

G. TOUTAIN
 Chef de la Station
 Centrale d'Agronomie
 Saharienne D.R.A.
 Marrakech

Conservation des sols en palmeraies sahariennes et bordurières au Sahara

L'exploitation nouvelle de ressources en eau et l'élaboration de programmes de mise en valeur de palmeraies anciennes et nouvelles en zones présahariennes, sahariennes et sahéliennes (23) nous amènent à nous pencher sur la conservation des sols agricoles.

Nous ferons, tout d'abord, un constat des sols rencontrés en zone phœnicicole, puis nous caractériserons l'agriculture actuelle et ses orientations futures (15, 22, 23). Nous envisagerons ensuite les moyens de conservation et d'amélioration des sols. Enfin, nous terminerons par un exemple concret d'organisation d'une microexploitation phœnicicole (15, 22) ayant le souci du maintien et de l'amélioration de la fertilité du sol.

LES SOLS RENCONTRÉS EN PALMERAIES SAHARIENNES ET SAHÉLIENNES

Qualités physiques, chimiques et microbiologiques

On rencontre différents types de terrains dans les palmeraies sahariennes et sahéliennes qui vont du sol léger (sableux, graveleux...) au sol assez compact (limons argileux).

Ce sont d'abord les sols sableux et graveleux des palmeraies sahéliennes du Niger et de l'Air, des palmeraies sahariennes du Souf et de l'Oued Righ en Algérie et de certaines vallées phœnicicoles de l'Anti-Atlas au Maroc.

Ce sont ensuite les sols alluviaux plus ou moins argileux et limoneux des terrasses bordant les Oueds des palmeraies du Présahara (Oued Drâa, Oued Ziz, Oued Biskra) et des zones d'épandages de crues (Zous-Fana, Guir, Tafilalet) (1, 4, 17, 18, 19, 21).

Dans de nombreuses régions ces sols sont marqués par la présence de sels due, dans la majorité des cas, à l'utilisation d'eaux d'irrigation chargées (palmeraies du Tafilalet, de l'Oued Righ, de Djerid tunisien...), ce qui pose le problème d'élimination de la salure par l'installation d'un système de drainage adéquat (13, 1, 2, 7, 9).

La richesse chimique de ces sols est très variable.

Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

Les sols légers sont pauvres en humus, en azote, en acide phosphorique et en potasse.

Les sols moyens lourds (sols argileux, argilo-sableux, limoneux et argilo-limoneux) sont en général pauvres en humus, en azote et insuffisamment pourvus en acide phosphorique assimilable. En revanche, la potasse est présente à peu près partout en quantité non négligeable.

Le calcium et le magnésium sont assez répandus ainsi que le sodium. Les microéléments sont bien représentés dans ces types de sol (1, 4, 5, 14, 24).

La vie microbienne des sols est relativement limitée dans la plupart des palmeraies où l'on pratique une culture extensive sous palmiers et dans lesquelles les sols sont insuffisamment pourvus en matière organique et en eau (1, 4).

Les sols des palmeraies saharo-sahéliennes pourraient être définis comme physiquement divers, mais présentant un caractère commun, celui d'être pauvre en humus, en azote, en acide phosphorique et en microorganismes, et d'être en général bien pourvu en potasse, calcium, magnésium, sodium et en microéléments.

Relation du sol et de l'eau

En zone aride et subaride l'élément essentiel pour la mise en valeur agricole est l'eau. Facteur limitant le plus important de la production végétale la qualité essentielle d'un sol sera de composer efficacement avec elle.

Dans ces régions à faible pluviométrie, c'est l'irrigation qui apporte au sol l'eau qui sera mise à la disposition de la plante (1). Toutes les techniques visant à la conservation des sols et à son amélioration devront par conséquent se soucier de leur porosité, de leur perméabilité et de leur pouvoir de rétention...

