.

Tableau n° (2) moyennes des densités apparentes

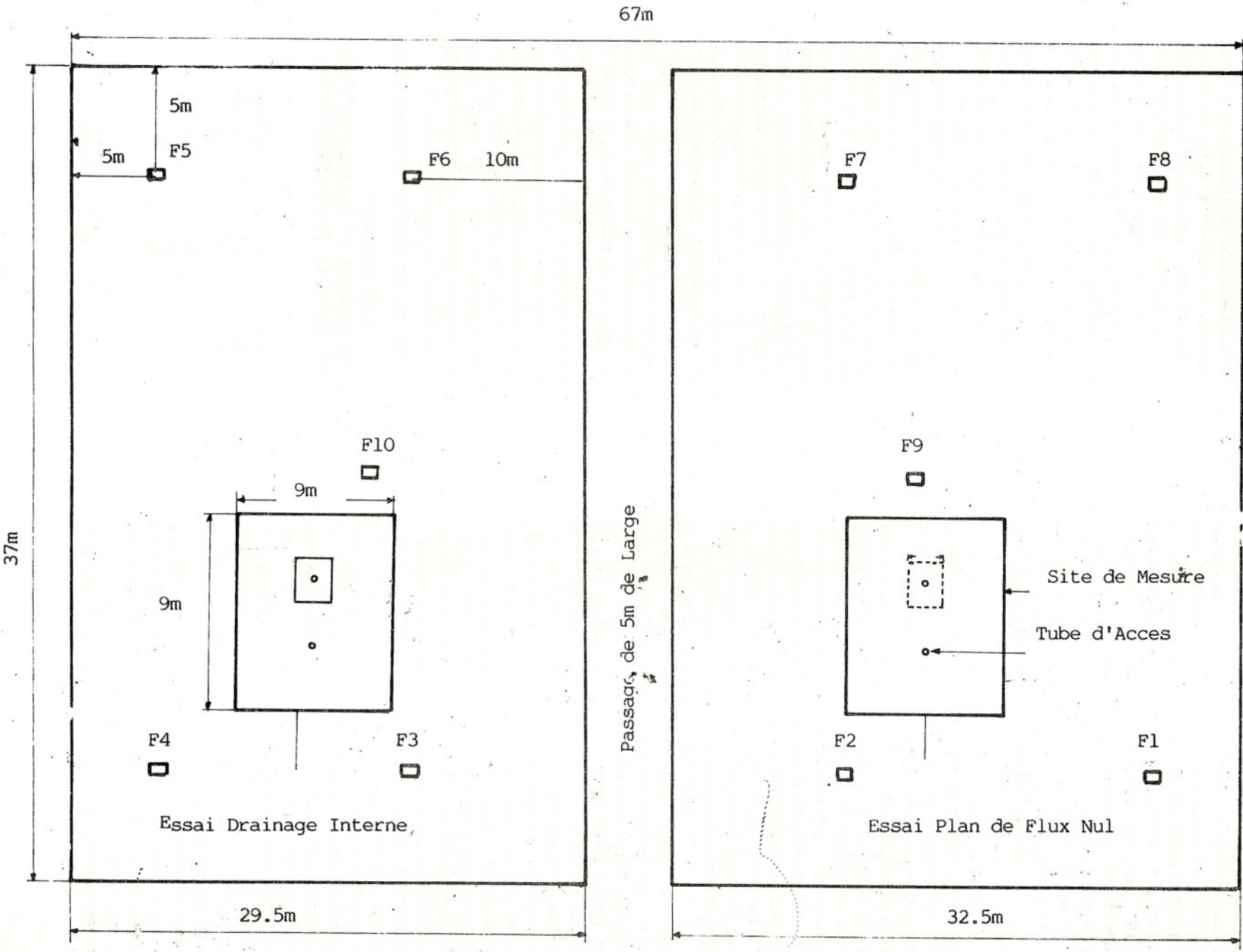


Fig 4 : SCHEMA D'IMPLANTATION DES ESSAIS

Profondeurs (cm)	Da g/cm ³	S.D g/cm ³	C.V %
0- 20	1.35	0.04	2.90
20- 40	1.39	0.08	5.51
40- 60	1.48	0.07	4.75
60- 80	1.52	0.08	5.15
80-100	1.59	0.05	3.40
100-120	1.61	0.08	4.78

III-2 CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE $K(\theta)$ ET RELATION ENTRE LA TENEUR EN EAU ET LA SUCCION $\psi(\theta)$

III-2-1 Méthode du plan de flux nul

La figure (5) montre l'évolution de l'humidité du sol pendant la période de mesure. Le premier profil (celui du 13/6) correspond à la troisième journée après la disparition de la lame d'eau. Chacune des valeurs reportées est la moyenne de deux mesures simultanées. On remarque que l'ensemble du profil subit un épuisement de sa réserve en eau surtout pour les couches de surface qui sont sujettes à l'évaporation et à l'infiltration simultanées surtout pendant les premiers jours de mesure. On peut noter également que les premiers profils établis après la disparition de la lame d'eau sont quasi-verticaux ce qui traduit l'homogénéité du sol en profondeur et confirme les résultats de l'analyse granulométrique et de la densité apparente. Sous l'action de l'évaporation, il y a un dessèchement de plus en plus accentué des couches de surface alors qu'à la profondeur de 120 cm la diminution de la teneur en eau demeure faible relativement. Ceci parce que cette côte reçoit l'eau drainée de la couche qui la sépare du plan de flux nul et la transmet simultanément en profondeur; le résultat net étant une perte puisque le teneur en eau diminue avec le temps.

La figure (6) montre l'évolution des profils du potentiel de l'eau du sol. Chacune des valeurs correspond à la moyenne de deux tensiomètres additionnée du potentiel gravitaire dont l'origine est prise au niveau de la surface du sol. Le premier profil (celui du 11/6) est celui obtenu juste au moment où la lame d'eau a disparu de la surface du sol. On remarque qu'à ce moment, la pression de l'eau du sol était positive partout entre la surface et la profondeur 120 cm (toutes les valeurs sont à droite de la bissectrice). Ceci témoigne d'une saturation de toute la couche de mesure (0-120 cm) suite à la submersion continue pendant 44 heures. Ce résultat implique l'isotropie verticale car si des couches de conductivités hydrauliques différentes

étaient présentées on n'aurait pas eu saturation partout dans le profil. Le deuxième profil (12/6) correspond à 24 heures après la disparition de la lame et on remarque que déjà la pression de l'eau du sol est négative partout dans le profil de sol situé entre la surface et la profondeur 120 cm. D'après l'allure des profils et jusqu'au 13/6; c'est à dire deux jours après la disparition de la lame d'eau, l'écoulement est descendant (drainage) au delà de la côte 15 cm. L'évaporation n'affecte pendant les deux premiers jours que la couche de surface allant jusqu'à 15 cm de profondeur. Ce n'est que quatre jours après que le plan de flux nul devient apparent au delà de cette première côte où les mesures sont effectuées et est situé aux environs de 35 cm. La période de mesure a eu lieu pendant la saison chaude de l'année (température variant entre 20° c à 6 heures du matin et plus de 40° c vers 15 heures d'après midi), il est donc évident que la demande évaporative soit très élevée, ce qui explique le dessèchement rapide des couches de surface, illustré par la figure (5) et la figure (7) où la profondeur du plan de flux nul augmente rapidement pendant les premiers jours. Notons enfin que cette profondeur a atteint 90 cm en moins de deux mois après l'arrêt de l'apport d'eau. L'évaporation peut donc affecter une grande profondeur dans ce type de sol et ceci pourrait avoir plusieurs conséquences sur lesquelles nous reviendrons plus tard.

