

RAPPORT DE MISSION AUPRES DE L'INSTITUT NATIONAL

DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EN ALGERIE

du 7 au 14 Avril 1978

par G. AUBERT

directeur de recherches et professeur de

pédologie

à l'Office de la recherche scientifique et technique Outre-Mer

(France)

Exécution de la Mission.

I. Déroulement de la mission.

a. Les deux premières journées ont été consacrées aux problèmes de la Station Centrale de reboisement et de lutte contre l'érosion (M. B. KADIK, Directeur de la station et M. MAKHLOUF).

Samedi 8 Avril - Etude de profils de sols sous pins d'Alep en forêt de Daouda, sur les dunes de Zeralda et de Sidi Ferruch, et en forêt de Baïnem : sols fersiallitiques méditerranéens, à réserve calcique, non lessivés, sur grès calcaire, et sans réserve calcique, lessivés, sur schistes ; sols peu évolués d'apport éolien sur sable calcaire et paléosols enterrés non fossiles, dont un à faciès fersiallitique et paléosol enterré fersiallitique.

Dimanche 9 Avril - Observation d'un sol près de l'Oued Mouzaïa (Médéa) : Sol brun calcaire sur éboulis de schistes ; puis étude des sols du secteur au Sud-Sud-Est de Damiette-Oussera, avec 3 étudiants de 4ème année de l'I.T.A.-Mostaganem : rares Régosols d'érosion, Sols régosoliques, Sols peu évolués d'apport colluvial, Vertisols et Sols vertiques, Sols bruns calcaires vertiques ou non, Rendzines, Sols Fersiallitiques bruns, ou brun sur rouge, rouge remanié.

b. Les trois jours suivants se sont déroulés avec comme guide M. Ghoula Mellah (directeur de la station centrale des sols et de la fertilisation).

Lundi 10 Avril - Visite de la station, laboratoires, bibliothèque, serres ; discussion avec M. Ghoula Mellah sur la recherche pédologique et d'agronomie proprement dite ; étude de cartes thématiques agrologiques (matière organique, éléments assimilables, salinité) ; étude de documents sur la station des sols salins des Hammadéas.

Départ avec M. GHOULA MELLAH pour la station expérimentale des Hammadénas.

Mardi 11 Avril - avec M. GHOULA MELLAH et M. AOUF, chef de la station des Hammadénas visite de la station, du laboratoire, des parcelles, en particulier de certaines parcelles présentant des taches de stérilité et du réseau de drainage.

Avec les mêmes et M. GHOUL, pédologue de l'Hydraulique à Relizane, visite rapide des extensions prévues du secteur d'irrigation de Relizane, à la suite de la mise en fonctionnement du barrage de Sidi Mohammed ben Aouda ; nous les avons surtout parcourues depuis l'est de l'Oued Djemaa et la zone allant jusqu'à la Mina, jusqu'à Matmar et au-delà de l'Hillil. Etude de coupes de sols près de l'Hillil et à Relizane.

Mercredi 12 Avril - avec les mêmes. Observation de l'état de certains drains dans le secteur irrigué de Relizane (Chabet es Sfa, au nord de la ville, en particulier). Visite de la zone des périmètres du Bas-Chélif à l'est de la Mina, entre le Chélif et les collines au nord de la Sebkha ben Ziane, puis de celle située en aval et au nord du futur bassin-réservoir de la Merdja de Sidi Ahmed. L'étude précise d'un profil de sol à l'extrémité nord-est de la station des Hammadénas et le prélèvement des échantillons correspondants n'ont pu être réalisés par suite de l'état des pistes, dû à la pluie, et du fait de l'absence des moyens de transport tout terrain et du peu de temps que j'avais de disponible.

Retour à Alger.

Jeu-di 13 Avril - Séance de compte-rendu et de discussion avec M. le Directeur Général HAMADI en présence, sur le dernier point (Station des sols salés des Hammadénas) de M. BELTRAN, des U.S.A., consultant de la F.A.O.

Vendredi 14 Avril - Retour à Paris.

II. Remarques.

Je n'indiquerai ici que les sujets que j'ai pu aborder au cours de ma courte mission et qui ne concernent pas le Service des sols de l'INRA, en général, ou les deux stations qu'il m'a été donné de visiter (station centrale de Mahdi bou Alem et station régionale des Hammadénas) qui feront l'objet des paragraphes suivants.

a) J'ai été très attristé par l'état du secteur irrigué de Relizane. Il a très nettement empiré depuis 2 ou 3 ans, dates de mes derniers passages. Les orangers, en particulier, montrent, presque partout, une déficience en azote due probablement à une très mauvaise minéralisation de la matière organique des sols, devenus plus

ou moins hydromorphes à la suite de la remontée générale de la nappe phréatique, ainsi que, semble-t-il, d'un hiver et d'un début de printemps froids ; en de nombreux points ils présentent aussi des signes de dépérissement par salure excessive du milieu.

La rénovation et l'extension dans de très fortes proportions, du réseau de drainage constituent une opération de première importance et très urgente. Un point essentiel auquel il me semble qu'il n'a pas toujours été fait assez attention est la qualité très particulière des eaux d'irrigation de Relizane.

D'après les chiffres inclus dans le rapport de MM. Mechaï et Ghoul, sur des essais faits au champ expérimental sur la culture du bersim et comme il est connu depuis longtemps, elles sont peu salées en été et plus salées en hiver, présentant des conductivités de 1,5 mmhos environ en été mais de 3,5 à 5 mmhos en hiver dès la mi-décembre, et, malheureusement au printemps au moins jusqu'à la fin avril.

Si les eaux de fin de printemps, été et début automne, peuvent être utilisées sur, pratiquement, toutes les terres du secteur, dès que leur drainage^{est} normalement assuré, celles d'hiver et début de printemps ne doivent l'être - en principe elles ne le sont que rarement et dès 1942 nous avons demandé que toutes les eaux des premières heures des crues de cette période ne soient pas retenues ni envoyées dans les canaux à Relizane, - que sur les sols suffisamment perméables, et parfaitement drainés, même au niveau tertiaire.

b. Il m'a été indiqué que la prise d'eau sur la Mina pour réaliser les irrigations sur les nouvelles extensions, serait implantée en aval du confluent de l'Oued Malah. C'est regrettable du fait de la forte salinité des eaux de ce dernier. Une implantation en amont de ce point eut été de beaucoup préférable. Dans leur ensemble les terres de ces extensions m'ont paru de bonne qualité et adaptées à une irrigation par des eaux faiblement à moyennement salées. Il y a cependant des zones de terres trop lourdes souvent déjà salées ou de bas-fonds non ou difficilement drainables qui doivent être évitées (vallée Mina en amont de la ville, bordure Sud-est des collines de la Sebkhah, taches au Sud de l'Hillil).

Il est indispensable que ces terres soient drainées. Leur mise en eau nécessitera une amélioration très nette du drainage des secteurs aval déjà irrigués ; l'eau d'irrigation des nouvelles terres viendra accroître celle arrivant déjà aux diverses nappes souterraines précédemment étudiées, et provoquera leur remontée.

Les drains les plus urgents seront ceux, grosso-modo Sud-Nord, qui doivent déboucher les grandes zones salées à l'Est et à l'Ouest (Chantrit) de la vallée, ainsi que ceux le long et au sud de la voie ferrée, et à l'est nord-est de Relizane le long et au sud de la route nationale.

Certains drains précédemment réalisés comme le Chabet es Sfa, sont partiellement effondrés ou bouchés et ne fonctionnent guère. Ils sont à reprendre le plus rapidement possible.

c. Sur un autre plan j'ai été frappé de l'intérêt porté par les stagiaires de l'I.T.A. Mostaganem, vus à Ousséra, à leur travail, et par la qualité, m'a-t-il semblé, de certains éléments réalisés. Par contre il est bien certain que sur plusieurs plans, ils manquent un peu des bases nécessaires; en particulier en pédologie et cartographie des sols, ils ne sont guère habitués à ce qui leur est demandé et ils sont insuffisamment encadrés. Cette constatation pose le problème d'une meilleure spécialisation de ces jeunes ingénieurs et d'une meilleure adaptation à l'étude et à la solution des divers problèmes posés par les opérations de développement.

III. Remerciements.

Cette tournée d'une semaine en différents points d'Algérie, essentiellement autour d'Alger, à Médéa et dans la basse vallée du Chélif a été pour moi très fructueuse. Je remercie très vivement M. le Directeur Général Hamadi de me l'avoir organisée. Elle n'a été possible que grâce à l'aide si efficace de tous ceux qui m'ont accompagné, en particulier MM. Kadik et Makhlouf, MM. Ghoula Mellah et Aouf, et les chauffeurs qui m'ont conduit. J'ai été très sensible à l'hospitalité, si large, de M. Aouf aux Hammadénas.

Enfin je dois remercier aussi, très sincèrement, mon ancien élève M. Ghoul, pédologue au Service de l'Hydraulique à Relizane, qui nous a accompagnés pendant toute une journée dans le Bas Chélif et le secteur de Relizane qu'il connaît si bien; grâce à son véhicule tout terrain cette tournée a pu se dérouler parfaitement, malgré le mauvais temps.

Observations et propositions sur les problèmes posés par l'étude des sols et de leur mise en valeur dans le cadre de l'Institut National de la Recherche agronomique en Algérie.

I. La recherche agronomique sur les sols et leur utilisation - Problème d'ensemble.

A. Nécessité d'une étude approfondie des sols en Algérie.

Elle a été entreprise il y a déjà bien des années dans ce pays et elle s'y continue dans les cadres de plusieurs organismes appartenant à divers ministères : Recherche agronomique et Institut technique agricole de Mostaganem ; Institut National Agronomique et CERAC ; Hydraulique (DEMRH) etc... Elle doit être bien plus développée, en particulier à l'Institut National de la Recherche Agronomique.

