

# LES ENSEIGNEMENTS DE LA FERME ZTOUTI DES PÂTURAGES SUR LES TERRES SALINES DU MAROC

LOTHAR WEDEKIND

*Sed El Masjoune, Province d'El Kalaa des Sraghna, Maroc --*

Ce n'est pas le désert, mais presque. Sèches, plates et quasiment arides, les terres qui entourent la petite ferme familiale de Hassan Ztouti, située à environ une heure au nord de la ville animée de Marrakech, forment un terrain accidenté. Même les bonnes années – ce que les agriculteurs du pays, touchés par la sécheresse, n'ont pas connu depuis quelque temps – les précipitations s'élèvent en moyenne à quelques centimètres par an. C'est assez pour nourrir quelques carrés d'arbustes et d'herbes. Les champs en jachère, cependant, ne peuvent supporter des cultures telles que les figuiers et les oliviers, le blé et l'orge, que les petits agriculteurs du Maroc récoltent dans les régions plus fertiles de la chaîne de l'Atlas.

Alors comment les champs de M. Ztouti se transforment-ils en pâturages verdoyants ? Il pratique une nouvelle forme d'agriculture que les pédologues et exploitants appellent "agriculture biosaline". Les progrès accomplis sur le terrain sont stimulés de façon déterminante par les sciences et techniques nucléaires (*voir encadré, page suivante*). Ces trois dernières années, la ferme de M. Ztouti est

*Photos : Hassan Ztouti (centre, photo du haut) montre à d'autres agriculteurs comment des pâturages peuvent voir le jour sur les terres salines du Maroc. En bas, le Dr Ambri, de l'INRA, informe des agriculteurs locaux*

*(Crédits : Wedekind/AIEA)*



devenue un site de démonstration des plans mis en œuvre par le Maroc pour cultiver les sols salins. Les terres salines couvrent, cumulées, des centaines de milliers d'hectares sur l'ensemble du pays ; autour de la seule localité de Sed El Masjoune, elles dépassent 10 000 hectares. Les sols contiennent trop de sel pour la survie ou la croissance saine de la plupart des récoltes, mais pas de

toutes. Sur des parcelles de plusieurs hectares irriguées à l'aide d'eau saumâtre provenant d'un puits voisin, M. Ztouti cultive diverses plantes : eucalyptus, acacia, colza,

oliviers et un buisson de fourrage, l'artiplex, qui peut aider à nourrir bêtes de somme et bétail.

À mesure que ses plantes croissent, d'autres agriculteurs sont tentés de suivre son exemple. La majorité d'entre eux, cependant, n'ont pas les connaissances et le soutien requis pour mettre en valeur les terres qui les entourent.

"C'est nouveau pour eux", dit le Dr Abdel Ilah Ambri, pédo-

*M. Wedekind, responsable de l'information, est rédacteur en chef du Bulletin de l'AIEA et du site Internet WorldAtom, où le présent article a été publié en premier lieu.*

## POURQUOI LE NUCLÉAIRE ?

Le projet de l'AIEA consacré aux sols salins illustre comment l'utilisation de l'atome dans l'agriculture peut aider à prévenir la dégradation des terres agricoles et à améliorer la productivité des récoltes. Ce projet, qui associe plusieurs techniques et applications nucléaires éprouvées, fournit des informations essentielles aux pédologues, agriculteurs, exploitants et spécialistes de l'irrigation.

■ *Des sondes hygrométriques à neutrons sont utilisées pour surveiller le sol et les pratiques d'irrigation.* Cette méthode permet de mieux gérer l'irrigation – seules les quantités nécessaires d'eau sont employées et l'accumulation de sel est mieux contrôlée.

■ *Des éléments chimiques appelés isotopes sont utilisés pour étudier l'eau, le sol et les plantes.* Des isotopes stables et radioactifs aident les chercheurs à analyser les eaux souterraines, renseignant sur la qualité et la quantité des apports et, partant, sur la viabilité de leur exploitation. D'autres isotopes peuvent être utilisés pour "marquer" des plantes pour suivre le cheminement d'éléments tels que le carbone et l'azote de l'atmosphère vers les plantes, le sol, puis de nouveau vers l'atmosphère (voir également encadré page 31). Leur étude peut renseigner sur l'effet des plantes sur la structure et la fertilité des sols, par exemple. Certains isotopes, tels ceux de chlore, peuvent être utilisés pour surveiller le cheminement de l'eau saline, fournissant des indications utiles à la mise en œuvre de pratiques agricoles durables sur les terres salines.