Les résultats de la conductivité hydraulique $K(\theta)$ obtenus par l'équation (8) appliqué à chacune des profondeurs sont représentés sur la figure (8). La conductivité hydraulique à saturation ou perméabilité déterminée au niveau de la surface du sol, par la méthode du double anneau est de 5.1 mm/h et la moyenne de la teneur en eau à saturation pour toutes les profondeurs est de 0.35 cm³/cm³. Nous reviendrons plus tard sur la modélisation de $K(\theta)$ ainsi obtenue. La relation $\psi(\theta)$ pour les différentes profondeurs est représentée sur la figure (9). On remarque la chute graduelle de θ avec ψ ce qui caractérise les sols à grande teneur en argile.

III— 2-2 Méthode du drainage interne

Etant donné que les mesures des teneurs en eau ont été interrompues à la suite de la panne qu'a connue la sonde à neutron, elles ont été déduites à partir de la relation $\psi(\theta)$ déterminée précédemment par la première méthode. En effet cette approche est valable dans la mesure où d'abord, les deux sites sont proche l'un de l'autre et d'autre part, la parcelle est homogène d'après les résultats des caractéristiques physiques. Le dépouillement de l'essai « drainage interne » permet donc de calculer de nouveaux points expérimentaux de $K(\theta)$,

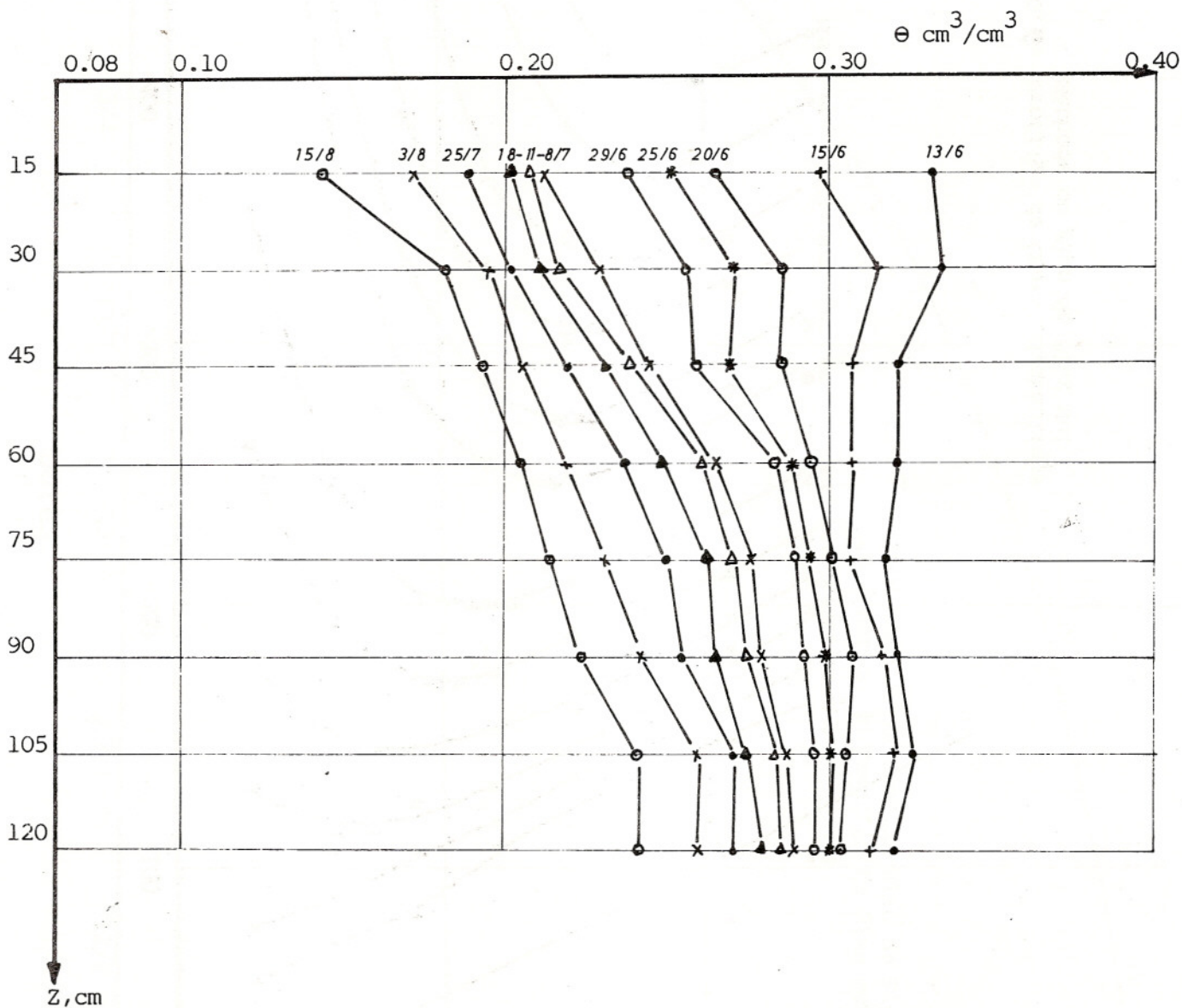
mais n'apporte aucune information supplémentaire pour $\Psi(\theta)$.

Le nuage de points $K(\theta)$, obtenu par cette méthode est donné par la figure (8), où il est jumelé avec celui de la méthode du plan de flux nul.

III— 2-3 Synthèses des résultats expérimentaux de $\Psi(\theta)$ et $K(\theta)$.

Sur la figure (9), la relation $\Psi(\theta)$ ainsi obtenu montre que les teneurs en eau diminuent graduellement avec l'augmentation des succions. Il s'agit là d'une caractéristique des sols lourds. Pour les sols légers, la courbe, $\Psi(\theta)$ présente un pallier très net qui marque le passage brusque entre la pression d'entrée d'air et les pressions plus élevées.