L'évapo-transpiration dans les palmeraies, du pré-Sahara au Sahel, est de l'ordre de 1 700 à 2 100 mm (18) ce qui nécessite des doses d'irrigation importantes sur le complexe végétal « Palmiers dattiers et cultures sous-jacentes » (20, 22, 7, 9, 8, 10, 11).

L'érosion, les apports d'éléments divers, le drainage, le lessivage... seront à prendre en considération dans l'optique de la conservation des sols.

(1) Dans certaines régions la nappe phréatique proche du niveau du sol est utilisée directement par les racines des plantes (ZIBAN-LARGEAU...).

AGRICULTURE
EN ZONE PHCENICICOLE



La superficie moyenne de la micro-exploitation familiale saharienne est comprise entre 1 et 2 ha, très souvent morcelée en petits jardins. Ces faibles surfaces par rapport à la population à nourrir sont souvent dues soit à une insuffisance d'eau (Ajjer, Hoggar, Tafilalet...), soit à une extension difficile des jardins par insuffisance de drainage (Tidikelt), soit à une salinisation des sols par manque d'eau (Tafilalet) ou mauvais entretien du système de collature (Oued Righ, Djerid)... En général, les sols cultivables sont nombreux au Sahara, mais ils sont liés à la présence de l'eau, à la possibilité de leur assurer un bon assainissement et une protection efficace contre les vents de sable et l'ensablement.

Chaque famille dispose donc de faibles superficies et pour la faire vivre aussi convenablement que possible, il est nécessaire de pratiquer une agriculture inten-

sive hautement productive sur des sols de qualité. Pour ces régions à forte luminosité, la phytosynthèse s'effectue dans d'excellentes conditions (15, 22, 23, 17, 18, 19, 21, 8).

CONSERVATION
ET AMÉLIORATION
DES SOLS EN PALMERAIE

En fonction des contraintes agro-sociologiques nous devons faire en sorte d'obtenir une forte production agricole en palmeraie. Nos moyens d'intervention sont classiques : engrais, amendements, systèmes de culture adaptées.

Rappelons que l'action des engrais est liée intimement à tout ce qui conditionne le milieu et qu'une production végétale maximale augmentera à mesure que le milieu deviendra plus favorable dans son ensemble. Aussi allons-nous passer en revue les actions à mener sur le sol afin de maintenir et d'améliorer sa fertilité.



AMÉLIORATION DE LA TEXTURE DES SOLS

Sols légers (sableux-graveleux) à grosses particules

Sols moyennement lourds (sablo-argileux-limoneux, argilo-sableux) à particules de faibles dimensions

Caractéristiques	Corrections
Basse capacité de rétention et de l'eau et des éléments nutritifs.	Amendements humiques et argileux (1) Fumier-Engrais minéraux (apports fractionnés).
Peu de capillarité-infiltration facile	Irrigation abondante. Rythme des irrigations rapprochées.
Peu ou pas de cohésion et de plasticité.	(1)
Bonne aération. Échauffement facile.	Couverture du terrain quasi permanent par les cultures.

Les sols légers au Sahara sont faciles à travailler; ils sont intéressants car ils sont naturellement drainants et évitent l'installation et l'entretien de coûteux systèmes d'assainissement.

Caractéristiques	Corrections
Haute capacité de rétention de l'eau et des éléments nutritifs.	Fumier et engrais.
Haute capillarité et faible infiltration.	Amendements de sable. Système de drainage d'autant plus efficace que le sol est lourd et salé.
Grande cohésion et réchauffement plus lent.	Rotation de cultures complémentaires (enracinement). Amendements sableux et humiques. Drainage efficace pour empêcher la remontée éventuelle de nappes phréatiques asphyxiantes.

Les sols plus lourds, argilo-sableux et limoneux sont riches pour peu que l'on parvienne à corriger leurs défauts (6, 1, 16).