■ *Pour l'étude de l'eau, les isotopes d'hydrogène et d'oxygène présentent un intérêt particulier.* Le deutérium, ou hydrogène 2, et l'oxygène 18 sont plus lourds et bien plus rares que les isotopes abondants que sont l'hydrogène 1 et l'oxygène 16. Le tritium, ou hydrogène 3, est encore plus rare et radioactif. La vapeur d'eau qui se dégage des océans a une concentration plus faible d'isotopes lourds que l'eau de mer. Cela signifie que lorsqu'il pleut, les isotopes lourds retombent les premiers, et que les précipitations évoluent isotopiquement à mesure que les nuages avancent dans les terres. Lors de ce processus, l'eau acquiert des "empreintes digitales" individuelles et caractéristiques dans différents environnements. Dans l'étude de l'eau souterraine, la décroissance du tritium date l'eau souterraine sur plusieurs décennies; le radiocarbone présent dans la chaux peut dater plusieurs millénaires. Lorsque les hydrologistes analysent des échantillons d'eau, ils obtiennent un aperçu historique de la vie de la source, y compris son âge, son origine et les processus de trans-



port, ce qui facilite la prise de décisions quant à la façon dont l'eau sera utilisée ultérieurement.

Conjuguées, les techniques nucléaires et isotopiques sont devenues la clé de la lutte contre la dégradation écologique des terres arables. Les instruments sont sûrs, précis, économiques et sont parfois les seuls moyens dont on dispose pour étudier les relations complexes qui existent entre les sols, l'eau et les plantes.

Le développement agricole est un élément central du programme de coopération technique de l'AIEA, qui s'emploie plus que jamais à démontrer des solutions innovantes de conservation et de culture des terres marginales. L'un des objectifs prioritaires est de renforcer, au niveau national, la mise en œuvre de politiques communes et de protocoles internationaux. Les projets visent en particulier à encourager et à élargir la coopération technique entre pays en développement pour exploiter les compétences et ressources régionales et appliquer les sciences et techniques nucléaires à des problèmes communs.

Par la coopération technique et la recherche, l'AIEA intensifie sa collaboration avec des organisations internationales et régionales oeuvrant pour un développement agricole durable. Un rôle central est joué par le secrétariat de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, qui aide à mobiliser des ressources à l'appui de l'action menée aux niveaux national et international pour combattre la dégradation des sols. Les ressources scientifiques et techniques de l'AIEA peuvent contribuer de façon déterminante à résoudre les problèmes qui se poseront grâce à des partenariats plus solides et à des programmes de coopération clairement définis.

*Photo : Des services essentiels d'analyse sont fournis par les experts des Laboratoires de l'AIEA à Seibersdorf et Vienne (Autriche). (Crédit : Cabmal/AIEA)*



logue qui dirige le Département de physique environnementale à l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) du Maroc, qui soutient les activités de M. Ztouti. "Et ils souhaitent en savoir plus. Ils voient des pâturages apparaître sur ces terres salines et veulent acquérir le savoir-faire correspondant".

Parmi les curieux figurent les anciennes et nouvelles générations d'agriculteurs de Sed El Masjoune. Une vingtaine d'entre eux se sont rassemblés aujourd'hui pour une séance d'information tenue à l'abri du soleil dans une tente spacieuse implantée à un jet de pierre du puits utilisé par M. Ztouti. Les tapis de couleur claquent, des tableaux d'affichage se retournent et des documents battent au vent printanier tandis qu'un cercle d'hommes sirotant le thé apprennent la nouvelle façon de cultiver et sont informés du soutien apporté par le gouvernement. Le Dr Ambri, l'ingénieur en chef Lahcen Belbahri, qui dirige la direction régionale de l'agriculture de El Kalaa des Sraghna, et d'autres



représentants locaux expliquent les objectifs et comment les agriculteurs peuvent contribuer à leur réalisation. Quelques-uns prennent des notes; la plupart se fient aux images, aux graphiques et à leur mémoire – contraste qui illustre les difficultés pratiques auxquelles se heurte le transfert pragmatique de technologie dans cette communauté agricole peu alphabétisée et traditionnelle.

Pour Abderrahman Basri – 30 ans – et Abdennebi Salah – 60 ans, la chance de disposer d'un nouveau puits tel celui creusé par le gouvernement pour M. Ztouti, suscite un vif intérêt. Il est tombé bien trop peu de pluie ces dix dernières années, dit M. Salah, ce qui a amoindri les récoltes de melons, de luzerne et de céréales que la plupart des agriculteurs tentent de cultiver. Si l'eau disponible, même saumâtre, ne peut soutenir

ces cultures, peut-être les puits peuvent-ils aider les agriculteurs à arrêter d'attendre la pluie et à commencer à transformer des champs abandonnés en pâturages.