Fig 5. PROFILS HYDRIQUES
Site Plan de Flux Nul



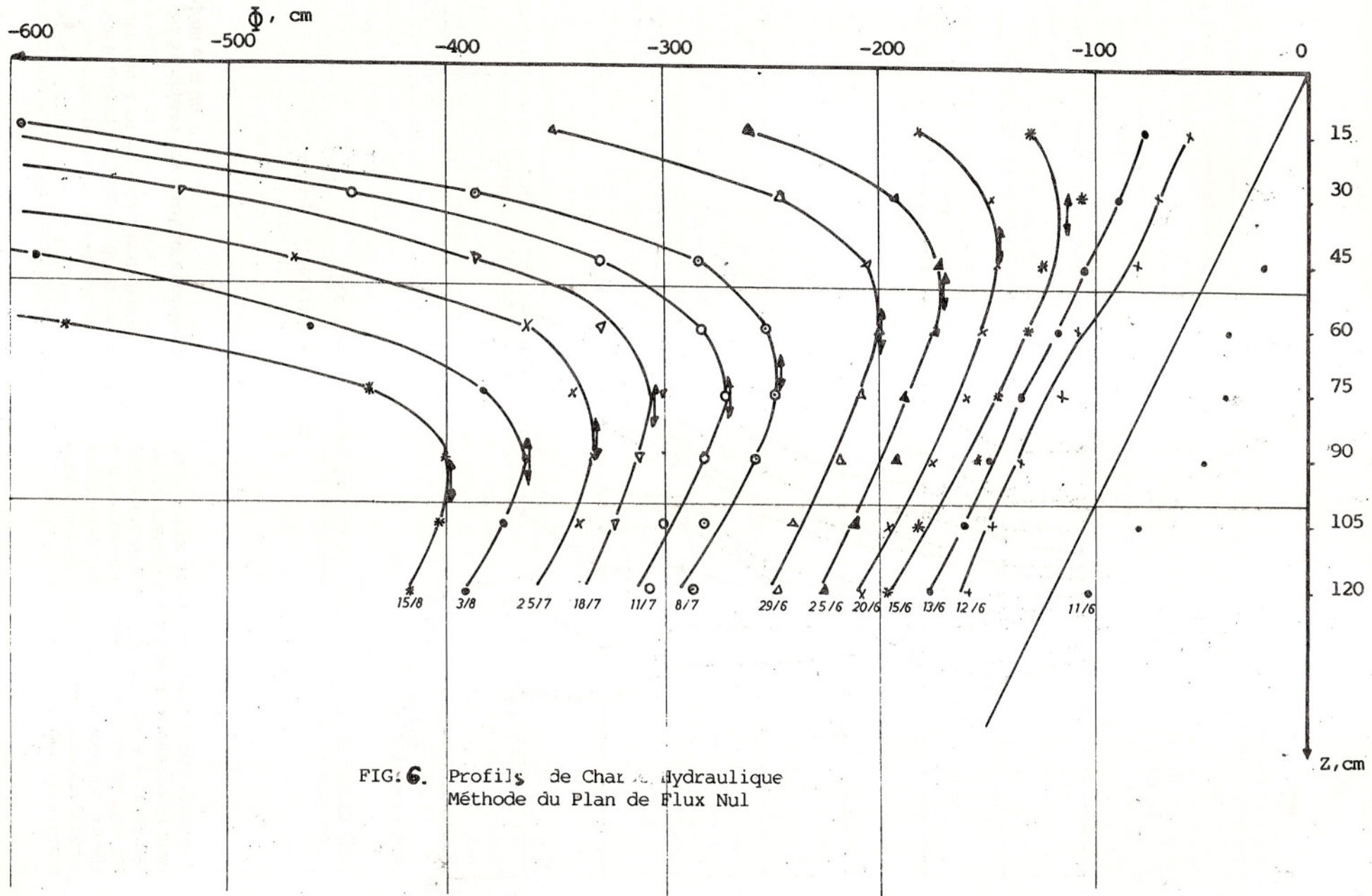


FIG. 6. Profils de Charge Hydraulique
Méthode du Plan de Flux Nul

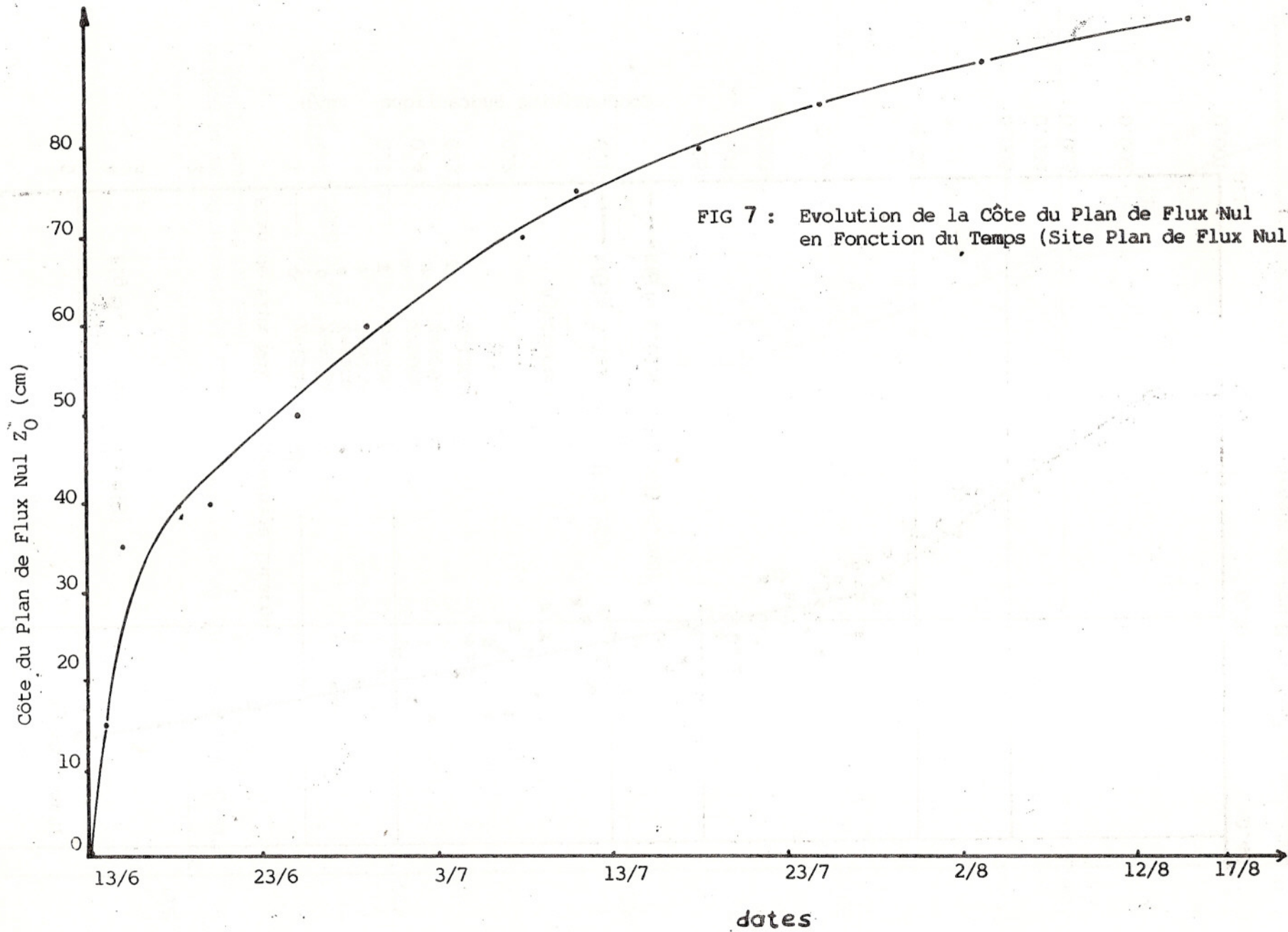


FIG 7 : Evolution de la Côte du Plan de Flux Nul en Fonction du Temps (Site Plan de Flux Nul)

Potentiel Matriciel Ψ , cm

FIG. 9. Relation $\Psi(\theta)$ in Situ aux Profondeurs:

— Ajustement Selon le Modèle de: Van Genuchten (1980)