1. Importance des sols dans le développement de l'Algérie.

a. Le sol est un élément important de la plupart des écosystèmes non marins, et il en devient l'un des éléments fondamentaux lorsque l'homme les a transformés, si possible à son avantage, en agro-éco-systèmes ; sur leur meilleure utilisation est fondée la mise en valeur agricole, l'un des piliers du développement économique et même plus largement du développement global - de l'Algérie.

b. Les sols d'Algérie présentent de nombreux caractères communs avec ceux des autres pays du sud de la Méditerranée et, en particulier du Maghreb, mais ils leur opposent aussi certaines différences. Cela est dû à ce que si, dans leur ensemble, l'on retrouve dans les trois pays à peu près les mêmes roches, leur extension relative n'y est pas la même, et surtout d'une part climat et végétation y sont quelque peu différents et ont dû l'être déjà au cours des diverses périodes du quaternaire, et, d'autre part, plus encore, l'utilisation par l'homme n'a pas été aussi intense depuis aussi longtemps dans le Centre et l'Ouest de l'Algérie que dans l'Est du pays ou en Tunisie. C'est ainsi qu'en Algérie les Vertisols ne sont pas tout à fait semblables et sont moins fréquents qu'au Maroc, mais les sols salsodiques y sont plus abondants qu'en ce pays encore que relativement moins qu'en Tunisie qui comporte aussi de plus grandes étendues de sols peu évolués d'apport sableux. De même les sols des oasis sont assez différents d'un pays à l'autre, plus sableux en Tunisie et moins légers au Maroc.

Il est donc indispensable que ces sols, très divers en même temps que assez particuliers, puissent être étudiés d'une façon suffisamment approfondie quant à leurs caractères, à leur répartition, à leur dynamique et à leur mode d'évolution, d'autant que celui-ci varie très largement dans les divers types de sols, et qu'il règle, pour une grande part, leur mode d'utilisation optimal.

c. Les principaux types de sols d'Algérie.

En laissant de côté ceux de la partie méridionale, plus ou moins désertique, du pays, la plupart des sols d'Algérie sont des sols calcimagnésiques, des sols isohumiques, des sols fersiallitiques ou des vertisols.

Sols peu évolués, sols hydromorphes et surtout sols salsodiques y sont encore assez abondants.

Par contre les sols brunifiés, souvent lessivés, y sont plus rares, et les sols podzolisés n'apparaissent que très peu souvent.

Les Vertisols y sont en général assez fertiles s'ils sont bien "pris" malgré leurs mauvaises propriétés physiques. Terres de cultures ou de pâturages, ils sont par contre très médiocres pour la forêt et pas du tout adaptés aux constructions, habitations, usines, routes ... etc.

La valeur et l'utilisation des Sols Calcimagnésiques dépend beaucoup de leur profondeur. Assez profonds, en pratique, ils sont fertiles mais assez secs, en général, caractère d'autant plus gênant du fait des conditions climatiques. Ils nécessitent fréquemment des irrigations d'appoint. Plus minces, mais améliorables par le défoncement, ils peuvent être adaptés à l'arboriculture fruitière - pour certaines espèces ou variétés seulement - ou à la sylviculture proprement dite. Sinon, ils ne sont utilisables que pour des constructions.

Les Sols Isohumiques d'Algérie n'ont pratiquement jamais la structure grenue caractéristique de ceux des régions à hivers très froids comme en Ukraine par exemple. Ils sont aussi moins riches en matière organique et souvent un peu plus calcaires. Ils peuvent être, aussi, moins profonds.

Assez profonds et de structure fine ou moyenne (ni alcalisés, ni hydromorphes) ils peuvent être très fertiles sous irrigation, qui ne peut être réalisée qu'avec de l'eau pas trop salée ni trop sodique, acceptée cependant sur sol assez sableux, très perméable. Bien adaptés aux cultures riches, ils peuvent également être utilisés en ligniculture intensive.

Les Sols Brunifiés, même lessivés, sont normalement, en eux-mêmes, assez fertiles en Algérie. Du fait de leur position en altitude ils sont, le plus souvent sur des pentes et doivent être réservés à la "petite culture" permettant de lutter efficacement contre l'érosion, ou à la forêt.

Les Sols Podzolisés sont très rares en Algérie. Ils se trouvent en altitude. Les zones qu'ils recouvrent conviennent à la forêt et au tourisme.

Les Sols Fersiallitiques sont très fertiles s'ils sont assez profonds et formés sur un matériau calcaire ou faiblement acide. En Algérie, ils sont alors adaptés en sec aux cultures de céréales ou d'arbres fruitiers ; en irrigué aux cultures maraîchères ou industrielles ; ils peuvent aussi, dans ce cas, porter des cultures fruitières à très haut rendement. Sur trop fortes pentes, ils sont plutôt destinés à porter de la forêt. Certains d'entre eux, très lessivés, à horizons blanchis, très hydromorphes ou planosoliques, sont peu utilisables. Parfois, sous forêt, ils peuvent convenir au tourisme, s'ils couvrent des étendues suffisantes. De tels sols paraissent assez rares en Algérie.

Les Sols Hydromorphes n'appartiennent en général qu'à la sous-classe peu humifère ; drainables ils peuvent convenir à diverses cultures ; sinon ils doivent être réservés à la prairie ou à la rizière. Même en ce cas ils doivent être assainis autant qu'il est possible ou tout au moins utilisés en évitant que les conditions réductrices n'y deviennent trop intenses.

Les Sols Salés aussi appelés Salsodiques, occupent d'assez grandes surfaces, souvent dans des zones où la culture irriguée a été autrefois réalisée et poursuivie sans qu'un drainage suffisant soit installé et entretenu et sans les précautions indispensables de choix des sols en fonction de la qualité de l'eau d'irrigation. Leur amélioration et leur utilisation constituent des problèmes qui doivent, me semble-t-il, recevoir une priorité absolue dans un programme de recherche agronomique en Algérie.

Les Sols peu évolués d'apport sont souvent argileux. Fréquemment ils peuvent être irrigués, plus ou moins intensivement. Ils ne peuvent supporter qu'une eau peu salée, en général. Ils peuvent soutenir une agriculture intensive. Hydromorphes ils sont destinés plutôt à la prairie ou aux cultures fourragères - comme lorsqu'ils sont un peu salés - ou à certains types de ligniculture.

Les Sols peu évolués d'érosion doivent autant que possible être maintenus couverts, en particulier là où la forêt ou des broussailles subsistent ; souvent ils doivent être reboisés, si c'est pratiquement réalisable.

2. La dégradation des sols en Algérie.

De nombreux processus, physiques, chimiques ou biologiques peuvent provoquer une diminution plus ou moins grande de la fertilité des sols lors de leur mise en valeur. Ils peuvent se produire pratiquement dans toutes les zones écologiques mais avec une intensité variable, en fonction des conditions écologiques elles-mêmes, mais aussi des méthodes de mise en valeur utilisées.

Certains sont particulièrement développés ou en voie d'extension en Algérie, salinisation et érosion par exemple ; d'autres tels que acidification des horizons

supérieurs et appauvrissement physique ou chimique, le sont relativement peu.

a. Salure. La salure des sols et la dégradation de leur structure par un excès de sodium adsorbé sont des processus très fréquents en régions arides ou subhumides, surtout dans les zones basses, littorales, de vallée, souvent sur des formations récentes. Elles sont particulièrement importantes en Algérie. Les sols qui en ont été marqués occupent de grandes étendues dans les plaines Telliennes, surtout en Oranie, sur la bordure Sud et dans la partie orientale des Hauts-Plateaux et par places sur le piedmont méridional de l'Atlas Saharien et dans les vallées et Zones planes des régions sahariennes. Les surfaces ainsi affectées par cette véritable "maladie" des sols risquent de s'accroître (salinité potentielle - plus rarement sodicité potentielle) par extension des irrigations sans drainage ou avec drainage insuffisant ou mal entretenu, comme dans les basses vallées du Chélif et de la Mina (Relizane), ou lors de certaines opérations d'aménagement des terres comme lors de l'enlèvement de la croute calcaire sur les Hauts-Plateaux d'Oranie.

b. Erosion. Elle peut être due au vent, ou à l'eau.

- par le vent, elle est surtout importante soit en zone très aride, soit en zone assez sèche là où la végétation protège très peu le sol ; ce peut être, en particulier, le cas des surfaces de sols très salés à alcali, souvent en bordure des sebka. Les zones affectées par ce phénomène tendent à s'accroître en région aride sous l'influence de la dégradation de la végétation, en particulier par suite du surpâturage.

- par l'eau, elle atteint de très nombreuses régions en Algérie. Le climat a, dans les régions à pluviométrie suffisante, un caractère érosif très poussé, par suite de ses contrastes pluviométriques très forts d'une saison à l'autre, et la végétation est rarement dense, sauf en altitude, même sur les reliefs fortement disséqués ; ainsi, elle protège mal les sols, en général ; les secteurs de Mascara, de Médéa, de certaines régions de bordure de la Kabylie, en sont des exemples remarquables, pour n'en citer que du Tell. Souvent le sol est pratiquement enlevé sur tout son profil. La lutte contre ce phénomène comporte, bien entendu, des mesures spécifiques dépendant de l'état actuel du terrain et de l'ensemble de l'environnement biotique, mais aussi des caractères particuliers de chaque sol. Certaines méthodes de mise en valeur risquent de provoquer son développement et son extension.

c. Dégradation physique. Elle est de plusieurs types ; elle peut être due à :

- l'action des instruments de travail du sol et à des excès de pluie en régions assez humides, cultivées ; c'est rarement le cas en Algérie.

- des irrigations mal conduites avec des eaux salées, comme il arrive parfois en Oranie ou ailleurs ; ce type de dégradation a été cité précédemment.

- l'effet des forts contrastes d'hygrométrie atmosphérique sur le sol, à la suite de son décapage, au moins partiel, par effet du surpaturage, ou de la culture sur des terres et dans des régions ne convenant pas à ce mode de mise en valeur ; les exemples en abondent sur les Hauts-Plateaux ou sur les piedmonts sahariens ; cela provoque l'érosion de l'horizon supérieur, comme indiqué précédemment, l'accroissement de la compacité ou même le "glaçage" de celui qui constitue alors la surface du sol.

d. Dégradation biologique. Elle comporte une diminution plus ou moins forte de la teneur en matière organique du sol, soit par effet direct de la culture, soit par effet indirect, du fait de l'érosion engendrée. Elle est rarement très intense - ou seulement localement - en Algérie, mais elle y est d'autant plus dangereuse que les sols de ce pays sont déjà, généralement, pauvres en cet élément.

Elle comporte aussi une diminution plus ou moins importante de l'activité biotique dans le sol.

e. Dégradation chimique. En dehors des formes correspondant à un accroissement de la teneur du sol en sels solubles ou en sodium échangeable et dont il a déjà été question précédemment, ce type de dégradation, ou de pollution chimique, si important en d'autres pays, n'apparaît guère en Algérie.

3. La connaissance approfondie des sols d'Algérie, de leur typologie, de leur formation, de leur évolution, de leur répartition est indispensable.