"L'eau et l'alimentation des animaux sont ici les principales préoccupations des agriculteurs", dit M. Abdelsadek El Mahir, représentant local du syndicat agricole régional. "La plupart des réunions et des sessions extraordinaires du syndicat portent sur ces questions, et sur celles des maladies animales et végétales. Si l'on pouvait exploiter davantage de terres pour le pacage, ce serait un pas dans la bonne direction."

**Création de partenariats.** Pour aider ses agriculteurs, le Maroc a institué des partenariats avec sept autres pays d'Afrique du Nord et d'Asie occidentale dans les domaines de la recherche et de la démonstration de l'agriculture

*Photos : En haut à gauche, deux générations d'agriculteurs marocains – M. Abdennebi Salah, 60 ans, et M. Abderrahman Basri, 30 ans – partagent le même intérêt pour le projet de l'AIEA consacré aux terres salines. En haut et page ci-contre : à proximité de leur ferme, de nouveaux puits sont creusés dans les champs poussiéreux pour fournir l'eau dont les agriculteurs ont besoin. M. Abdel Ilah El Hattami, ingénieur agronome, indique les sites potentiels. (Crédits : Wedekind/AIEA)*



biosaline sur des terres arides telles celles de Sed El Masjoune. Le partenariat est la pierre angulaire du projet pilote lancé en 1997 par l'AIEA pour une période de six ans dans le cadre du programme de coopération technique.

Un objectif essentiel a été de montrer aux agriculteurs comment utiliser correctement l'eau souterraine saline et douce pour irriguer des plantes qui tolèrent des sols salins et sont économiquement utiles. Outre la production de fourrage pour les moutons, les chèvres, les chameaux et les mulets, les plantes tolérantes au sel peuvent être utilisées comme biomasse, comme engrais et comme matière première industrielle. Tout aussi important : les pâturages confèrent des signes rafraîchissants de vie à des environnements durs et chauds, aidant à conserver l'humidité des sols, à ralentir l'érosion et à freiner la désertification.

Le Maroc a été rejoint, dans le cadre du projet qui en est maintenant à sa deuxième phase de trois ans, par des pays dont les agricul-

teurs connaissent des problèmes analogues pour cultiver leurs champs dans des zones arides ou semi-arides – Égypte, Jordanie, Syrie, Pakistan, Iran, Tunisie et Émirats arabes unis. Des administrateurs de projets de ces pays se préparent à établir ou à étendre des sites de démonstration dans des régions où les agriculteurs locaux cultivent des parcelles de dix hectares ou plus. En Iran, les sites sont portés à environ trente hectares, par exemple; le Pakistan vise jusqu'à 5 000 hectares; le Maroc, quant à lui, creuse un autre puits d'eau saline à Sed El Masjoune pour irriguer davantage de parcelles de démonstration couvrant initialement une douzaine d'hectares des vastes plaines de terre battue.

“Ici, nous surveillons jusqu'à 25 puits”, dit M. Abdel Ilah El Hattami, ingénieur agronome de la Direction régionale de l'agriculture de El Kalaa des Sraghna, indiquant les sites sur une carte topographique. Creusant les puits principalement à la main, les travailleurs munis de pelles, de pioches, de seaux et de forets peuvent mettre jusqu'à 40 jours pour atteindre la nappe saline plus de 50 m plus bas, précise-t-il.

Leur travail est un élément essentiel de l'équation biosaline du Maroc. Une fois exploitée, une nappe peut être étudiée, cartographiée et surveillée. Est-elle assez grande pour irriguer un site de démonstration élargi ? Comment est-elle alimentée ? Quelle est sa salinité ? Qu'advient-il du sol ? Utilisant des instruments d'analyse, y compris des techniques nucléaires et isotopiques, des chercheurs et des hydrologistes répondront à ces questions et à d'autres intéressantes l'étude de la dynamique des eaux souterraines et la surveillance du sol et des plantes.

“Nous ne pouvions pas décider d'étendre un site sans ces données”, dit le Dr Ambri de l'INRA. “Une fois que les agriculteurs entament la culture de nouvelles plantes, nous devons savoir s'il y aura assez d'eau pour les cultiver sur ces sols”.