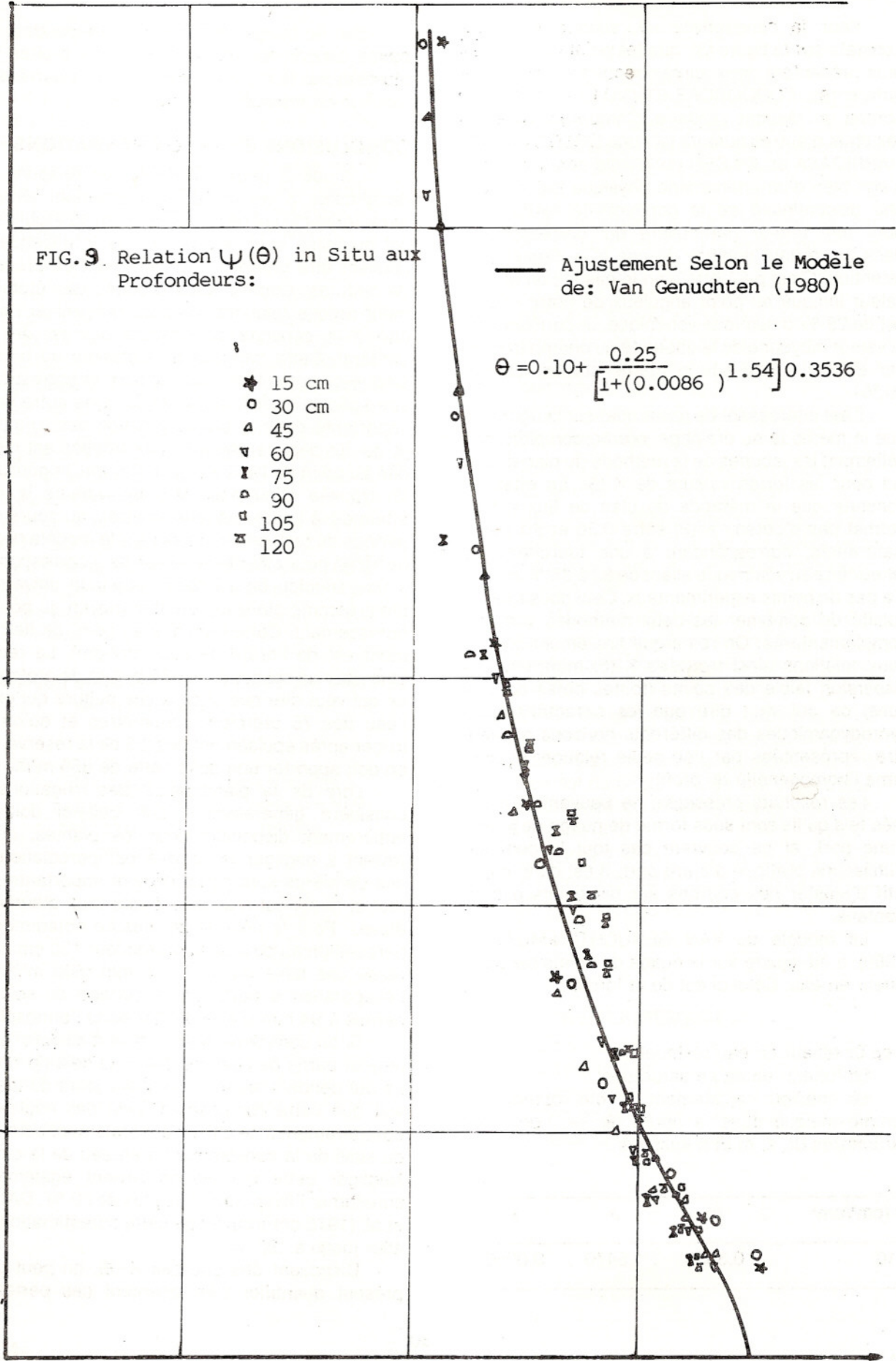
- ★ 15 cm
- 30 cm
- △ 45
- ▽ 60
- ◊ 75
- ◻ 90
- ◼ 105
- ◽ 120

$$\theta = 0.10 + \frac{0.25}{[1 + (0.0086 \Psi)^{1.54}]^{0.3536}}$$

500
400
300
200
100
0

0.02 0.10 0.20 0.30 0.40

Teneur en Eau cm^3/cm^3



Pour la conductivité hydraulique $K(\theta)$, on constate sur la figure (8), que les points expérimentaux présentent deux allures rectilignes de pentes différentes. FOODOROFF ET GALULA (1973), ont obtenu un résultat similaire. Comparant avec les résultats d'autres auteurs tels que DOLGOV (1948), HARRIDASA et JENSEN (1972), ils concluent qu'il s'agit bien d'un phénomène physique qui introduit une discontinuité de la conductivité hydraulique pour une teneur particulière qui correspondrait dans un certain nombre de cas à la capacité de rétention. C'est peut être bien le cas ici; en effet la valeur indiquée au point anguleux de notre courbe est de 29 % d'humidité volumique, et correspond à la valeur moyenne de la capacité au champ trouvée par BIGOT (1968) sur la même station (environ 30 %).

Il est intéressant de remarquer sur la figure (8), que la méthode du drainage interne complète partiellement les lacunes de la méthode du plan de flux nul pour les fortes valeurs de $K(\theta)$. En effet, on constate que la méthode du plan de flux nul ne permet pas d'obtenir $K(\theta)$ entre 0.30 et 5.1 mm/h (saturation), correspondant à une fourchette de teneur en eau volumique allant de 32 à 35 % où l'on n'a pas de points expérimentaux. Ceci nous montre l'utilité de combiner les deux méthodes vue leur complémentarité. On remarque finalement que les deux relations ainsi trouvées $K(\theta)$ montrent une dispersion faible des points (toutes côtes confondues) ce qui veut dire que les caractéristiques hydrodynamiques des différents horizons peuvent être représentées par une seule relation; et confirme l'homogénéité du profil.

Les résultats présentés, ne peuvent être utilisés tels qu'ils sont sous forme de nuage de points d'une part, et ne couvrent pas tout le domaine d'utilisation pratique d'autre part. Il est donc impératif d'ajuster des courbes sur les points expérimentaux.

Le modèle de VAN GENUCHTEN-MUALEM (1980), a été ajusté sur le nuage de points succion-teneur en eau. Celui-ci est de la forme :

avec O_r teneur en eau résiduelle

O_m teneur en eau à saturation

Le meilleur ajustement a été obtenu — comme indiqué dans la figure (9) —, pour les paramètres O_r , x , m et n suivants :

O_r (cm ³ /cm ³)	m	n	x
0.10	0.3536	1.5470	0.0086

Sur le nuage de points correspondant aux points expérimentaux de $K(\theta)$, deux droites sont ajustées par la méthode des moindres carrées. Le résultat est indiqué sur la figure (8).

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'étude a permis d'établir les relations fondamentales $K(\theta)$ et $\psi(\theta)$ permettant ainsi de caractériser le sol de la station. Bien qu'établies sur sol nu, elles sont des propriétés intrinsèques et peuvent être utilisées ultérieurement en présence de cultures. Comme sous produits de l'établissement de ces relations, on a pu déterminer l'humidité à la capacité au champ qui est de 0.29 cm³/cm³. Cette dernière a été atteinte au bout de cinq jours après l'arrêt de l'apport, et correspond à une succion d'environ 200 m CE. Une autre valeur importante dans la programmation des irrigations, et qui fût déduite des résultats trouvés est l'humidité au point de flétrissement. Comme la courbe $\psi(\theta)$ trouvée n'intéresse que les valeurs qu'on a atteintes, à l'aide des tensiomètres, au cours de la période du test, on s'est basé sur le modèle dégagé de $\psi(\theta)$ pour estimer la valeur de θ correspondant à une succion de 15 bars, reconnue universellement comme étant le potentiel moyen au point de flétrissement. Cette humidité au point de flétrissement est de l'ordre de 0.12 cm³/cm³. La réserve utile pour ce sol est donc 170 mm/m de profondeur ce qui veut dire que si on a une culture qui extrait l'eau des 75 premiers centimètres et qu'on doit irriguer après épuisement des 2/3 de la réserve utile, on doit apporter une dose nette de 850 m³/ha.

Lors de la planification des irrigations, on considère généralement que celle-ci doit être entièrement disponible pour les plantes, ce qui revient à négliger les pertes par percolation. Or, ces dernières sont généralement importantes surtout si le sol est maintenu à des taux d'humidités élevés. Pour la période de mesure notamment, la percolation au delà de la profondeur 120 cm a intéressé une lame d'eau de 56 mm (560 m³/ha), et l'évaporation à partir de la surface du sol nu a permis à 94 mm d'être perdus dans l'atmosphère.