AMÉLIORATION DE LA STRUCTURE DES SOLS

Sols légers :

Ils devront recevoir de forts amendements humiques, et quelquefois argileux lorsqu'une source d'argiles est proche du champ à amender (In Ghar au Tidikelt...) afin d'améliorer leur cohésion et permettre la formation d'agrégats terreux.

Sols argileux :

Ils ne réagissent pas tous de la même manière à l'alternance « humidité-sécheresse ». Leur comportement est lié à la présence d'ions Sodium et Calcium (Tab. 13).

La stabilité de tels sols, fréquents au Sahara, ne peut être acquise que par l'apport de fumures organiques et par une rotation de cultures dans laquelle alternent espèces pérennes et annuelles notamment les plantes à enracinement puissant.

Les travaux aratoires agissent sur la structure du sol. Dans les palmeraies les interventions sont effectuées en général à la main avec des outils simples et efficaces (houe, sape, binette, scarificateur...) (*).

(*) La culture attelée se rencontre dans certaines palmeraies, mais l'agriculture motorisée peu souvent.

En dehors des façons culturales favorisant :

- l'exploitation du sol par les racines (labour, ameublissement en profondeur),
- la germination des semences (ameublissement en surface),
- la reprise des plants arboricoles (ameublissement en profondeur),
- l'enfouissement des fumures (au niveau des racines),
- l'élimination des mauvaises herbes (sarclage...),
- l'aération du sol (scarification, billonnage).

Une grande importance doit être donnée au modelé du sol en relation avec la distribution de l'eau d'irrigation, le nivellement, la dimension des planches ou des billons avec comme préoccupation permanente la répartition rationnelle de l'eau.

Presque partout en palmeraies sahariennes (du pré-Sahara au Sahel) la structure des sols laisse à désirer (Effets des irrigations, d'une agriculture extensive ou mal agencée...). L'utilisation du fumier et le choix des cultures réparties dans un assolement judicieux s'avèrent indispensables (22, 23, 4, 5).

fumier (30 à 50 t/ha) qui permettront aux phœniciculteurs d'obtenir de bons rendements sur leurs cultures sous-jacentes. Plusieurs exemples positifs d'utilisation de ces techniques se développent au Tafilalet (Rissani) en Oued Righ (Djamâa-Tinedla).

Les sols sahariens sont en général pauvres en humus, en azote, et en acide phosphorique par contre la potasse est répandue à peu près partout (argile feuilletés); l'alternance de phases de ressuiement et d'humidité des sols irrigués favorise la libération des ions potassium au profit des cultures. Calcium, magnésium, sodium et microéléments classiques sont bien représentés. Seules des carences en fer et en zinc sont observées en palmeraie sur arbres fruitiers; ces microéléments existent mais sont bloqués par l'excès de calcaire.

AMÉLIORATION DE LA VIE BIOLOGIQUE DU SOL

L'activité microbienne dans le sol participe activement à l'édification de sa fertilité; « bactéries, algues, champignons, protozoaires » ont besoin pour mener leur action et proliférer, d'humidité, de chaleur, d'oxygène et d'apports nutritifs comme les plantes (4, 1).

Différents groupes décomposent la matière organique (fumier) et la minéralisent d'autant plus vite que le sol est humide et que la température est élevée; ceci explique la rapidité de consommation du fumier dans les sols sous climat saharien, et la faiblesse de son arrière-action d'une année sur l'autre. JENNY (1930) démontre que chaque montée de température de 10° double le taux de décomposition de la matière organique. I. BRYSSINE et G. TOUTAIN (1970) observent qu'en palmeraie de Zagora à la flore du sol la plus importante et la plus active correspond les types de cultures les plus intensifs (fumier, engrais rotation adaptée sous palmiers dattiers). Ce sont les azotobactères qui fixent le plus d'azote de l'air, toutefois l'activité des clostridium est non négligeable. Certains groupes de microorganismes dénitrificateurs sont actifs dans les sols alcalins et mal drainés (ARNON, 1972).