#### **Réseaux de connaissances.**

D'intéressantes perspectives de coopération se sont ouvertes grâce au projet mis en œuvre au Maroc et dans d'autres pays. Parce qu'ils partagent des problèmes communs de développement agricole, les pays tirent parti de l'expérience et des compétences des autres. Aujourd'hui, des réseaux de travail relie des équipes multidisciplinaires d'agriculteurs, de pédologues, d'ingénieurs agronomes, d'hydrologistes et d'exploitants qui avaient, il y a cinq ans, peu ou pas de contacts. Les plantes qui poussent dans les champs marocains, par exemple, ont été importées du Pakistan, où leurs graines ont été élevées et cultivées. Gratuitement, le Pakistan prévoit maintenant de soutenir l'extension, par la Tunisie, de sites de démonstration dans plusieurs provinces en expédiant une tonne d'une variété de graines de plantes tolérantes au sel.

“Au Pakistan, de nombreux agriculteurs cultivent des herbes tolérantes au sel pour le fourrage et pour améliorer la terre, et ils ont observé que de nombreuses autres espèces de plantes donnent de très bon résultats”, dit le Dr Mujtaba Naqvi, ancien directeur de l'Institut nucléaire d'agriculture et de biologie du Pakistan et consultant de l'AIEA coordonnateur du projet pilote. “Nous cherchons maintenant à partager et à transférer cette expérience, à aider les chercheurs et les agriculteurs à mettre sur pied d'importantes plantations sur terres salines”.

Le sel est une ancestrale malédiction de l'agriculteur, qui limite aujourd'hui l'exploitation agricole de plus de 80 millions d'hectares dans le monde. Des initiatives mondiales visent certes à résoudre les problèmes, mais les terres salines agricoles exigent peut-être une nouvelle façon de penser, dit le Dr Naqvi – une façon qui allie science et nature.

“Traditionnellement, l'agriculture a pour objet d'adapter le sol à la plante”, dit-il. “Or, nous avons observé qu'il est parfaitement possible d'adapter la plante au sol, même dans des conditions néfastes”. Il existe des centaines de variétés de plantes tolérantes au sel; grâce aux études de laboratoire et de terrain, on sait où elles poussent le mieux, et pourquoi. Ces résultats sont cruciaux pour les décisions relatives à la politique et aux pratiques agricoles ainsi qu'à la gestion des sols, qui sont au coeur des programmes nationaux, régionaux et internationaux de développement.

Le réseau de connaissances du projet de l'AIEA s'étend bien au-delà des sites de démonstration – aux ateliers de groupe et aux cours spécialisés, à la formation pratique – en laboratoire – à la géologie, à la phytologie et à l'hydrologie, et aux réunions périodiques de coordination qui rassemblent des administrateurs nationaux du projet et des experts internationaux.

M. Ztouti et M. El Hattami, de Sed El Masjoune, sont parmi ceux qui ont profité de ces occasions. Ils se sont rendus, en novembre 2000, au Pakistan pour tirer des enseignements de leurs homologues participant à la mise en valeur des sols salins, et des pratiques connexes de gestion des plantes et de l'irrigation. D'autres chercheurs, dont M. Athar Khan du Pakistan et



M. M'hamed El Khadir du Maroc, ont bénéficié de bourses d'étude pour travailler avec Rebecca Hood et ses collègues de l'AIEA. Ils planifient et mettent en œuvre, sur plusieurs mois, des projets de recherche au Laboratoire FAO/AIEA d'agriculture et de biotechnologie, qui dépend des Laboratoires de l'Agence situés à Seibersdorf, près de Vienne (Autriche), et est exploité conjointement avec la FAO (voir encadré page 31).

Les travaux de laboratoire et les études de terrain sont des moyens essentiels d'apprentissage. Ils renseignent sur les variétés de plantes qui ont les meilleures chances de pousser dans le sol et dans les conditions du pays d'origine des participants.

## LES CHAMPS DE AIN EL ATTI

À environ une journée de route à travers la chaîne enneigée de l'Atlas et 400 km au nord-est de Sed El Masjoune, des rangées d'eucalyptus et d'acacias oscillent dans la brise d'Ain El Atti. Les champs de la périphérie rocheuse et aride de l'oasis de Tafilalet abritent ce qu'on pourrait décrire comme la “pépinière biosaline” du Maroc. Aïn El Atti a été le premier site établi dans le cadre du projet de l'AIEA en 1997 pour tester localement des graines tolérantes au sel importées du

Pakistan et repiquées sous forme de plants.