Si on considère, à juste titre d'ailleurs, que la majeure partie de l'eau percolée au delà de 120 cm l'a été pendant les tous premiers jours du test, on voit que cette composante n'est pas négligeable contrairement à ce qui est généralement admis lors du suivi de la consommation en eau de la culture. Négliger cette percolation revient également à surestimer l'évaporation de plus de 60 %. DAUDET et al. (1976) ont trouvé que cette surestimation peut aller jusqu'à 190 %.

Disposant des courbes $K(\theta)$, on peut dès à présent quantifier très aisément ces pertes par

drainage en profondeur moyennant de simples mesures de la teneur en eau à différentes profondeurs. Les estimations de ces percolations à différents points d'un périmètre tel celui de Tadla, permettrait de déterminer le taux de recharge de la nappe à partir de la zone irriguée. Si des analyses des eaux infiltrées sont effectuées en parallèle, on pourrait également quantifier la pollution de la nappe.

Enfin remarquons sur la figure (7), que la profondeur du plan de flux nul tend à se stabiliser à 1 m environ. C'est un résultat important dans la mesure où seule cette tranche est soumise à l'évaporation, le reste contribue à la recharge de la nappe. Il suffit dans ce cas, sachant que les gradients de charge sont égaux à -1 pour les profondeurs supérieures à 1 m (cf figure 6), de suivre l'évolution des flux en profondeur seulement à partir de la mesure de l'humidité du sol étant donné qu'on aura : $v = K(\theta)$.

On donne, à titre d'exemple, pour la profondeur 1,20 m une comparaison entre les flux calculés à partir de la variation des stocks et ceux estimés à partir de la relation $K(\theta)$, θ étant à chaque fois la moyenne de deux mesures effectuées à deux instants différents.

Comparaison entre les flux calculés par les deux méthodes

Dates	Flux calculés à partir de la variation des stocks (mm/h)	Flux estimés à partir de $V = K(\theta)$ (mm/h)
13/6-15/6/82	0.28	0.20
15/6-20/6	0.087	0.08
25/6-29/6	0.035	0.03
29/6-8/7	0.034	0.02

Rappelons cependant, que dans un sol cultivé, si le plan de flux nul se trouve à l'intérieur de la zone racinaire il est obligatoire de passer par la relation de DARCY pour déterminer la percolation et l'évapotranspiration.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABABOU, R. Mesure des transferts d'eau dans les sols : Application au suivi de l'évapotranspiration et de la percolation dans un sol sableux de la région de Rabat. Hommes Terres et Eaux. vol 12, N° 47. juin 1982.

BIGOT, J. Détermination des besoins en eau des cultures. Expérimentations réalisées de 1956 à 1965 sur des cultures de coton. Centre des expérimentations, D.M.V., Février 1968.

DAUDET, F.A. ET VALANCOGNE, CH. Mesure des flux profonds de drainage ou de remontés capillaires. Leurs importance dans le bilan hydrique. ann. agr. 27(2). 1976.

DARCY, H. Les Fontaines Publiques de la ville de Dijon. Dalmont, Paris. 1856.

FEODOROFF, A. et GALULA, E. Conductivité d'un sol non saturé. (non publié). (1973)

JAMINET, R. Etude des sols du périmètre irrigable des Béni-Moussa et Béni-Amir. Service de la recherche agronomique et de l'expérimentation agricole. Rabat 1953.

HILLEL, D., KRENTOS, V.D. and STYLIANOU, Y. Procedure and test of an internal drainage method for measuring soil hydraulic characteristics in situ. soil sci-114,395-400. 1972.

VACHAUD, D., DANCETTE, C., SONKO, S. ET THONY, J.L. Méthode de caractérisation hydrodynamique in-situ d'un sol non saturé. Application à deux types de sol du SENEGAL en vue de la détermination des termes du bilan hydrique. ann. agr. 1978 29/1) pp 36. 1978.

VAN-GENUCHTEN, M. TH. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil. Sci. Soc. Amer. J. vol : 44. 1980.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leurs sincères remerciements à M. Najih, chef de la Station Expérimentale d'Hydraulique Agricole des Ouled Gnaou et au Sgrid de l'Ormya de Tadla pour leur soutien lors de la réalisation de la présente étude.

L'EXPERIENCE DE PRODUCTION DE BIOGAZ A OUARZAZATE

JELLOULI D., FAOUZI A. et MOSES A.,
(ORMVA D'Ouerzazate) (Février 1988)

Les populations du Sud du Maroc, en majorité rurales, dépendent pour une bonne partie, pour leur approvisionnement en combustible à usage domestique, de la production végétale. Mais c'est dans ces régions, à climat aride et semi aride que la production végétale est la plus faible.

Le recours au gaz butane n'est pas toujours possible; le réseau de distribution de gaz en bouteilles fonctionne à peu près correctement dans les principaux centres; ailleurs, l'approvisionnement est assez défaillant et l'insuffisance des infrastructures de communication n'améliore pas les choses.

Toutes sortes de palliatifs sont utilisés pour se procurer le combustible nécessaire à la cuisson; branchages, arbustes; brindilles et bouse de vache sèche fournissent une part variable de l'énergie domestique.

Les femmes en file chargées de fardeaux volumineux de bois constituent un spectacle quotidien; le ramassage de bois est une tâche harassante qui absorbe parfois plus de la moitié de leur temps.

A côté de cet handicap, les zones du Sud disposent d'autres richesses susceptibles d'être utilisées comme source d'énergie; il s'agit des énergies renouvelables solaire et éolienne ainsi que de la biomasse.

A ce titre, l'O.R.M.V.A. de Ouarzazate, en collaboration avec le Centre des Energies Renouvelables de Marrakech a commencé, depuis 1984, à explorer les possibilités de recours aux énergies renouvelables.

Des réalisations ont été effectuées dans le domaine de l'énergie solaire et de la production de biogaz.

Le premier digesteur a été construit en 1984 chez un particulier; il combine les caractéristiques des modèles chinois et indien.

Une contrainte majeure est apparue dès le démarrage du projet :

— la production de gaz pour couvrir les besoins domestiques nécessite un approvisionnement suffisant en matière organique; vu la structure du troupeau, les exploitations disposant de plus de 5 têtes de gros bétail, nombre considéré comme minimum, sont en nombre très réduit, il faut rappeler que la dimension moyenne des exploitations

est de l'ordre de un hectare dans la province de Ourzazate.

En effet, sur 60.000 exploitations, 276 d'entre elles, soit 0,46 % seulement possèdent plus de 5 têtes de gros bétail.

Au cours du fonctionnement du digesteur, plusieurs difficultés ont surgi :

— en hiver, en raison des basses températures, la production de biogaz suffit à peine à préparer le petit déjeuner; il faut ajouter que les distributions d'aliments sont rationnées pendant cette période, ce qui réduit la production de matière organique disponible et par conséquent limite davantage les possibilités de production de gaz.

— une part de l'engrais vert est disponible dans le digesteur sous forme liquide; d'où des sujétions supplémentaires pour sa récupération et son utilisation.

— le biogaz n'est intéressant que dans la mesure où il permet de se passer d'achat de gaz butane; autrement, il ne présente presque plus d'intérêt.

— l'investissement initial est appréciable; plusieurs années de bon fonctionnement du digesteur doivent s'écouler avant de récupérer les fonds investis, sous forme d'économie sur les dépenses de gaz butane; ceci n'est guère concevable car les sujétions de maintenance sont assez nombreuses.