Pour les raisons que nous avons indiquées précédemment, elle l'est toujours, en tout pays ; elle l'est cependant encore plus en Algérie et de façon assez urgente du fait des risques importants de dégradation qu'ils encourrent, et par de nombreux processus, ainsi que de leur grande diversité et de celle de leurs aptitudes aux différents types d'aménagement en vue du Développement.

Malgré toutes les études déjà réalisées ou en cours, sur les sols d'Algérie, beaucoup reste encore à faire. Tous les organismes intéressés doivent collaborer entre eux et avec ceux d'autres pays ou des Institutions internationales.

a) connaissance des sols pour éviter leur dégradation ou permettre leur récupération.

- Sur le plan de la salure et de la sodicité des sols, il est indispensable d'étudier leur profil et leur dynamique actuelle, de déterminer leur constitution, leurs propriétés physiques, les caractéristiques de leur complexe absorbant, le mode de circulation des eaux dans leur profil et dans les toposéquences ou chaînes de sols auxquelles ils appartiennent. Il est également nécessaire de connaître les caractéristiques chimiques et la provenance des eaux de faible profondeur - jusqu'à plusieurs mètres cependant - ainsi que leur circulation dans les paysages affectés ou dans ceux situés à leur amont.

De telles études impliquent une collaboration efficace avec d'autres organismes, tels que les services de recherche de l'Hydraulique, avec certains départements d'Universités et de l'I.N.A. de El Harrach, ainsi qu'avec divers programmes de la FAO et de l'UNESCO et, quelquefois, du PNUE.

- Sur le plan de la lutte contre l'érosion et surtout contre l'érosion hydrique, l'effort de l'Algérie a déjà été considérable, depuis plus de 30 ans, mais il a surtout consisté en l'application de certaines méthodes peut-être trop immuables et pas toujours bien adaptées. Il est indispensable de vérifier maintenant les résultats obtenus quant à l'évolution des sols, en fonction de leur typologie, à celle de la végétation et au développement régional. Les expérimentations à réaliser doivent être conçues comme un élément de l'aménagement intégré de bassins versants ; elles doivent comporter des mesures précises du devenir des eaux, des terres et des éléments nutritifs entraînés nécessaires aux cultures et être interprétées dans leur cadre socio-économique.

- Sur le plan de leur dégradation physique en zone aride l'étude des sols doit porter sur la détermination des zones affectées, des profils de sols correspondants, et de leurs propriétés physiques : structure, porosité et compactage, micro-organisations etc... Elle doit être comme les suivantes, réalisées en collaboration avec celles menées sur la végétation par les divers services et Instituts d'écologie et des ressources naturelles.

- Sur le plan de la dégradation biologique, la priorité doit être accordée à l'étude de l'évolution de la matière organique des sols sous culture, et à celle des diverses sources possibles de matériaux susceptibles de maintenir ou d'améliorer la teneur des sols des diverses zones écologiques - surtout subhumides et semi-arides - en cet élément. Cette recherche correspond à certains programmes de la FAO et du PNUE.

Les études de biologie des sols, à la base des précédentes, peuvent être envisagées, je pense, en collaboration avec certains départements universitaires.

- Sur le plan de la dégradation chimique, il s'agira surtout de suivre l'évolution des sols sous culture, en fonction des zones écologiques et des types de sols, ainsi que des cultures réalisées et des modes de fertilisation appliquée.

b) Connaissance des sols pour une meilleure utilisation. Elle me paraît devoir porter sur deux points principaux :

1) les types de travaux culturaux les mieux adaptés aux divers sols et cultures et les possibilités de drainage ; cela nécessite une définition précise des profils pédologique et culturaux des sols et de l'organisation de leurs horizons, ainsi que de leurs propriétés physiques : structure et sa stabilité, porosité, perméabilité, ainsi que de leur évolution sous les cultures en fonction des divers types de

de travaux cultureux appliqués.

Sur le plan du drainage, les déterminations, plus réduites, doivent porter non seulement sur les sols mais aussi sur les matériaux sous-jacents jusqu'à au moins 3 ou 4 mètres de profondeur.

2) les méthodes de fertilisation et la dynamique des engrais dans les sols ; cela nécessite une étude très précise du complexe organo-minéral des sols et de ses réactions vis-à-vis des éléments fertilisants apportés ou libérés dans le sol, en présence du système racinaire des plantes et de l'eau qui circule ; les résultats doivent permettre de donner une base plus rationnelle aux expérimentations à mener pour connaître les réponses des cultures aux différents types et doses d'engrais appliqués.

Ces recherches doivent être accompagnées d'une étude de la qualité des récoltes en fonction des types de sols, des engrais employés, de la présence ou non de sels solubles, et de l'emploi ou non de l'irrigation.

c) Connaissance de la répartition des sols. Comme en beaucoup d'autres pays, la cartographie des sols peut être réalisée aux différentes échelles, par divers organismes de recherche et même d'application. Les résultats obtenus doivent être à la disposition de tous.

En Algérie, les services de recherche de l'Hydraulique ont été chargés depuis leur mise en place, de la cartographie générale des sols du pays. Elle est déjà réalisée pour de grandes zones du Tell, des Hauts Plateaux et même de certaines régions pré-Sahariennes à des échelles de 1/100.000 à 1/200.000. A des échelles de 1/20.000 et 1/50.000 elle l'a été aussi pour certains secteurs irrigués ou leurs extensions prévues. Elle comporte à la fois carte pédologique et carte des aptitudes culturales, ou des aptitudes à la mise en valeur, parfois accompagnées de Cartes de la végétation ou de la géomorphologie. Une cartographie à l'échelle de 1/500.000, des sols de l'ensemble du pays est également prévue.

Le service des sols de la Recherche Agronomique peut être amené à réaliser, pour des zones ou secteurs de développement, des cartes détaillées des sols et de leurs aptitudes culturales, pastorales ou forestières. Cela ne peut se faire qu'en collaboration avec le service des recherches de l'Hydraulique chargé de la cartographie d'ensemble des sols de l'Algérie.

Dans certains pays, comme en France, pour réaliser une telle collaboration en cartographie des sols, effectuée par des organismes privés, para-étatiques ou d'Etat, appartenant d'ailleurs à divers ministères, il a été constitué un Comité scientifique - avec, à son intérieur, un groupe d'organisation - de la Carte des Sols, comprenant des représentants des services exécutant la cartographie, des représentants des principaux services utilisateurs et quelques personnalités scientifi

fiques. Je pense qu'une pareille organisation, même simplifiée, pourrait probablement être mise sur pied en Algérie.

B. Organisation.

1. Organisation d'ensemble.

a) Actuellement l'Institut National de la Recherche Agronomique comporte, outre une équipe centrale placée auprès du Directeur Général, pour travailler sous sa direction immédiate, à la coordination des programmes et à la synthèse des résultats, deux divisions :

- la division des sols et de la fertilisation, chargée aussi des études de bioclimatologie.
- la division du reboisement et de la lutte contre l'érosion.

Le recherche est effectuée, pour chacune des divisions, dans une Station Centrale à Mahdi bou Alem, et dans environ une douzaine de stations régionales, y compris les stations sahariennes, particulièrement spécialisées. Une telle répartition des tâches nécessite pour assurer une bonne collaboration d'ensemble, en dehors des réunions "ad hoc", des réunions régulières, peut-être une tous les mois ou tous les deux mois, pour les responsables des différents programmes, dont une ou deux par an seraient également étendues aux responsables des différentes - ou principales - stations régionales.

b) Ultérieurement il sera utile, me semble-t-il, de constituer l'actuelle section de bioclimatologie en une unité séparée, et peut-être, ensuite, de réaliser la même opération avec les sections spéciales d'étude des sols.

Les réunions de mise au point des programmes n'en seront, cependant, qu'encore plus indispensables.

2. Structure générale.

La structure actuelle peut être maintenue, semble-t-il, mais développée. Elle comprend un Centre National que j'étudierai plus en détail ultérieurement ; et des stations régionales, souvent spécialisées sur un type particulier de recherches, et comprenant toutes un laboratoire adapté à celles-ci, et souvent des parcelles expérimentales annexes, pour permettre les essais dans les principales conditions écologiques de la région.

3. Programme général de la Division des Sols et de la fertilisation.

Dans le programme indiqué ci-dessous, seulement dans ses grandes lignes, j'ai admis que l'actuelle section de bioclimatologie a été séparée du "tronc commun"

tout en gardant avec lui des liens très étroits en particulier pour les études, si importantes et si rarement effectuées, de pédoclimat, en fonction des conditions écologiques, des types de sols, des cultures réalisées et des opérations culturales effectuées, en culture pluviale, en culture irriguée et sous serre.

a) Programme des sections spécialisées dans l'étude des sols eux-mêmes. Les recherches à développer ou à entreprendre sont si nombreuses et les moyens en personnel si limités, même en comptant sur un recrutement important de personnel suffisamment formé, ou dont une spécialisation plus adaptée serait assurée dans les 3 ans à venir, qu'il me semble indispensable de séparer ce qui apparaît comme urgent, et ce que l'on peut projeter, mais qui ne serait mis à exécution que peu à peu, au fur et à mesure d'un accroissement des moyens disponibles, principalement en personnel de recherche.

α programme urgent.

γ) Un des points essentiels doit consister en une étude approfondie des relations entre le sol et l'eau dans les principales zones climatiques, et sur les principaux types de sols qui y sont représentés. De telles études de base conjuguées à une détermination précise de leurs propriétés physiques (structure et sa stabilité, porosité) ainsi que de la micro-organisation de leurs horizons, doivent permettre de prévoir les mesures destinées à obtenir une meilleure infiltration de l'eau, sa meilleure rétention par le sol en la maintenant à la disposition des plantes, sa meilleure utilisation par les diverses cultures.

Dans beaucoup de régions le problème qui se pose est de réaliser une significative économie de l'eau en culture irriguée, en général par une diminution de l'évaporation. On peut l'obtenir par des travaux culturaux, par un mulch naturel, difficile à réaliser, sauf dans certains cas avec les résidus de la culture précédente ou dans des vergers d'arbres fruitiers dans les régions à pluviométrie limitée seulement en certaines périodes, ou par un mulch en matériaux de plastiques.

Cette recherche doit, dans le cas d'utilisation des mulchs, être accompagnée d'une mesure des températures à la surface et dans le sol, mais aussi, et surtout dans le cas d'un mulch naturel, de la détermination de l'évolution de l'azote du sol, ainsi que, le cas échéant, de celle de la salinité de celui-ci.