Les quatre dernières années ont vu l'eucalyptus pousser de quatre mètres et plus, et l'acacia en fleur couvrir ce qui était auparavant des champs poussiéreux balayés par le vent. Chaque semaine, M. Mohamed Mansouri, le responsable du site, ouvre les canaux d'irrigation qui acheminent l'eau saumâtre d'un puits artésien vers des plantes semées dans le sol brûlé par le soleil. Une partie du terrain recèle une teneur saline équivalant à un tiers de celle de l'eau de mer. Les canaux s'étendent sur des centaines de mètres, régulant le cheminement et le débit de l'eau à partir de l'ancien puits creusé il y a dix ans. Il délivre toujours, précise M. Mansouri, sept litres d'eau par seconde, jour et nuit.

La quantité d'eau que les plantes de la pépinière reçoivent est vitale pour leur devenir, ce qui nécessite d'évaluer le sol, les plantes et l'eau et d'interpréter exactement les résultats. On va jusqu'à pratiquer des tests de surveillance à l'aide de sondes à neutrons et d'autres instruments qui suivent une série de variables agri-

---

*Photo : Là où l'oasis fluviale s'achève à l'horizon, les terres arides sont devenues des terrains d'essais agricoles à proximité du village d'Aïn El Atti. (Crédit : Wedekind/AIEA)*

## PARTENAIRES DE LABORATOIRE

Les chercheurs Athar Khan et M'hamed El Khadir partagent un même objectif. Ils sont originaires de pays – le Pakistan et le Maroc – où les terres salines forment d'importants obstacles au développement agricole. Leur objectif commun est de voir les champs devenir productifs grâce à une méthode qu'ils puissent appliquer chez eux.

Pendant plusieurs mois, cette année, ils ont travaillé comme boursiers scientifiques avec Rebecca Hood, pédologue britannique de l'AIEA, au Laboratoire FAO/AIEA d'agriculture et de biotechnologie, qui dépend des Laboratoires de l'Agence situés à Seibersdorf, près de Vienne (Autriche). Dans le cadre du projet de l'AIEA consacré aux terres salines, MM. Khan et El Khadir ont mené des expériences distinctes dont les résultats pourraient aider leurs pays à mettre en valeur des terres arides.

M. El Khadir, microbiologiste à l'Institut national de recherche agronomique (INRA) du Maroc, a étudié la décomposition des matières organiques dans les sols. Utilisant une méthode dite de "double marquage" à l'azote 15 et au carbone 13, il a étudié la vitesse à laquelle différents types de matières organiques se décomposent dans les sols salins.

Il a utilisé des plants tropicaux fixateurs d'azote cultivés dans la serre de Seibersdorf. Il les a ensuite marqués au carbone 13 et les a placés, scellés dans du plastique, dans une petite chambre à gaz rectangulaire. Le plus difficile a été d'étudier comment la décomposition de la matière organique marquée modifiait le sol. Le travail a consisté à étudier et à interpréter d'importantes données d'échantillons mesurés par le spectromètre de masse du Laboratoire. L'instrument d'analyse, très sensible, mesure quelque 10 000 échantillons par an dans le cadre de projets soutenus par l'Unité de pédologie.

"Ces expériences m'aideront dans mes recherches à l'INRA", dit M. El Khadir. "Nous avons besoin de mieux comprendre la composition de nos propres sols, et cela nous aidera à dire aux agriculteurs comment et où différents types de plantes peuvent pousser le mieux".

Les recherches de M. Khan avaient également pour objet d'aider son pays à utiliser de façon plus productive les terres salines, qui couvrent plus de six millions d'hectares du pays. Les recherches menées à Seibersdorf par M. Khan, phytobiologiste à l'Institut nucléaire d'agriculture du Pakistan, ont porté sur l'étude du blé, culture de base au Pakistan. Il a tenté d'en savoir plus sur la technique dite de "discrimination d'isotopes de carbone" et sur ses possibilités d'application à la détermination de variétés de blé tolérantes au sel. Ses recherches



se sont appuyées sur les travaux menés à Seibersdorf par une concitoyenne, Mme Robina Shaheen, administrateur adjoint qui a étudié des variétés de blé et de riz.

Les expériences de M. Khan ont visé à déterminer la relation qui existe entre la tolérance au sel et les rapports de carbone 12 et 13 dans plus de 50 variétés de blé qu'il a rapportées du Pakistan et repiquées sous forme de plants dans des sols caractérisés par différents degrés de salinité. Des mesures de carbone ont été réalisées à l'aide du spectromètre de masse du Laboratoire. M. Khan a également joué un rôle clé dans l'élaboration de nouvelles méthodes de préparation qui permettront d'analyser les matières à l'aide d'un instrument commercial appelé analyseur d'haleine. L'Unité de pédologie s'emploie à produire une version économique de cet instrument de mesure pour l'étude des isotopes de carbone.