Mais cette expérimentation a permis de perfectionner la conception du digesteur, de mettre au point des plans types mieux adaptés et d'acquérir une bonne expérience en la matière pouvant être mise au service d'éventuels agriculteurs intéressés par la mise en œuvre de cette technologie.

Cette expérimentation a aussi répondu à une grande question sur les potentialités de cette technique dans les régions du Sud Marocain à savoir que les possibilités de développement des techniques de production de biogaz y resteront limitées.

Le présent document fait le point sur cette expérience destinée à apprécier l'intérêt de cette technologie pour la région et à la maîtriser en vue de son extension éventuelle.

I — LE GISEMENT BIOMASSIQUE DE LA ZONE :

A l'instar des autres régions du Sud Marocain,

les sous-produits végétaux dans la zone d'action de l'O.R.M.V.A.O. interviennent dans l'alimentation du bétail ce qui exclut toute possibilité de leur utilisation pour la digestion méthanique.

De ce fait, la biomasse susceptible d'être utilisée à des fins énergétiques (production de biogaz) concerne uniquement les déchets animaux.

Le potentiel biomassique global en déchets de bovins et d'animaux de trait est évalué à 529.600 KG/j, mais une faible partie de ce potentiel est pratiquement utilisable, soit 10 % de la quantité précitée.

Le volume de cuverie nécessaire pour la digestion de cette quantité de biomasse est de 3.990 m³ pouvant fournir en moyenne selon les rendements localement atteints 1.120 m³ de biogaz par jour.

II — LE PROJET PILOTE DE FADRAGOUM :

II. 1 — Description de l'installation :

L'installation est localisée au douar FADRAOUM, Commune Rurale d'Amerzgane, Cercle de Ouarzazate. Dans le choix de ce site, un ensemble de facteurs ont été pris en compte, les plus importants sont :

— Facilité de suivi en raison de la situation de l'unité qui se trouve à 3 km du siège de l'Office.

— Disponibilité d'une quantité suffisante de biomasse de bonne qualité en raison d'une ration alimentaire équilibrée.

— Disponibilité de l'eau ensoleillement du site et bonne disposition de l'étable par rapport à la maison d'habitation.

— Dimensionnement :

Le dimensionnement de l'unité a été effectué sur la base d'un potentiel en biomasse évalué à 200 Kg/j avec une efficacité de collecte de 90 %, pour un temps de rétention de 40 j et pour un rapport eau-déchet de 2/3. La cuve de digestion est d'un volume de 20 m³ pouvant fournir une production de biogaz de 5 m³/j en été avec rendement estival de 25 % et 3 m³/j en hiver pour un rendement de 15 %.

Quant aux besoins en énergie de la famille, ils ont été évalués selon les normes de la F.A.O. à la quantité d'énergie nécessaire à 11,7 équivalents-adultes représentant un besoin de 8,58 m³/j.

Ces chiffres ne sont pas trop différents de ceux résultant d'une étude sur la consommation d'énergie établie à TINGHIR par l'Agence Française pour la maîtrise de l'énergie en janvier 1986.

Compte tenu de l'importance des besoins et des disponibilités en matière première, le degré prévisible de satisfaction des besoins est de l'ordre

de 58 % en été et 35 % en hiver pour une pression à l'utilisation de 15 cm d'eau.

— Schéma de l'installation :

Dans le but de confronter les deux technologies (Indienne et Chinoise), la cuve est divisée en deux compartiments rectangulaires dont le premier est muni d'un gazomètre de stockage et de régulation de pression et l'autre hermétique comme c'est le cas des digesteurs chinois.

Fonctionnement en continu, la cuve enterrée est alimentée et vidée du substrat digéré par gravité, et alimentée à partir d'une cuve située dans l'étable et connectée à une fosse de récupération permettant le stockage du substrat différée et utilisable pour la fertilisation.

Pour l'homogénéisation du substrat en fermentation, le système est équipé d'un dispositif d'agitation annuel à axe vertical muni de palettes en bois qui permettent en outre de casser la croûte pour un meilleur dégagement de biogaz.

— Fonctionnement de l'installation :

Le fonctionnement de cette unité a passé par deux phases essentielles. La première d'une durée d'une année. Cette période a porté sur la détermination des caractéristiques de fonctionnement de l'unité dont les plus importantes sont :

— La composition du biogaz.

— Le temps de rétention réel.

Cette phase a permis d'élaborer un schéma définitif de l'unité en y apportant les modifications et améliorations suivantes :

— La déconnection du digesteur du réseau des eaux usées familiales qui n'a pas permis le contrôle des taux de dilution et qui a occasionné un dégagement important de H₂S de mauvaise odeur.

— La réduction de la surface de contact de l'agitateur avec le substrat par l'élimination de quelques palettes réduisant ainsi le couple nécessaire à la manipulation.

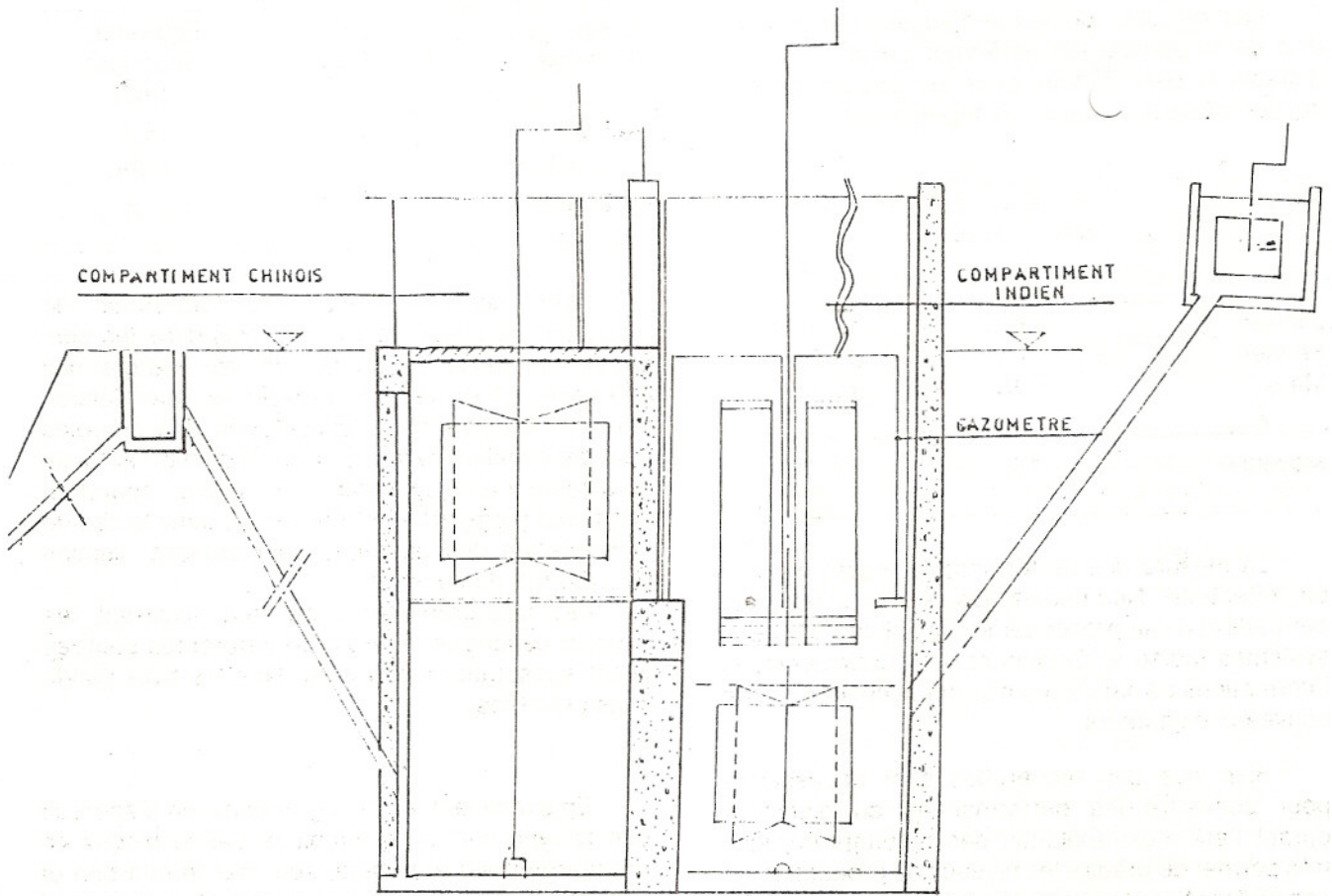
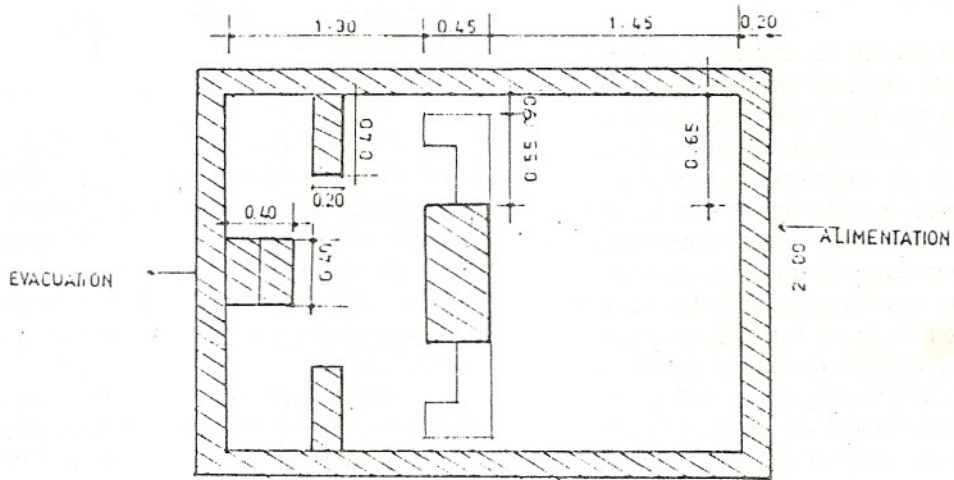
— La construction de petits murs à l'intérieur de la cuve agissant comme barrière pour le maintien du nouveau substrat dans la cuve durant tout le cycle de la fermentation.