Ultérieurement, les méthodes retenues devront être testées sur le plan du développement des maladies des cultures, et en fonction des conditions socio-économiques.

rr) Dans les régions plus arides un sujet urgent à étudier est celui de la dégradation - en particulier, physique - des sols des terrains de parcours. La recherche doit porter d'une part sur le phénomène de transformation des propriétés physiques, structure et porosité principalement, et de formation de la mince croûte superficielle du sol ; et d'autre part, sur la circulation de l'eau dans les principales toposéquences et chaînes de sols, en vue de déterminer sur chacune d'elles la quantité qui en reste à la disposition de la végétation, comme celà est en cours actuellement en Tunisie. Cette recherche doit être faite en liaison avec les programmes MAB méditerranée (UNESCO-FAO) et avec le programme EMASAR (FAO).

rrr) Deux autres programmes de recherches portent à la fois sur les études de chimie et de physique du sol et doivent être réalisées en collaboration avec les sections de fertilisation et avec certains Instituts de production. Il s'agit des études de l'évolution des sols sous culture et de celle de l'évolution des engrais, et, le cas échéant, des amendements organiques dans les principaux types de sols cultivés ou sous forêt de production. Ce sont deux recherches à long terme ; pour la première il faut normalement compter sur 10 ans et 7 à 8 ans sont un minimum ; pour la seconde, sur 5 ans et 2 ou 3 ans sont un minimum. Dans un cas comme dans l'autre on peut commencer en installant les parcelles sur lesquelles l'étude doit se poursuivre sur un ou deux types de sols en une ou deux stations, où les mesures de pédoclimat (pour l'évolution des engrais et des amendements organiques) sont réalisables ; au fur et à mesure que les moyens, surtout en personnel, s'accroissent on peut augmenter le nombre de types de sols et celui des stations impliqués.

Pour étudier l'évolution des sols sous culture, on choisit des parcelles de taille limitée, parfaitement repérées par rapport à des points fixes et cultivées de la même façon que les parcelles de culture dans lesquelles elles s'intègrent ; l'on y réalise, après étude précise des profils pédologique et cultural, les prélèvements agronomiques en nombre suffisant, sur 4 ou 5 épaisseurs en fonction des horizons, jusqu'à 1 m ou 1m20 environ. Les 2 ou 3 premières années, suivant la rotation utilisée, on exécute ces prélèvements 2 à 4 fois dans l'année en fonction des saisons et du calendrier cultural ; ultérieurement un prélèvement par an doit suffire, toujours à la même période, soit celle du début de l'étude, soit celle qui apparaît comme la plus caractéristique dans les conditions agro-écologiques de l'expérimentation. Cela doit permettre de déterminer le meilleur système cultural permettant de maintenir, sinon d'améliorer, la fertilité du sol vue dans ses aspects physique, chimique et, si possible, biologique, sous les cultures choisies.

A l'occasion de chaque culture, lorsqu'elle est bien développée, un profil cultural est observé, et étudié en détail, en attachant une grande importance au développement du système racinaire.

Dans le cas de l'étude de l'évolution des engrais dans les sols, une méthode analogue est utilisée, mais en gardant deux témoins, l'un recevant les engrais mais non cultivé et maintenu sans végétation, et l'autre identique mais ne recevant pas d'engrais. Les parcelles peuvent n'être que de 3 à 5 m x 3 à 5 m. Il m'apparaît que les engrais les plus urgents à étudier sont les engrais phosphatés, et, dès qu'une section de biologie du sol fonctionnera, les engrais azotés, on pourra associer à ces derniers les amendements organiques les plus habituels dans de pareils types de culture et de sols. Dans l'un et l'autre cas les transformations entre les différentes formes d'éléments doivent être envisagées, ainsi que, si possible, les pertes, et les bilans correspondants.

✓) Un dernier programme qu'il me paraît urgent non d'entreprendre mais de développer, car il est déjà en cours, est l'étude approfondie des sols salés ou salsodiques et de leur influence sur les cultures. C'est l'un des plus importants pour le développement agricole de l'Algérie.

Il semble indispensable de commencer par préciser la typologie de ces sols en Algérie et de compléter la connaissance déjà acquise de leur répartition en prenant comme base les travaux antérieurs, en particulier de J.H. DURAND, J. BOULAIN, J. KILLIAN, DUTIL et moi-même, ainsi que ceux plus récents, de la DEMRH et des Services Scientifiques de l'Hydraulique :

La première phase, urgente, de recherche sur cet ensemble de sols, déjà engagée à la Station expérimentale des Hammadénas, doit comprendre des études sur les conditions et l'efficacité du drainage, et de l'apport d'amendements, en particulier de gypse et de matière organique ainsi que sur l'adaptation des principales cultures aux différents types de sols salés, en fonction des conditions climatiques, des caractères des sols, des méthodes d'irrigation et de paillage, des méthodes culturales appliquées, et des engrais utilisés.

Comme je le préciserai ultérieurement, il est certain que cette recherche ne peut être conduite uniquement aux Hammadénas, mais également dans des parcelles annexes au fur et à mesure du possible et dans diverses autres Stations régionales ou secondaires de l'INRA. Elle doit l'être aussi en liaison avec les programmes voisins des Services Scientifiques de l'Hydraulique, du CERAG et, en particulier, de l'INA.

✓) Cartographie localisée des sols.

Ces divers programmes de recherches nécessitent la cartographie détaillée - au moins à 1/10.000 - à la fois de type pédologique et de type géométrique.

suivant les cas) des stations, parcelles et champs d'expérimentation.

Ce programme de cartographie doit comporter aussi celle, un peu moins détaillée - 1/20.000 ou 1/50.000 -, des sols salés d'Algérie en fonction de la typologie établie. Dans l'un ou dans l'autre cas elle doit être conduite avec les méthodes, classifications et définitions utilisées par les Services Scientifiques de l'Hydraulique et en collaboration avec eux, comme je l'ai indiqué dans un chapitre précédent de ce rapport (cf. p.12).

β) Programme ultérieur.

Il doit comporter d'abord le développement du programme urgent, en particulier en ce qui concerne l'étude des sols salsodiques, en de nouvelles parcelles annexes et stations expérimentales, et avec diverses méthodes d'irrigation, et de préparation du sol, ainsi que de nouveaux amendements (pyrite, soufre), et en prenant en compte, dès que possible, non seulement la quantité de récolte obtenue, mais aussi la qualité et la constitution chimique des produits ; l'étude de l'évolution des sols sous les cultures et des engrais dans les sols, en y incluant des parcelles sur de nouveaux types de sols (en fonction des possibilités en personnel de recherche et d'exécution) et de nouveaux engrais ou amendements, en particulier les divers amendements organiques (en liaison avec le programme FAO) et engrais azotés, ainsi que certains engrais au soufre, magnésiens, ou enrichis en oligo-éléments.

Il doit comporter aussi d'autres recherches, en fonction de l'accroissement du personnel et dès la mise en service à Madi-bou-Alem d'un laboratoire spécialisé dans les problèmes de matière organique et de biochimie.

Je pense ainsi nécessaire d'y inclure dès que possible, les deux thèmes suivants :

γ) étude de la matière organique des principaux types de sols d'Algérie : sa typologie et son évolution sous les cultures (en liaison avec les programmes précédents) ; son influence sur la structure des sols et leurs propriétés physiques ainsi que sur la fourniture d'eau, d'azote et de divers éléments minéraux tels que K, Ca, S, oligo-éléments, aux cultures. Elle pourra porter d'abord sur les sols isohumiques et les vertisols, puis sur les sols hydromorphes, les sols calcimagnésiques et les sols salsodiques, enfin sur les sols fersiallitiques ; cela nécessitera l'établissement d'un laboratoire spécialisé comme indiqué plus haut, mais aussi d'une section de biologie du sol qui s'attachera à l'étude de la dynamique, d'abord des microorganismes, puis aussi de la faune des sols ;

)) étude de la dynamique actuelle de quelques principaux types de sols, c'est-à-dire de leur pédogenèse ; elle devra porter d'abord, je pense, sur les sols salsodiques, et les sols isohumiques ainsi que sur les sols calcimagnésiques des Zones arides, puis sur les sols fersiallitiques ; elle doit avoir, comme base, l'étude, au cours de l'année et des années successives, des bilans hydriques, de la circulation des eaux et de la dynamique de certains éléments caractéristiques, tels que matière organique, sels solubles, gypse, calcaire etc... ultérieurement de l'argile et des divers oxydes et oxy-hydrates de fer. Cette recherche, qui peut paraître un peu trop théorique au premier abord, est indispensable pour comprendre, de façon assez précise et détaillée, l'évolution des sols sous les cultures ; elle complète celle des relations entre l'eau et les sols et celle de la dégradation des sols arides.

Des recherches de ce type, multidisciplinaires - pédologues, hydrologues, bioclimatologistes, spécialistes de l'érosion ainsi que de la végétation (ou agronomes) doivent y participer - sont menées en Tunisie par divers chercheurs tunisiens avec la participation d'équipes de l'ORSTOM, et, en certains cas, du CEPE et de l'INRA France.

b. Programme des sections spécialisées en fertilisation.

Les problèmes relatifs à la fertilisation des sols et des cultures, correspondent, moins que ceux relatifs aux sols, à mes études et recherches personnelles ; je n'indiquerai, donc, que les "têtes de chapitres" des thèmes de recherche qui me paraissent importants à développer, parfois à entreprendre, et leurs liaisons avec ceux indiqués précédemment.

- α. engrais. Cette recherche porte sur les quantités à appliquer, les types d'engrais et les mélanges à réaliser, leur placement possible en surface ou en profondeur, ainsi que par rapport aux travaux cultureux effectués, les périodes d'applications ;

le résultat doit en être interprété d'après la quantité de produits obtenus, ainsi que d'après leur qualité nutritionnelle et leur constitution chimique. Elle est conduite en fonction des cultures - y compris les cultures fourragères - réalisées, des rotations observées, et des divers types de sols.

Bien entendu, les engrais utilisés doivent, en général, apporter les 3 éléments fertilisants ; souvent, cependant, sauf pour certaines cultures très exigeantes (agrumes, betterave, vigne) ou pour certains sols déficients (sols sableux, surtout lessivés, en particulier) ou très rétentifs (vertisols) ou hydromorphes, ou déséquilibrés, très riches en calcaire actif ou en magnésium échangeable, le potassium doit pouvoir n'être qu'en quantité limitée. Les équilibres principaux N-P-S et K-Mg-Ca doivent cependant être respectés dans les sols, en fonction des cultures en place, même après l'emploi des engrais.