"L'étude de la tolérance des céréales au sel nécessite des techniques fiables", dit M. Khan. "Elle est difficile à mettre en œuvre sur le terrain, car il intervient de nombreux facteurs complexes très longs à étudier".

Le choix comme critère, par la recherche, du carbone 13 pourrait offrir un moyen rapide et économique de recherche pour les laboratoires agricoles du Pakistan et d'autres pays confrontés à des problèmes de salinité.

"La population du Pakistan croît rapidement et nous devons accroître la production alimentaire", dit M. Khan. "La salinité touche environ 50 % de nos terres irriguées; nous devons donc cultiver des variétés de plantes capables de pousser sur des sols salins."

Les applications du carbone 13 comme traceur et dans l'étude de la photosynthèse des plantes sont fréquentes, dit le Dr Hood. "Nous savons qu'il peut être utile pour sélectionner des variétés de plantes tolérantes à la sécheresse", dit-elle. "S'il se révèle fiable pour étudier la tolérance au sel, ce serait un grand pas en avant".

*Photo : Le Dr Khan (Pakistan) vérifiant le résultat de ses recherches aux Laboratoires de Seibersdorf. Près de la moitié des terres irriguées de son pays sont salines. (Crédit : Calma/AIEA)*

coles étroitement liées, dont la salinité de l'eau, l'humidité du sol, et la santé et la croissance de chaque plante.

“Nous tentons d'adopter, dans ces expériences, une démarche globale pour mieux comprendre les relations qui existent entre les sols, les plantes et l'eau”, explique le Dr Ambri de l'INRA, qui administre le projet au Maroc. Lorsqu'on utilise de l'eau saline pour l'irrigation, par exemple, la quantité est un facteur déterminant. “L'idée de base est d'appliquer aux plantes un volume d'eau suffisant à chasser le sel en-dessous de la zone active de la racine de la plante”, dit-il. Dans une année typique, la pépinière reçoit environ 24 fois plus d'eau saline d'irrigation que de précipitations, dit-il. Les précipitations n'atteignent en moyenne que 60 à 100 mm par an.

Maintenir l'équilibre du triangle sol-plantes-eau à Ain El Atti nécessite toute une gamme de compétences et des études détaillées fournissant aux agriculteurs les connaissances dont ils ont besoin pour cultiver certaines plantes. Un groupe de spécialistes et de chercheurs de l'INRA et de l'Organisme régional de mise en valeur des terres (ORMVAT) soutient les multiples volets du projet. Il s'agit de M. Kouider Barhmi, physicien des sols à l'INRA; M. Mohamed Beqqali, spécialiste de la fertilité et de la chimie physique des sols à l'INRA; M. Mohamed El Allam, pédologue à l'INRA; M. Moutaouaki El Ghali, agronome à l'ORMVAT; et M. Mohamed Ourahou, ingénieur agronome à l'ORMVAT.

Les expériences, cependant, n'ont pas toutes donné les résultats escomptés. Plus d'une vingtaine de variétés de céréales, dont l'orge et le blé, ont été testées ces

quatre dernières années. La plupart ont donné de bons résultats la première année, mais ont ensuite succombé aux éléments. “Nous avons observé que ces céréales tout simplement ne tolèrent pas les niveaux de salinité observés ici”, dit le Dr Ambri.

Les arbres et les arbustes ont connu un sort différent, ce qui pourrait représenter une bonne nouvelle pour le développement agricole du pays. Leurs usages potentiels sont variés : l'eucalyptus, par exemple, peut fournir du bois de chauffe pour les particuliers et de la pâte à papier. Les fleurs d'acacia et d'eucalyptus attirent les abeilles, ce qui permet d'envisager la production de miel. L'arbuste appelé artiplex, qui pousse bien même sur des sols très salins, peut servir de fourrage.

Pour M. El Allam, de l'INRA, qui dirige les expériences relatives aux arbres et aux arbustes, les résultats sont encourageants et instructifs. Il a reçu les graines du Pakistan, les a cultivées à la pépinière de l'INRA à Rabat, puis a repiqué les plants à Ain El Atti. Maintenant, il recherche d'autres graines, l'INRA testant des variétés autochtones dans le cadre d'études sur sols salins. “Cela a été bien plus facile de travailler avec des graines de plantes poussant déjà bien sur des sols salins”, dit-il. “Le Maroc possède des acacias et des eucalyptus, mais il ne sont pas de la même espèce que ceux du Pakistan et tendent à donner de moins bons résultats”.

Les mesures prises à Ain El Atti permettent d'envisager des recherches plus productives sur la mise en valeur des terres salines marocaines.