Au cours de la deuxième phase, après la mise en œuvre des améliorations précitées, l'objectif a été le suivi et l'évaluation de l'exploitation de l'unité permettant de mesurer et d'apprécier l'intérêt du biogaz par rapport aux sources d'énergie conventionnelles utilisées comme combustible.

II. 2 — Suivi et évaluation :

Après que les améliorations aient été apportées, le digesteur a commencé à marcher en novembre 1986 et a commencé à produire du

VUE EN PLAN



COUPE DIGESTEUR

biogaz utilisable en janvier 1987. La biomasse utilisée est un mélange à 8 — 10 % de solide, deux fours à biogaz en fer (dessin chinois adapté par le CDER) permettent l'utilisation du biogaz en tant que combustible de cuisine.

En janvier et février, l'alimentation quotidienne du digesteur a été mesurée de manière à assurer son bon fonctionnement, les mauvaises odeurs avaient disparu et l'évaluation de la production du gaz conduite dans de meilleures conditions. Signalons que les fuites qui persistent encore dans la partie chinoise ne permettent que l'appréciation de la production du compartiment indien qui est d'une capacité de 8 m³. Les mesures dans les conditions de fonctionnement en hiver (température de 15,5° C et 80 jours de temps de rétention) ont donné une production moyenne de biogaz de 1,05 m³ par jour pour un rendement moyen de 13 % du volume de biogaz rapporté au volume de digesteur, légèrement inférieur au rendement adopté pour cette période de 15 %.

Les mesures de rendement ont continué au delà de la période janvier-février ce qui a permis d'établir le bilan suivant pour les niveaux de production atteints et ceux des rendements.

Mois	Production moyenne en m ³ /j	Rendement
Janvier	1,03	12,9 %
Février	1,09	13,6 %
Mars	1,48	18,5 %
Moyenne	1,2	15 %

La mesure des performances en été n'a pas été effectuée. Néanmoins, les premiers résultats permettent de se prononcer sur la fiabilité des deux systèmes Indien et Chinois et de fournir quelques informations de nature à améliorer la conception de nouveaux digesteurs.

Bien que des recherches sont nécessaires pour connaître les performances du digesteur durant l'été, l'extrapolation des résultats enregistrés permet de prédire les niveaux de production de gaz en fonction de la température et pour les différentes saisons de l'année pour lesquelles le bilan est donné dans ce qui suit :

Saison	Hiver	Automne-printemps	Été
Température	20°C	20 à 25°C	25°C
Production	1,2 m ³ /J	1,6 m ³ /J	2 m ³ /J
Rendement	15 %	20 %	25 %

Eu égard de la taille de la famille et de l'importance de ses besoins en énergie évalués à 8,58 m³/j de biogaz, la production actuelle du digesteur ne représente que 14 % à 23 % selon la température. Aussi, le volume de la cuve nécessaire pour la satisfaction des besoins serait de 57 m³ dont le fonctionnement exige des effectifs d'animaux plus importants.

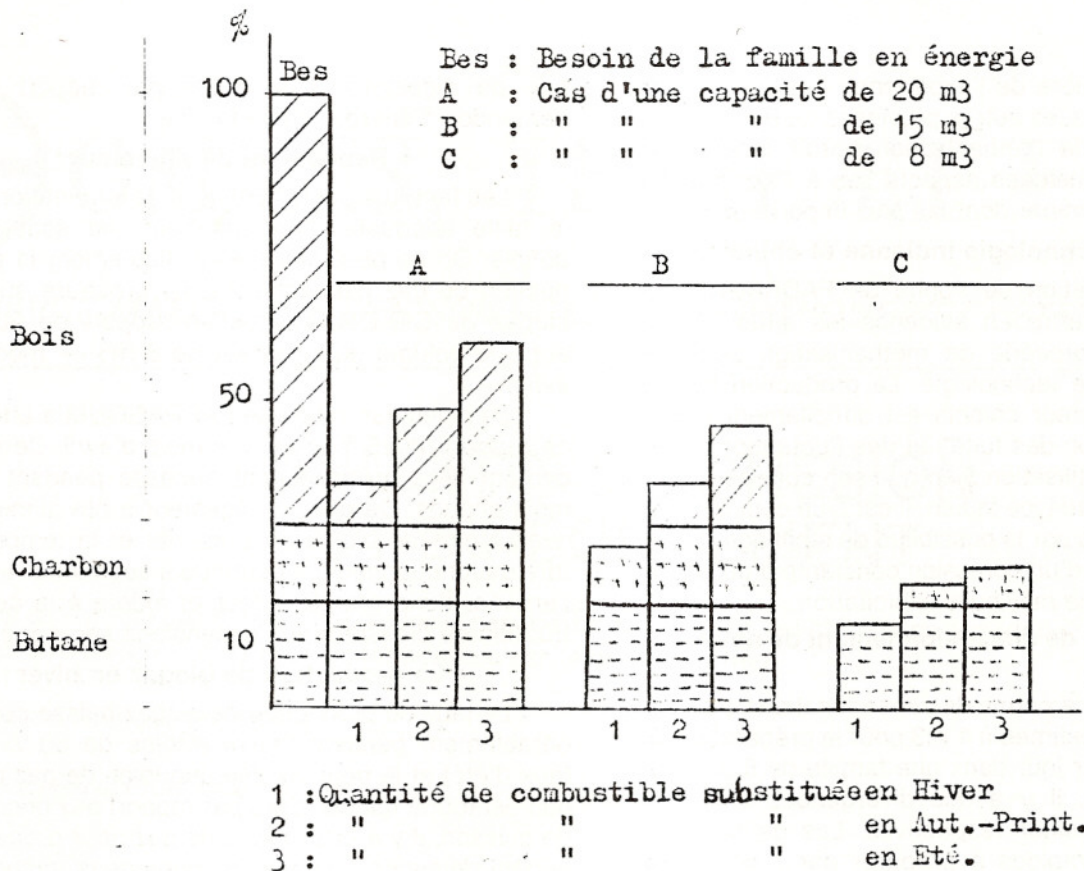
Notons que la famille utilise pour la satisfaction de ces besoins le bois, le charbon et le butane dont l'importance est reproduite dans le tableau suivant :