Les apports de Soufre doivent être envisagés, en particulier dans les régions éloignées des grandes villes et pour certaines cultures telles que crucifères et légumineuses, en particulier arachides, et diverses cultures maraîchères. Il est difficile d'indiquer un programme de recherche sur les oligo-éléments et les cultures, en fonction des sols, leurs teneurs, carences ou excès, étant rarement connues dans les sols d'Algérie ; cette étude ne me paraît pas réalisable dès maintenant, sauf pour des cas très particuliers.

C'est donc plutôt en fonction des cultures que des apports pourront être expérimentés le cas échéant : B pour la betterave, Mo pour les légumineuses, Zn parfois pour les agrumes etc...

Le problème du placement me paraît à envisager surtout dans le cas des engrais phosphatés ; celui de la période et du nombre d'applications, principalement dans celui des engrais azotés et potassiques.

Cette recherche se fonde sur l'étude typologique des sols et de leurs relations avec l'eau et sur celles menées par la section de bioclimatologie, ainsi que, dès que possible, sur celle de l'évolution actuelle des sols et, si possible, sur celle de l'érosion dans les divers types de sols.

Elle est conjointe de celle de l'évolution des engrais dans les sols, indiquée précédemment et de celles effectuées sur les reboisements et plantations forestières (autre division de l'INRA). Elle doit être menée en collaboration avec les Instituts de production.

β. Les amendements.

Je n'envisage ici que les amendements organiques ; les sols vraiment acides et nécessitant un chaulage me paraissent rares en Algérie ; les amendements gypseux ou au Soufre ont été envisagés précédemment d'une façon générale, et le sont ultérieurement, de façon plus précise à propos de la station des Hammadénas.

)) L'utilisation du fumier peut être précisée en fonction de sa constitution, des conditions de climat et des caractères des sols, ainsi que des rotations retenues, ou des cultures maraîchères ou florales réalisées.

))) Il me paraît encore plus urgent d'étudier l'emploi des composts et résidus organiques des grandes villes. En particulier dans le cas des cultures maraîchères, une attention très précise doit être apportée aux problèmes d'hygiène que la préparation et l'utilisation de tels matériaux peuvent faire naître.

)))) Les plantes de couverture et engrais verts. Ils sont souvent cultivés comme "amendements organiques" pour améliorer la fertilité des sols soit en réduisant leur échauffement en été (problème beaucoup plus important qu'il n'est souvent imaginé), soit en maintenant ou améliorant leur teneur en matière organique, principalement par leur système racinaire soit en améliorant leur structure (graminées et certaines légumineuses, principalement à enracinement profond), soit en les enrichissant en azote (légumineuses) ou en bases (plantes à enracinement profond). Ces cultures sont rarement réalisées en Algérie du fait du manque d'eau de pluie ou d'irrigation. On peut cependant, me semble-t-il, envisager l'introduction dans la rotation de plantes fourragères adaptées au but poursuivi ou de prairies temporaires de graminées à enracinement profond, surtout en zones humides, ou sur sols hydromorphes, ou dans certains secteurs où l'irrigation d'été est possible.

Dans tous les cas cette expérimentation doit être menée en liaison avec les Instituts de production correspondants et dans un cadre socio-économique.

γ) L'eau et les cultures.

Dans un programme urgent, et en liaison avec celui sur l'eau et les sols, indiqué précédemment, la recherche agronomique doit envisager les relations entre l'eau fournie et les rendements des cultures.

En culture pluviale elle peut permettre une meilleure adaptation des cultures aux divers types de sols. En culture irriguée, en fonction des méthodes culturales réalisées et, le cas échéant, du "paillage" (y compris par éléments plastiques) appliqué, elle doit amener à une économie d'eau.

Elle doit prendre comme base les résultats déjà obtenus par la DEMRH et les Services scientifiques de l'Hydraulique, ainsi que par les Organismes de l'Agriculture ou Universitaires de bioclimatologie. Elle doit être menée en complément de, et en collaboration avec, celles en cours dans ces divers services.

c. Programme de la section de bioclimatologie.

Encore moins que dans le cas de la fertilisation, je ne puis établir de programme pour cette section qui deviendra, peut-être, ultérieurement, une unité plus autonome. Son programme actuel sur le pédoclimat doit être développé. Je pense qu'il peut être complété, en liaison avec celui des sections de sols sur le même sujet, en y intégrant l'évolution de l'eau des sols, en sol nu et en sols cultivés.

Il doit s'étendre à d'autres stations que celle de Madi bou Alem.

J'ai indiqué dans les pages précédentes, les nombreux cas où les chercheurs des sections des sols et de celles de la fertilisation ont besoin des résultats obtenus par les bioclimatologistes ou de leur collaboration ... en pratique presque pour chaque thème de recherche ou d'expérimentation.

d. Programme de la Division de reboisement et de lutte contre l'érosion.

Je ne puis, bien entendu, envisager le programme de recherche sur le reboisement. Pour celui sur l'érosion et la lutte contre ce fléau, j'ai déjà indiqué, dans le rapport à la suite d'une mission précédente, avec la collaboration de MM. FOURNIER, GIRARD et POUGET, celui que nous pouvions proposer pour la station de Ousséra-Médéa et pour le secteur de Tlemcen.

Il me serait possible d'en proposer un pour l'ensemble des recherches et expérimentations à mener sur le problème global de l'érosion, et ses liaisons avec ceux suggérés pour l'autre Division de l'INRA à travers toute l'Algérie, dans les pages précédentes, mais seulement après une mission avec M. B. KADIK pour compléter la connaissance que je possède du développement de ce type de dégradation des sols et des paysages et pour envisager avec lui, sur place les expérimentations et recherches à entreprendre.

e. Liaisons et coopération.

Les études et recherches sur les sols d'Algérie, leur évolution, leur utilisation, telles que nous avons cherché à les analyser dans les pages précédentes, sont très nombreuses, très variées et, surtout, très complexes. Un Institut de recherche agronomique, dont ce n'est, d'ailleurs, qu'un élément de son programme, ne peut se charger de toutes et de tous leurs aspects, fondamentaux comme appliqués. Divers autres organismes universitaires, ministériels (agriculture, forêts etc...), ou d'application y participent déjà ou peuvent y collaborer efficacement. Plutôt

que d'indiquer ces liaisons à propos de chaque action, il a paru préférable d'en donner ici un tableau un peu schématique. Suivant les cas on peut envisager soit une entente au moins sur le plan des programmes et de l'interprétation des résultats, soit une collaboration plus active, au moins sur celui des applications de la recherche.

Les principaux organismes concernés paraissent être les suivants :

1) Etablissements d'enseignement et de recherche :

- Universités et Institut d'écologie et des ressources naturelles, en particulier pour les recherches sur les problèmes de salure et drainage (géologie, hydrogéologie), de dégradation physique des sols en zone aride, de biologie des sols et d'aménagement des zones steppiques.

- Institut national agronomique de El Harrach, CERAG, Institut technique agricole de Mostaganem, pour les mêmes sujets, et plus spécialement pour les recherches sur l'évolution et l'amélioration des sols salés.

2) Organismes techniques dépendant de Ministères ou qui leur sont rattachés :

- Forêts, pour toutes les études et travaux sur l'érosion

- Hydraulique (et, en premier lieu sa division d'étude des sols et des eaux) pour toute la cartographie des sols comme indiqué ci-dessus, et pour les études et recherches sur la salure des sols, le drainage et l'amélioration des sols salés, l'utilisation des eaux salées en irrigation ; les deux stations des Hammadénas (INRA) et de Relizane (Hydraulique) travaillent sur des programmes analogues.

- Instituts Techniques de production (services d'études et des recherches), pour les études sur les travaux culturaux, les amendements organiques, la dynamique des engrais dans les sols cultivés et l'évolution des sols sous cultures.

3) Organismes d'application, tels que les Instituts de production, certaines Willayas, la SONIC etc... pour les essais de lutte contre l'érosion (reboisements, aménagements intégrés) ou contre les différentes formes de dégradation des sols.

4) Organismes internationaux, de la famille des Nations Unies, FAO, UNESCO - en particulier MAB -, mais aussi PNUJ, PNUD. Ils ont des programmes analogues à ceux que nous avons suggérés précédemment pour l'INRAA, en particulier sur la dégradation des sols, sur les sols salés, sur l'érosion, sur l'Aménagement intégré des bassins versants ... etc ... Ils peuvent, de bien des façons, aider l'INRAA à les réaliser, par exemple en lui facilitant d'acquérir les moyens nécessaires tant en personnel qu'en matériel.

5) Enfin la coopération bilatérale est possible avec des organismes étrangers de recherche dont certains programmes sont aussi analogues à ceux qui ont été exposés ci-dessus. Tel est le cas de l'ORSTOM, de l'INRA et du GERDAT pour la France.

f. Formation des spécialistes.

Les besoins tels qu'ils ont été indiqués précédemment sont élevés et de loin supérieurs au nombre de spécialistes, chercheurs et techniciens supérieurs, actuellement affectés aux deux divisions de l'INRAA que nous avons envisagées.

Leur formation universitaire ou technique générale est assurée en Algérie même, grâce à l'INAA de El Harrach, à l'ITA de Mostaganem et aux Universités. Leur spécialisation peut être réalisée facilement, me semble-t-il, dans le cadre de la coopération bilatérale française, le plus souvent en liaison avec l'ORSTOM, parfois avec l'INRA ou certaines Universités de France. Ces études de spécialisation peuvent être envisagées à 3 niveaux :

1) Chercheurs en postgraduation (D.E.A.)

Ils peuvent être acceptés suivant la filière normale du D.E.A. de pédologie de Paris (ORSTOM, INA, INRA, PARIS VI, PARIS VII) pour ce qui est des étudiants possédant une maîtrise ès sciences ou un diplôme équivalent, ou pour ce qui est de certains jeunes chercheurs diplômés de l'ITA et ayant déjà réalisé 2 ou 3 ans de travail sur le terrain ou au laboratoire.

Cette spécialisation paraît la meilleure pour tous les spécialistes en science du sol proprement dite, ou en recherche sur la fertilisation. Pour certains dont les recherches doivent être plus tournées vers l'étude de la végétation, le D.E.A. pédologie-écologie de l'USTL (Montpellier) peut être préférable.