“Ce dont nous avons besoin ici, c'est d'un soutien accru pour développer notre pépinière”, dit le Dr Ambri, “afin de montrer plus clairement ce qui peut être fait et

améliorer notre aptitude à produire des graines à partir des plantes que nous cultivons.”

Le projet de l'AIEA a été déterminant pour gagner et sensibiliser les autorités nationales à l'agriculture biosaline et à son développement, ajoute-t-il. Avec un soutien national et international accru, pense-t-il, on pourrait associer davantage les agriculteurs, les exploitants agricoles et les administrateurs d'industries utilisant des matières premières agricoles.

“Il faut qu'ils constatent par eux-mêmes le potentiel économique de cette méthode”, dit le Dr Ambri. “Les sites de démonstration peuvent, à cet effet, être utiles.”

## LE SEL DE LA TERRE

Le problème du sel dans l'agriculture n'est pas nouveau, ni limité aux pays qui participent au projet de l'AIEA. Dans le monde, les experts de la FAO estiment que la salinité nuit à la productivité d'environ 80 millions d'hectares de terres arables – soit à peu près la superficie d'un pays tel que le Pakistan – situées surtout dans des pays en développement chauds et secs.

Le problème se pose lorsque le sel subsiste dans le sol lorsque l'eau regagne l'atmosphère par évapotranspiration. Dans les régions de précipitations satisfaisantes qui disposent de systèmes de drainage efficaces, les sels solubles changent de composition et de concentration à mesure que l'eau les transporte jusque dans l'océan.

Dans certaines parties du monde, cependant, qui reçoivent peu de précipitations et disposent de systèmes de drainage limités, les sels se transportent difficilement. Ils s'accumulent dans les basses terres ou dans les eaux souterraines situées en dessous.



Les processus géographiques et géologiques naturels contribuent eux-mêmes fortement à la salinité. D'après les experts, plus de 30 millions d'hectares de terres touchées par le sel le sont de causes naturelles (aridité, taux élevé d'évaporation). Souvent, les problèmes sont exacerbés par la perte ou la destruction de la végétation naturelle du fait du pacage ou de l'utilisation de la biomasse pour la cuisine et le chauffage.

La plupart des terres salines, cependant, se situent à l'intérieur ou à proximité de zones où l'irrigation est la clé de l'agriculture, principalement dans des pays en développement. L'absence de drainage satisfaisant est un important facteur de salinité. Il en va de même du suintement des systèmes d'irrigation et des champs de drainage, qui peut entraîner la perte de près de la moitié de l'eau. Progressivement, la surface de la nappe s'élève, transférant les sels vers les strates où les cultures prélèvent leurs nutriments. Il en résulte une chétivité ou la mort des plantes. À mesure que les eaux de surface s'évaporent, les champs se transforment en terres arides incrustées de sel, que les agriculteurs abandonnent; l'agriculture souffre.

La salinité peut être combattue et les terres mises en valeur, mais ni rapidement, ni facilement, ni à peu de frais. Une méthode



consiste à construire des systèmes d'irrigation satisfaisants qui améliorent progressivement le sol et empêchent la formation de champs saturés d'eau et improductifs. Les systèmes doivent appliquer un peu plus d'eau que n'en nécessitent les cultures, pour favoriser le lessivage, puis drainer et recueillir les eaux souterraines de façon qu'elles puissent être recyclées à des fins agricoles ou industrielles.

Malheureusement, de mauvaises pratiques d'irrigation favorisent souvent la salinité plutôt qu'elles ne la combattent, et la mise en place de vastes systèmes de drainage intégrés est financièrement hors de portée pour la plupart des pays. La Banque mondiale, par exemple, a estimé qu'il faudrait investir, dans le monde, quelque 600 milliards de dollars dans des systèmes ruraux et urbains d'approvisionnement en eau.

L'agriculture biosaline – c'est-à-dire l'adaptation à une eau et à un sol salins de plantes tolérantes au sel – peut offrir une solution plus économique, mais pas nécessairement plus facile. Elle dépend de bonnes pratiques d'irrigation, surtout lorsque l'eau souterraine a déjà des concentrations en sel

supérieures à la normale. Elle nécessite des années de recherches et d'essais pour apparier les bonnes plantes au bon sol et à la bonne eau, puis pour maintenir l'équilibre écologique permettant une production agricole durable.

Quelle que soit la méthode retenue, les experts conviennent de la nécessité d'investir davantage dans des campagnes conjointes de lutte contre la salinité. Chaque année, des centaines de millions de dollars – personne ne sait exactement combien – sont perdus par les agricultures nationales du fait des terres salines et de la désertification.