Source d'énergie	Quantité (Kg/j)	Equivalent en biogaz (m ³)
— Bois	15,5	6,2
— Charbon	1,1	0,88
— Butane	0,84	1,5

Pour mesurer l'impact de l'utilisation de biogaz sur la consommation en bois dans les conditions actuelles d'alimentation en énergie des ménages, il convient de dresser le bilan faisant ressortir les degrés de substitution des énergies conventionnelles permis par la production actuelle du digesteur en biogaz dans le cas de la réparation des fuites (compartiment chinois) et dans le cas de l'exploitation des quantités de biomasse disponibles (20 m³ de cuverie).

Les histogrammes ci-dessous illustrent les consommations en énergie de différentes sources et les substitutions permises dans les trois conditions précitées.

En examinant les histogrammes, on s'aperçoit que le type d'énergie remplacé par le biogaz en premier lieu est le butane, suivi par le charbon et ensuite par le bois dont l'importance de substitution est fonction de la production de biogaz qui varie d'une saison à une autre.



Compte tenu des habitudes alimentaires, le bois occupe une importante place dans la satisfaction des besoins en énergie de la famille, il est utilisé pour la cuisson du pain.

Aussi, et compte tenu de la discordance existante entre l'importance des besoins et le niveau de la production de gaz qui découle de la biomasse disponible, le degré de substitution (cas de 20 m³ de cuverie) serait de 100 % pour le butane et le charbon et de 11 à 43 % pour le bois selon les saisons.

II. 3 — Analyse économique :

Le digesteur à FADRAGOUM est une alternative qui coûte chère par rapport aux coûts des combustibles qui sont remplacés. La dépense des combustibles de cuisson est évaluée à 4.150 dh par an, répartie entre les types de sources d'énergie comme suit :

- Bois : 66 % soit 2.700 DH
- Butane : 20 % soit 850 DH
- Charbon : 14 % soit 600 DH.

Quand le bois peut être produit par l'exploitation; les dépenses sont considérablement atténuées. L'avantage du projet réside dans les quantités de combustible remplacées par le biogaz et qui correspondent à 627 dh/an pour le niveau

d'exploitation actuellement atteint (8 m³ de cuverie), 1.720 DH/an dans le cas de la réparation de fuites (15 m³ de cuverie) et de 2.160 DH/an dans le cas de l'exploitation de toute la biomasse disponible (20 m³ de cuverie).

Le coût total du projet est évalué à 12.000 dh, non compris les charges de maintenance et de fonctionnement.

Compte tenu de ce qui précède les délais de récupération, les frais à l'investissement sont respectivement de 19, 7 et 6 ans pour les trois ans précédents.

En outre, l'investissement initial de 12.000 DH dépasse de loin les possibilités financières des agriculteurs de la région.

Sans doute que les agriculteurs placés devant plusieurs alternatives préféreraient engager une telle dépense pour l'acquisition d'équipements plus rentables tels que groupe-moto pompe, matériel agricole etc...

Par ailleurs, les gens sont assez sensibilisés au problème posé par la dégradation des écosystèmes et ne sont pas motivés à s'équiper en digesteurs dont la rentabilité économique est discutable.

III — CONCLUSION ET DISCUSSION DE PRINCIPAUX PROBLEMES

A la lumière de l'expérience acquise à Ouarzazate et dans les autres provinces du Royaume, la technologie de méthanisation paraît maîtrisable, cependant, quelques aspects liés à l'exploitation, restent à examiner dont les plus importants sont :

- **Technologie indienne et chinoise :**

L'exploitation de l'unité de FADRAGOUM a permis de mettre en évidence les difficultés de maîtrise du procédé de méthanisation dans les deux types de technologie. La production de gaz dans le digesteur chinois est difficilement maîtrisable en raison des fuites et des fluctuations de la pression à l'utilisation bien que son coût est moins élevé. Quant au type indien, il est d'un coût élevé et se caractérise par la possibilité de stockage du gaz et le maintien d'une pression constante d'utilisation permettant une meilleure exploitation.

- **Norme de dimensionnement de nouveaux digesteurs :**

Souvent, la norme de consommation de biogaz en Chine est estimée à 1 m³ pour la préparation de trois repas par jour dans une famille de 5 à 6 personnes. Mais, il y a des divergences entre les façons de cuisiner respectives. Les petits repas chinois sont rapides à préparer par rapport aux tagines ou au couscous marocains qui nécessitent de longs temps de cuisson. La consommation de biogaz au Maroc serait de plus de 1 m³ par jour si on utilise le modèle de four chinois adapté par le C.D.E.R. 1 m³ de biogaz permet 3 à 4 heures de cuisine, pas plus. Une amélioration minimum, serait de produire 1,5 m³ de biogaz soit 4 à 6 heures de temps de cuisson pour un four de 0,25 à 0,35 m³ de biogaz par heure. Si on utilise deux fours, la consommation de biogaz sera doublée. Même si ces remarques sont toutes simples, on doit faire attention à cette erreur car elle amènerait à la construc-

tion de digesteurs trop petits par rapport aux demandes d'énergie d'une famille.

- **Rendement du digesteur :**

Les facteurs décisifs dans la détermination de la taille adéquate d'un digesteur, ne sont pas définis. On ne peut pas prévoir fidèlement la production du gaz pendant l'été. La brochure sur le biogaz du C.D.E.R. indique un rapport de 25 % entre le volume du digesteur de 6 m³ — modèle indien.

Le digesteur indien de FADRAGOUM a atteint ce rapport de 25 % durant le mois d'avril. Ce rendement sera probablement dépassé pendant les mois chauds. De plus, le digesteur a été alimenté avec moins de biomasse prescrite et la température du fonctionnement continue à augmenter avec l'arrivée d'une grande valeur et aidera à la construction de digesteur aux dimensions appropriées.

- **La production de biogaz en hiver :**

Le taux de production de biogaz baisse considérablement pendant l'hiver (moins de 50 % du taux d'été) et le petit volume quotidien de gaz produit est tout à fait dérisoire par rapport aux besoins de cuisson, il y a juste assez de gaz pour préparer le petit déjeuner. Les modifications de la température du digesteur pour son fonctionnement nécessitent des changements dans le temps de retention (vitesse d'alimentation). Le temps de retention devrait être augmenté en hiver. Cette hypothèse provient des évaluations et observations faites durant les mois de décembre et novembre.

En conclusion, d'autres axes de recherche devraient être explorés; plus de 50 digesteurs ont été construits au Maroc pendant les dernières années; pour dégager les types de digesteurs les mieux performants sur le plan technique et économique.