Pour les autres le programme de spécialisation doit, me semble-t-il, être mis au point avec l'ENGREF et l'INRA. Certains compléments touchant aux sols d'Afrique pourront cependant être apportés, dans le cadre ORSTOM.

Le D.E.A. Paris - option tropicale ORSTOM, (2 années) peut recevoir 2 ou 3 étudiants algériens par an, ce qui paraît correspondre aux besoins, soit 5 ou 6 dans les deux ou trois années de la première phase et 7 ou 8 dans les trois ou quatre années de la deuxième phase.

2) Chercheurs de niveau moyen.

Il apparaît, à la suite de l'analyse précédente sur les programmes et les besoins en spécialistes de science du sol, exposés dans les pages précédentes,

qu'il serait utile pour l'INRAA de pouvoir disposer d'un certain nombre de bons chercheurs de niveau moyen, correspondant à une formation générale technique supérieure, telle que celle dispensée par l'ITA de Mostaganem et à une spécialisation suffisamment approfondie en science du sol ou en disciplines annexes.

Pour ce qui est de la formation de tels spécialistes de science du sol, de terrain ou de laboratoire, on peut proposer le schéma suivant sur un an :

- réalisation d'une Unité de valeur dans l'une ou l'autre des Universités parisiennes (principalement PARIS VI ou PARIS VII) en fonction du but même de la spécialisation et de la formation précédente de l'étudiant,
- puis une spécialisation pédologique effectuée à l'ORSTOM, grâce à des cours et à du travail de laboratoire et de terrain.

Une telle formation ne pourra pas déboucher sur un autre diplôme Universitaire que le Certificat d'Unité de valeur suivie.

On peut envisager la formation, chaque année, de 2 ou 3 pour les études de terrain et 2 pour le travail en laboratoire.

))) Techniciens supérieurs.

Leur spécialisation pédologique à partir d'une bonne formation technique et 2 ou 3 années de travail en Algérie, peut être assurée par des stages de 4 à 6 mois dans le cadre de l'ORSTOM, comprenant cours, travaux de terrain ou de laboratoire suivant les cas et réalisation d'une mise au point effectuée en équipe débouchant sur un court mémoire, comme cela existe déjà.

L'ORSTOM peut accepter chaque année, 3 ou 4 stagiaires Algériens pour la prospection et l'étude de l'érosion, ainsi que 2 ou 3 au laboratoire (analyses de routine, dosages des éléments fertilisants et des oligo-éléments).

II. Le Centre National de l'Institut National de la Recherche Agronomique à Madi bou Alem.

La Station Centrale de la Division des Sols, de la Fertilisation et de la bioclimatologie.

a. But et organisation.

1) Etant la Station Centrale de la Division elle est le lieu habituel de travail du directeur de la division et du ou des techniciens supérieurs ainsi que du ou des administratifs qui l'assistent. Elle est le lieu le plus fréquent

des réunions des chercheurs du Centre, une fois par mois, des chercheurs et de quelques techniciens supérieurs de la division (2 fois par an) et des chercheurs et techniciens supérieurs (au moins certains) de l'INRA (une fois par an).

Dans la seconde phase et ultérieurement, il sera possible de remplacer ces réunions d'un trop grand nombre de personnes par des réunions de Comités de représentants au moins des chercheurs et des techniciens supérieurs.

Ces réunions doivent permettre l'établissement des programmes précis et l'étude de leur réalisation.

La station centrale est également le lieu de contacts et de travail possible de pédologues, agronomes et bioclimatologistes d'autres organismes algériens ou étrangers.

Elle est enfin le lieu de groupement de sections plus spécialisées et de laboratoires centraux.

2) Sections spécialisées.

Je pense que la Station Centrale de Madi bou Alem pourrait comprendre les sections spécialisées suivantes réparties en 3 groupes :

α) groupe des Sections des sols.

- Section de pédologie chargée des études d'évolution des sols (évolution des engrais dans les sols, évolution des sols sous culture, dynamique actuelle) de typologie et de cartographie des sols et pouvant comprendre un bureau d'utilisation de la photographie aérienne et de la télédétection.

Ce bureau pourrait être rattaché à un bureau plus global des publications et de réalisations cartographiques, à prévoir pour l'ensemble de l'INRA.

- Section de physique des sols, à établir dès maintenant ; étude des relations eau et sols, structure des sols, dégradation des sols en zones arides.

- Section de biologie des sols, à établir dès que possible : microbiologie et faune des sols.

- Section de Chimie des sols, à établir ultérieurement et qui reprendrait l'étude de l'évolution des engrais dans les sols et une partie de l'étude de la matière organique.

- Comme il ne peut y avoir à Madi bou Alem une section spécialisée pour les sols salés ou salsodiques et leur utilisation, il paraît plus logique de réaliser toute l'étude de ces sols, de leur typologie, de leur répartition et de leur évolution, à la station des Hammadénas, comme il sera précisé plus loin.

β) Groupe des Sections de fertilisation.

- Section d'agronomie générale, chargée de l'expérimentation sur la fertilisation, les amendements, les engrais verts, ainsi que de la collaboration avec la section de pédologie pour les recherches sur l'évolution des sols et des engrais et avec celle de physique des sols sur les problèmes des relations eau et sols. Un bureau de statistiques et biométrie devrait lui être adjoint dès que possible.

- Section de nutrition minérale des cultures et de qualité et constitution chimique des récoltes, qui devrait entreprendre ultérieurement des études de biochimie agricole.

γ) Section de bioclimatologie travaillant sur son programme propre et collaborant aux recherches et expérimentations des diverses sections précédentes.

Enfin, s'il ne paraît pas nécessaire d'avoir dès maintenant une Section de socio-économie rurale, puisqu'il en existe déjà au Ministère de l'Agriculture un Centre chargé de ces questions, je pense utile de constituer, quand ce sera possible, une Section d'agroécologie et de la désertification, qui collaborerait, sur le plan agricole, avec l'Institut d'études écologiques et des ressources biologiques continentales.

3) Laboratoires.

Ils doivent comprendre : α) les laboratoires de chacune des sections spécialisées : pédologie, physique du sol, biologie des sols et nutrition minérale. β) Un laboratoire de routine pour l'analyse des divers types d'échantillons, correspondant aux recherches menées au Centre ou que ne pourraient réaliser les laboratoires des Stations régionales et secondaires, ainsi que pour certaines analyses demandées par la Division de recherche forestière (érosion, reboisement). γ) ultérieurement un laboratoire d'études approfondies des argiles, de la minéralogie des sols et de leur micromorphologie, ainsi qu'un laboratoire de détermination des oligo-éléments dans les sols.

4° La bibliothèque pourra être largement développée et je suggère qu'elle fonctionne également en centre de documentation.

Un bureau de travaux cartographiques et des publications pourrait être constitué pour l'ensemble, d'abord, de la division puis de l'INRA.

b. Mesures urgentes. Elles doivent comprendre la constitution d'abord des sections de physique des sols et de nutrition minérale et analyse des récoltes,

puis de biologie des sols et des bureaux de documentation et de statistique et biométrie - ainsi que le développement rapide de la bibliothèque. Quoique ce soit très différent, j'y ajouterai l'acquisition de véhicules tout terrain pour la Station Centrale et pour les stations régionales et secondaires qui n'en possèdent pas.

c. Observations de détail.

1) Le plan prévu pour le nouveau laboratoire des sols pourrait, me semble-t-il, être partiellement modifié :

α. le laboratoire des radioisotopes, qui ne m'apparaît pas urgent, puisque les programmes prévus n'y font pas allusion sauf pour l'eau et les sols (humiditomètres à neutrons) pourrait être remplacé par un laboratoire de physique des sols.

β. Une salle spéciale devrait être réservée pour les appareils les plus perfectionnés, correspondant principalement aux méthodes physiques de mesure : technicons, photomètres, spectromètres, ultérieurement appareils pour la détermination des argiles ... etc ...

γ. La salle des analyses de routine me paraît trop grande. Il serait préférable, je pense, de la diviser en deux (2/3 - 1/3) par une cloison qui pourrait être mobile.

2) Il me paraît que le développement de la bibliothèque et la constitution d'un bureau de documentation, nécessiteront, dès la première phase, le recrutement d'un documentaliste, classé comme administratif, ou technicien supérieur suivant les cas. Il n'a pas été compté dans le tableau du personnel indispensable, placé précédemment.

III. La Station des Hammadénas.

a. Etat actuel - Améliorations nécessaires.

Il est difficile que la station puisse normalement fonctionner, dans son état actuel, comme station principale des sols salés ; dès la première phase elle devrait comporter, me semble-t-il, 3 chercheurs et 3 ou 5 techniciens supérieurs, et rapidement après, 7 chercheurs et 7 ou 8 techniciens supérieurs ; elle doit aussi pouvoir accueillir des chercheurs de passage. Or, il n'y a pas d'eau courante ni dans les maisons, ni au laboratoire, le chemin d'accès est très difficile pour les voitures de liaison à certaines saisons et le drainage est très peu efficace.

Les mesures les plus urgentes me paraissent être :

α. La réinstallation d'une adduction d'eau par forage ou par prise sur la conduite du bourg des Hammadéas, à la fois pour les habitations et pour le laboratoire ;

- l'amélioration des logements, y compris de la maison pour les gens de passage et la solution des problèmes de restauration pour ces derniers ;

β. l'amélioration du chemin depuis la route nationale pour qu'il puisse être utilisé par les voitures de tourisme, sans difficulté, même par temps de pluie ;

γ. la réfection des drains primaires et secondaires (à au moins 2 m) parfois complètement éboulés ou comblés, même jusqu'à la surface du sol ;

- l'installation d'un réseau de drains tertiaires enterrés, suffisamment profonds - vers 1 m ou 1 m 50 - en fonction du programme de recherche et d'expérimentation qui sera arrêté.

δ. La cartographie détaillée de la station et du périmètre alentour. Elle doit être refaite suivant les normes actuelles, en complément de ce qui a pu être déjà réalisé par les Services Scientifiques de l'Hydraulique. Elle doit être complétée par une cartographie thématique, assez détaillée, de la salure, de l'état du complexe absorbant (Na, Ca, Mg), de la texture etc...

Les travaux faits il y a 20 ans pourront être utilisés suivant les cas comme élément de base à compléter (texture) ou comme élément de comparaison (salure).

b. Rôle de la station.