Ce qui est plus certain, c'est que dans les années à venir, la croissance de la population mondiale, surtout dans les pays en développement, renforcera la nécessité de terres productives, d'aliments et d'eau, dont environ 70 % sont utilisés par l'agriculture. Les terres arables irriguées

*Photos : De jeunes plantes prennent racine sous la croûte de sel brûlée par le soleil de Sed El Masjoune. À la pépinière d'Ain El Atti, des chenaux d'irrigation formés d'éléments naturels transportent l'eau saline vers des cultures expérimentales. (Crédits : Wetekind/AIEA)*

## DES DÉFIS CERTAINS

Le programme Action 21 adopté au Sommet "planète Terre" en 1992 a cristallisé les problèmes auxquels se heurte un développement agricole durable. Un chapitre du plan d'action, intitulé Promotion d'un développement agricole et rural durable, souligne les problèmes clés :

■ *D'ici à 2025, plus de 80 % de la population mondiale escomptée vivra dans des pays en développement.* Or, la capacité des ressources et techniques existantes à satisfaire les exigences de cette population croissante en aliments et autres produits agricoles demeure incertaine. L'agriculture doit relever ce défi, principalement en accroissant la productivité des terres déjà exploitées et en évitant toute nouvelle exploitation de terres qui ne sont que marginalement adaptées à la culture.

■ *La dégradation des terres est le problème écologique le plus important touchant de vastes régions de pays tant développés qu'en développement.* Le problème de l'érosion des sols est particulièrement aigu dans les pays en développement, tandis que les problèmes de salinisation, d'engorgement, de pollution et de perte de fertilité des sols s'aggravent dans tous les pays. La dégradation des terres est grave parce que la productivité de vastes régions diminue précisément alors que les populations augmentent rapidement et que l'on exige des terres qu'elles produisent plus d'aliments, de fibres et de combustible. La lutte contre la dégradation des terres, en particulier dans les pays en développement, a connu à ce jour un succès limité.

■ *D'importantes lacunes et faiblesses caractérisent l'aptitude des mécanismes nationaux et internationaux existants à évaluer, étudier, surveiller et utiliser les*



*ressources génétiques des plantes pour accroître la production alimentaire.* Les moyens, structures et programmes institutionnels existants sont généralement insuffisants et largement sous-financés. On observe une érosion génétique d'espèces cultivées inestimables. La diversité des espèces cultivées n'est pas exploitée dans toute la mesure possible pour accroître durablement la production alimentaire.

■ *Les techniques permettant d'accroître la production et de préserver les sols et les ressources en eau existent, mais ne sont pas largement ou systématiquement appliquées.*

*Pour de plus amples renseignements, consulter le site Internet de l'Organisation des Nations Unies à l'adresse <http://www.un.org>. Le programme Action 21 fera l'objet d'un bilan décennal en septembre 2002 au Sommet "planète Terre"+10, qui sera accueilli par l'Afrique du Sud.*

*Photo : Des puits d'eau saumâtre tels ceux-ci au Maroc peuvent permettre d'instaurer des pâturages dans des environnements arides. (Crédit : Wedekind/AIEA)*

fournissent aujourd'hui près de la moitié des aliments et des fibres de la planète, et bien plus dans les pays dont les agriculteurs dépendent des eaux souterraines pour leurs récoltes.

L'instauration d'un développement durable nécessitera une difficile mais stimulante coopération internationale. Action 21, le plan d'action mondial que les gouvernements ont adopté en 1992 au Sommet "planète Terre" et qui fera l'objet d'un bilan décennal en juin 2002, fixe des buts ambitieux. Il appelle de ses vœux diverses activités inté-

grées pluriannuelles dépassant 31 milliards de dollars et visant à promouvoir un développement agricole et rural durable, dont une action concertée contre la salinité, la dégradation des sols et la désertification. Un fort accent a été placé sur le comblement des "lacunes de connaissances élémentaires" et sur l'élargissement de l'application des sciences et des biotechnologies.

Alors qu'il s'emploie à étendre sa portée, le projet de l'AIEA contribue au progrès. Des agriculteurs et des chercheurs collaborent pour alimenter la base de

données sur laquelle s'appuieront des programmes de développement plus importants. En associant davantage d'agriculteurs à la mise en valeur des terres arides, on encouragera des partenariats élargis favorisant l'instauration d'une agriculture progressive dans les pays démunis.

En élargissant le transfert de connaissances et de technologies, on peut changer la vie à la ferme. D'ici là, les agriculteurs de terres salines telles celles de Sed El Masjoune n'auront d'autre choix que de labourer du mieux qu'ils savent. □