En tant que station de recherche sur les sols et la fertilisation dans une région où abondent les sols salés et les sols irrigués à l'eau salée, elle peut être consacrée :

- soit à l'étude des sols salés ou salsodiques ; dans ce cas elle est assez bien adaptée au but recherché ; il serait cependant souhaitable de lui adjoindre une parcelle annexe de sols argileux plus salés, à choisir sur le secteur de Relizane ; la station doit permettre l'étude :

α. du dessalement des sols argileux moyennement salés et des sols à alcali, qui, les uns comme les autres, abondent dans les secteurs d'irrigation de la région et dans certaines extensions prévues ;

β. des profils hydriques de ces sols et de leurs variations au cours de l'année en fonction des pluies, des irrigations, des cultures et des conditions de drainage ;

γ. des amendements (gypse en particulier) destinés à améliorer la structure des sols à alcali et à éviter leur formation lors du dessalement des sols salins ;

δ. de l'influence des sels et des propriétés physiques des sols sur la qualité et la constitution chimique des récoltes ;

Σ. de la fertilisation, en fonction de la salure et du type de sol, des assolements : céréales, plantes maraîchères (melons) et peut-être plantes à fibre : coton et hibiscus - riz ,

- et principalement des plantes fourragères (bersim, luzerne, graminées).

η. de l'importance de la fraction lessivante en fonction des sols, des cultures et de la salure des sols et de l'eau d'irrigation, ainsi que de la p-riode d'application ; et de l'économie de l'eau en fonction des travaux culturaux et de l'utilisation d'éléments ajoutés naturels ou artificiels, tels que mulch de paille ou de plastique, couvertures de plastique etc...

. des modes d'irrigation :

- par gravité : billons et billons doubles et plats, calants et larges planches, bassins ;

- par aspersion

- au goutte à goutte

2. soit à l'étude de l'irrigation à l'eau salée.

Les recherches indiquées précédemment peuvent être réalisées, mais elles doivent être complétées :

α. sur d'autres types de sols, utilisés de cette façon dans la région, en prenant des parcelles annexes, dans les secteurs de Relizane et du Bas-Chélif ou de leurs extensions :

- sols plus ou moins salés non argileux et sols argileux très salés à alcali (secteur actuel de Relizane et extensions du Bas-Chélif) ;

- sols marrons ou chatains subtropicaux salés (secteur actuel de Relizane) ou non salés (extensions de certaines zones du secteur) ;

- sols peu évolués d'alluvions argileuses, limoneuses ou plus sableuses non salés (extensions du secteur de Relizane et Bas-Chélif) ;

- sols assez profonds (plus de 70 cm) sur encroutement ou croute, non salés (extension du secteur de Relizane) ;

- sols d'alluvions lourdes plus ou moins salées au-dessus de sols marrons enterrés (secteur de Relizane) ;

β. avec des eaux ayant une salure différente de celle des Hammadénas par exemple avec celle de Relizane, moyennement salée en été, fortement salée en hiver ; ce qui ne peut être réalisé que sur de petites parcelles, si possible sur sols limoneux d'apport, ou sur sols marrons, en utilisant de grands bassins permettant de retenir l'eau d'irrigation à la salure voulue.

3. Dans ces conditions, on peut poser le problème du maintien de la station proprement dite aux Hammadénas.

Dans la première solution envisagée, la réponse est bien entendu affirmative.

Dans la deuxième solution, en plus de certaines difficultés de vie familiale pour le personnel, la station actuelle ne présente qu'un des nombreux types de sols sur lesquels étudier l'effet de l'irrigation à l'eau plus ou moins salée, en fonction des nombreux paramètres envisagés précédemment ; on pourrait alors prévoir l'installation de la station centrale en un lieu plus central par rapport aux diverses parcelles à étudier, peut-être Relizane même, les Hammadénas restant la zone expérimentale de beaucoup la plus importante.

Une telle solution pourrait être envisagée dans le cadre d'une coordination des programmes réalisés par l'INRA avec ceux des Services scientifiques de l'Hydraulique, et peut-être de l'INA et de l'ITA, du CERAG etc...

C. Programme de recherche sur les sols salsodiques aux Hammadénas et sur une parcelle de sols très salés à alcali, à aménager sur le secteur de Relizane.

1. De toute façon ce programme ne peut être mis en place qu'après une remise en état très précise, au moins des drains primaires et secondaires (2 m) et l'installation, au moins sous certaines parcelles, d'un drainage tertiaire à 1 m - 1 m 50, en fonction de la mise en place du programme élémentaire d'étude du dessalement.

- une étude cartographique détaillée de l'état actuel des sols et des sédiments - jusqu'à 4 ou 5 m - de la station, et si possible du secteur aux alentours, ainsi que de la nappe phréatique dans la station et dans toute la zone en amont, au moins à échelle moins grande, peut-être 1/50.000, jusqu'aux collines de bordure de la plaine au Sud, ainsi que jusqu'à celle au-delà de la Merdja à l'est et à celles de la Sebkha ben Ziane à l'ouest ; cette étude cartographique urgente, pourrait être réalisée soit par un pédologue étranger de coopération, soit par un jeune pédologue Algérien sortant de l'ITA, ou de l'INA, ou, mieux encore, par les deux ;

- une mise en état de fonctionnement du laboratoire de façon à ce que puissent y être déterminés couramment, les sels solubles quant à leur quantité (conductivité de l'extrait de pâte saturée et de l'extrait 1/2) et à leur constitution (anions et cations), la composition cationique du complexe absorbant, le pH, les profils hydriques et les principales caractéristiques hydrodynamiques et hydriques des sols ainsi que, si possible, leur teneur en azote, carbone et éléments assimilables ;

- l'acquisition d'un véhicule tout terrain ;
- le recrutement du personnel nécessaire (phase 1) et l'obtention des crédits correspondants.

2. Programme de recherche sur les sols.

- Programme actuel :

Pour chaque culture des parcelles seront comparées les unes sans drainage tertiaire, les autres avec drainage tertiaire.

α. rizière. La culture du riz doit être comparée sur un sol salin à complexe sodique ou salé à alcali, vertique ou un vertisol et sur un sol analogue non vertique, les deux à peu près de même texture argileuse.

β. cultures en assolement. Il me semble que l'on peut retenir : céréales de printemps, culture maraîchère (melon, artichaut, fève), bersim ou vesce-avoine. Pour l'assolement retenu on comparera, en prenant comme base de dose d'irrigation le besoin en eau de la culture ou l'ETP, en l'augmentant de 20 p. cent (fraction lessivante).

- culture en sol salin, peu alcalisé ;
- culture en sol salé à alcali.

Sur sol à alcali, deux doses de gypse seront comparées, calculées d'après l'état du complexe absorbant.

γ. Cultures fourragères pluriannuelles.

On pourra choisir une légumineuse (peut-être luzerne de Gabès) et ultérieurement, aussi, si possible, une graminée, en faisant suivre l'une par l'autre.

Leur culture sera comparée sur sol salin et sur sol salé à alcali.

Dans ce dernier cas, une culture sera réalisée avec apport de gypse calculé d'après l'état du complexe absorbant et une autre sans apport de gypse.

Les doses d'eau seront calculées d'après les valeurs de l'ETP avec ou sans inclusion d'une fraction lessivante de 20 p. 100.

δ. Sur une parcelle de sol salin non à alcali, sous une culture de melon, une comparaison sera faite avec ou sans paillage en plastique et un apport d'eau correspondant à l'ETP. Les mesures porteront non seulement sur le rendement, mais aussi sur l'évolution des profils hydriques ainsi que de la salure.

ε. Dès qu'il sera possible (affectation d'au moins 2 chercheurs à la station) une parcelle sera installée avec drainage tertiaire à 1 m 50 et nappe phréatique plus

profonde, sur sol salin et une sur sol à alcali, pour étudier l'évolution des profils hydriques, et essayer d'établir un bilan des sels, avec deux doses d'eau, avec ou sans fraction lessivante de 20 p. cent. Sur une parcelle analogue mais sans drainage tertiaire, les profils hydriques seront seuls étudiés mais dans les mêmes conditions.

η. Dans le programme actuel, toutes les irrigations seront faites par gravité, cependant un essai devrait être réalisé, dès que possible (en fonction du personnel affecté à la station) pour comparer, dans le cas des cultures maraîchères, l'irrigation par gravité et l'irrigation par aspersion (dès que possible) sur sol salin non alcalisé.

φ. Dans les mêmes conditions, sur culture fourragère, sur sol salé à alcali un essai d'orientation devrait être mené sur l'irrigation à la raie sur sol préparé à plat et sur larges planches bombées, d'environ 12 à 15 m avec à peu près 60 cm de bombement.

Sur chacune des parcelles correspondant aux essais indiqués précédemment seront réalisées trois fois en un an, avant la culture et après la culture, mais aussi à la période climatique correspondant au prélèvement avant la culture mais un an après (pouvant servir comme "avant la culture" pour la culture suivante) les déterminations ci-dessous :

- jusqu'à 2 m - salure
 - complexe absorbant.
 - pH
 - humidité

et profondeur et salure de la nappe phréatique.

Dans le cas des essais de paillage en plastique, et d'apport de gypse, ces déterminations seront faites avant la culture, à la fin de la saison des pluies, après une irrigation, en fin de culture et, si ce n'est déjà réalisé, un an (climatiquement) après le début de la culture.

Les déterminations de profils hydriques seront faites comme indiqué précédemment.

Du fait du grand nombre d'essais au minimum 15 parcelles et peut-être 21 sans drainage tertiaire et autant de parcelles comportant un drainage tertiaire, soit, au total 30 à 42 parcelles, il ne me paraît pas possible d'envisager, dans la phase I, plus qu'une seule répétition, soit, au total, de 60 à 84 parcelles réparties sur 4 à 7 essais ou, au mieux, trois parcelles identiques par essai (90 à 126 parcelles).

3. Programme de recherches sur les sols. Programme futur.

Il ne m'est pas possible de proposer une durée pour la lère phase des recherches sur les sols, leur évolution, leur amélioration et leur utilisation à la station des Hammadénas. Elle ne peut être en pratique de moins de 3 ans et il faut espérer qu'après 5 ou 6 ans au plus, il sera possible d'étendre le programme proposé précédemment comme je l'indique ci-dessous.

D'ailleurs, je pense que dans ces recherches sur les sols salsodiques le programme ultérieur doit consister surtout en un affinement et en une complémentation du programme actuel de la première phase. Peu de thèmes nouveaux auront à être abordés, me semble-t-il.

La modification du programme dépendra essentiellement des premiers résultats obtenus et surtout du recrutement du personnel en chercheurs et techniciens supérieurs, ainsi que de l'accroissement des possibilités d'analyses aux Hammadénas et, le cas échéant, à Madi bou Alem.

α. Le programme proposé précédemment doit être poursuivi, mais il devra, me semble-t-il, être affiné, complété, peut-être sérieusement modifié en fonction des résultats obtenus sur les premiers essais qui sont surtout des essais d'orientation. Il pourrait, en particulier, être largement simplifié, si ceux-ci prouvaient ce qui est possible, le caractère absolument indispensable du drainage tertiaire, pour toutes les cultures - sauf celle du riz - pour tous les sols de la station, sauf, peut-être, ceux qui comportent à moyenne profondeur un niveau plus sableux.

Je pense que les principaux compléments peuvent porter sur :

- les doses d'eau à apporter et l'importance de la fraction lessivante ; dans le programme initial il a été prévu une fraction lessivante de 20 % pour tous les essais, en particulier d'assolement, sauf dans le cas des cultures fourragères pluriannuelles pour lesquelles est proposée une comparaison entre parcelles recevant ce surplus d'irrigation et parcelles ne la recevant pas.

- l'usage du "paillage" en plastique, en comparant pour les cultures maraîchères-les traitements suivants ; sans plastique mais travail superficiel du sol, "paillage" en plastique blanc et en plastique noir, couverture en feuilles de plastique ; l'évolution de la température du sol sera aussi importante à étudier que celle des profils hydriques.

- les amendements à utiliser dans le cas des sols à alcali et peut-être aussi des sols salins risquant une dégradation de leur structure au cours du dessalement (résultat des premières recherches) : gypse calculé d'après l'état du complexe absorbant, apporté en surface ou à moyenne profondeur ; dose augmentée ou diminuée de 50 % ; comparaison de l'effet d'une dose de pyrite homologue de la première dose de gypse ; étude comparative de l'apport de matière organique - fumier de

ferme, et matière organique non transformée mais facilement fermentescible.

- les travaux culturaux en comparant l'évolution sous fourrage, du sol à plat et du sol en planches bombées, sur sol à alcali et du sol avec ou sans sous-solage en sol salin.

- les modes d'irrigation, en comparant différents types d'irrigation gravitaire (à la raie, en calants, en billons doubles plats) et l'aspersion ; les observations porteront non seulement sur les rendements obtenus, mais aussi sur l'évolution de la salure et du complexe absorbant des différents horizons du sol.

L'étude de l'évolution des sols sous assolement, et, si possible, au moins aussi sous cultures fourragères pluriannuelles, devra comprendre, dans cette seconde phase, pour être complète, aussi celle de l'évolution de la matière organique, de l'azote, du potassium et de l'acide phosphorique assimilable dans les premiers horizons, jusqu'à 1 m, ainsi que la détermination de la stabilité structurale (méthode HENIN) ainsi que de la densité apparente, et donc de la porosité des sols.

Dès que possible, il serait utile que soit abordée l'étude de l'évolution biologique (microorganismes et mésofaune) des sols de ces essais.

β. Dès que le personnel affecté à la station - si possible au moins 3 chercheurs et 3 techniciens supérieurs - en aura la possibilité, il serait très utile d'aborder trois autres thèmes de recherche :

- le dessalement d'un sol très salé à alcali, sur une parcelle annexe, choisie sur le secteur de Relizane, comportant un drainage tertiaire efficace - entre 1 m et 1 m 50 d'après le profil du sol - et recevant un apport de gypse calculé d'après l'état du complexe ainsi qu'une dose d'irrigation comportant une fraction lessivante de 20 %, ou différente après quelques années, d'après les résultats obtenus ; et le comportement de cultures fourragères, légumineuses et graminées résistantes, en fonction de l'état de salure du sol ;

- la dynamique actuelle des sols salsodiques, non irrigués, non cultivés et non drainés, en l'étudiant sur si possible, cinq à sept parcelles ;

- sol salin et sol salé à alcali, aux Hammadéas,

- sol argileux très salé à alcali de la parcelle annexe de Relizane ;

- sol salé non ou peu alcalisé, sur matériau limoneux sur une seconde parcelle annexe, plus petite, peut-être aussi dans le secteur de Relizane ; dans la mesure du possible les deux premières parcelles et la dernière seront doublées du fait de la présence ou de l'absence de nappe phréatique jusqu'à au moins 3 m de profondeur.

- la typologie et la répartition des sols salsodiques non seulement dans la basse vallée du Chélif et dans celle de ses affluents, mais dans toute l'Algérie.

4. Programme de recherches sur la fertilisation en terrains salés.

Ces recherches doivent être menées en fonction de la teneur des sols en éléments fertilisants, et des besoins des différentes cultures, mais en tenant compte de l'excès d'ions Na, Cl, parfois SO_4 et Ca sous une forme relativement soluble (gypse).

α. Les expérimentations menées lors des 10 premières années de fonctionnement de la station (1951-1961) ont surtout porté sur l'adaptation des différentes cultures aux conditions de salinité des sols et de l'eau, et sur les effets de divers types de fertilisation. La première opération à mener est de faire établir par exemple par le chef de la station, un bilan de tous les résultats obtenus, contenus dans les quelques publications, mais surtout dans les rapports annuels de la station.

En même temps il pourra, me semble-t-il, extraire de ces documents les quelques renseignements qui s'y trouvent sur les sols et les nappes phréatiques de la station, et leur évolution, ainsi que sur les caractères des eaux d'irrigation utilisées et les effets des drains installés.

β. En fonction des éléments de ce bilan, un programme précis d'expérimentation sur la fertilisation pourra ensuite être établi. Je pense cependant pouvoir souligner quelques points relatifs aux principales cultures envisagées :

- pour les essais sur le riz, engrais azotés et phosphatés seront, je crois, les plus importants à envisager ; cependant il ne faut pas sous-estimer le rôle d'engrais potassiques surtout en ces milieux engorgés par l'eau et riches en Na et, souvent, en Mg ; par ailleurs il me paraît utile d'essayer, en ce cas, de remplacer, partiellement, les apports d'engrais azotés par une culture de légumineuses - et non par une jachère - entre deux cultures de riz ; enfin il sera utile de rechercher de façon précise, les relations les plus efficaces entre N, P, et S, relations étudiées, par exemple, par B. DABIN dans la vallée du Niger, aussi pour la riziculture, mais en milieu non salé ;

- pour les cultures en assolement, l'effort pourra porter principalement sur l'apport de N et P, celui de K n'apparaissant que secondaire sauf dans le cas de certaines cultures maraichères ; dans ce dernier cas, le problème du soufre pourra aussi être envisagé (mais le sol en contient probablement suffisamment), ainsi que celui de divers oligo-éléments ;

- pour les cultures fourragères pluriannuelles, une comparaison utile pourra être celle de l'apport d'engrais azotés sur graminées et de l'introduction de légumineuses en mélange ou en succession.

IV. Vulgarisation.

Je ne fais que signaler ce point, car je n'ai pas à faire de propositions à ce sujet ; je crois cependant utile de souligner son importance.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'G. Aubert', written in a cursive style. The signature is positioned above a large, stylized checkmark or flourish.

G. AUBERT.

Bondy, le 18 Mai 1978

PERSONNEL. Besoins en spécialistes.

P H A S E I

Division I Sols et fertilisation	Mitidja Madi bou Alem		Littoral Zeralda		Vallée du Chélif Hammadénas		Hautes Plaines Sidi bel Abbès		Sétif		Steppe A.Skrouna		Sahara Abadla Si Mahdi		Total Phase I		
	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	
Pédologie et Cartographie	2	1			1	1		1			1				3	4	
Irrigation et Drainage	1	1			1	1							1		1	3	3
Fertilisation - Oligo-éléments	1	2		1			1	1		1			1		2	7	
Amendements organi- ques et minéraux		1	1			1									1	2	
Total phase I	4	5	1	1	2	3	1	2	1	2	1	1	1	1	9	16	
Bioclimatologie	2	2		1	1	1	1	1		1	1			1	6	9	
Serres et matériau plastique	2	2		1		1	2	2	1	1				1	5	9	
Total global Division I phases I	8	9	1	3	3	5	4	5	1	3	1	4	2	2	20	34	

DIVISION II Reboisement et D R S	Madi bou Alem	Merdja	Médéa	Djelfa	Abadla	Total Phase I	Madi bou Alem	Merdja	Médéa	Djelfa	Abadla	Total phase I	Total Phase II
Reboisement	1		1 1	1 1	1 1	3 4	1 1		1 1			2 2	5
Pédologie- Cartographie	2 2		1 1	1 1		4 4		1	1 1			1 2	5
Aménagement contre l' érosion	1	1	2 2			2 4	1	2 2		1 1	1 1	4 5	6
Total Phase I et II Division II	2 4	1	4 4	2 2	1 1	9 12	1 2	2 3	2 2	1 1	1 1	7 9	
						Total Phase I + II	3 6	2 4	6 6	3 3	2 2	16 21	

P H A S E I I

C. = chercheurs
T. = techniciens

Division II Sols et fertilisation	Mitidja Madi bou Alem		Littoral Zeralda		Vallée du Chélif Hammadénas		Hautes Plaines Sidi bel Abbès		Steppe A. Skrouna		Sahara Abadla		Si Mahdi		Total Phase II		Total Global I + II			
	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.	C.	T.		
Pédologie et Cartographie	1	2						1		1		1	1			5	5	8	9	
Irrigation et Drainage		1	1	1		1			1	1		2	1			3	6	6	9	
Fertilisation - Oligo-éléments	2	2	1	1	1			1	1	1		1	1	1		8	5	10	12	
Amendements Organi- ques et minéraux	1			1	1	1	1	1		1	1	1	1			4	6	5	8	
Total Phase II	4	5	2	3	2	2	3	3	1	2	3	4	2	1	20	22				
Total Phase I + II	8	10	3	4	4	5	4	5	1	3	3	4	4	2	2			29	38	
Bioclimatologie Serres et matériau plastique		2	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1			4			10	
			1	1	1	1	1	1			1	2				5			10	
Total global phase II	4	7	4	5	4	3	5	5	1	3	3	6	4	2	29	34				
Total global Division I phases I + II	12	16	5	8	7	8	9	10	2	6	4	7	6	8	4	5			49	68