AMÉLIORATION DES SOLS PAR LES CULTURES

A cause de la faiblesse des superficies et des ressources végétales par famille, il est inconcevable de parler d'engrais vert en palmeraies au Sahara et dans sa zone marginale. La culture intensive imposée nous oblige à utiliser le fumier où dans les chapitres précédents nous évoquions le besoin indispensable. Il sera donc nécessaire d'entretenir des troupeaux dans des oasis entourés de désert et de cultiver des plantes fourragères: luzerne, orge, sorgho, maïs, roquette... Étant donné l'isolement des centres phœnicicoles, les phœniciculteurs s'évertueront à produire des cultures vivrières: blé, orge, sorgho, mil, légumes...

Le palmier reste dans la plupart des oasis la culture principale de rente (vente

	Sécheresse	Humidité
Avec le sodium	Sol sans craquelure	Pâte, Plastique, Déflocculation des argiles.
Avec le calcium	Sol avec craquelures	Agrégats se gonflent et durcissent

AMÉLIORATION DES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DES SOLS

En zone saharienne et sahélienne, les sols sont en général riches en calcium, potassium, magnésium, soufre et microéléments. Certains sont chlorurés et carbonatés et risquent d'être toxiques pour les plantes. Mais la richesse des sols est due à la présence de colloïdes minéraux qui forment le complexe adsorbant. C'est en effet au niveau des colloïdes que s'effectuent les réactions physiques et chimiques du sol, aussi, plus les particules sont de petites dimensions plus la surface de contact sera grande :

Argile Illite 65 à 100 m²/g
 Argile Montmorillonite 600 à 800 m²/g
 Matière organique. . . 500 à 800 m²/g
 (d'après WELBEN et col., 1966).

On recommandera par conséquent d'apporter aux sols des palmeraies de forts apports de matière organique et quand cela est facile et peu coûteux des amendements d'argile dans les sols trop légers. Les apports humigènes améliorent la capacité d'absorption de tous les sols (4, 5, 15, 22, 23, 21, 16). Toutefois, il faut signaler dans de nombreuses palmeraies la présence de sols salins d'origine ou irrigués par des eaux salées (conductivité à 25 °C de 750 à 2 250 micromhos cm/cm de 3,5 à 9 g

d'extrait sec par litre) et dont la production agricole pose des problèmes (Oued Righ, Tafilalet, Bani...).

Leur utilisation en agriculture saharienne n'est possible que par l'élimination constante des sels solubles qu'ils contiennent afin que les cultures trouvent des solutions du sol à des concentrations ne nuisant pas à leur végétation (absorption-croissance...). Ce sera donc, par une irrigation abondante et un drainage efficient que l'on assurera ces conditions (17, 19, 21, 9, 2). Si, en sols légers, l'irrigation et le drainage sont faciles, en sols plus lourds, les sels de sodium, abondants en général, ont tendance à se fixer fortement sur les colloïdes argileux et à rendre les sols imperméables. Heureusement, au Sahara, la plupart des eaux apportent aux sols du calcium qui débarrassent l'argile des cations sodium (échange Na⁺/Ca⁺⁺). Les ions sodium seront éliminés par le drainage ce qui améliorera la perméabilité de ces sols. Une action complémentaire sera d'autant plus nécessaire que ces sols seront salés. Elle fera appel aux amendements (*) de sable (50 à 70 t/ha) et de

(*) Les amendements artificiels : tourbe-résines-cellulose ont été employés avec des fortunes diverses.

des dattes) tout en gardant l'originalité d'être également une culture importante d'autoconsommation (dattes) et d'autoapprovisionnement (bois, fibres...). Toutefois, pour des causes diverses (Bayoud (*), dévaluation de la datte, marché fluctuant, augmentation de la population, etc.) le phœniciculteur cultive de plus en plus d'autres cultures de rente sous lui : Henné, tabac, légumes, semences, etc.

Le phœniciculteur a, par conséquent, à sa disposition un nombre suffisant de cultures d'espèces différentes ayant des actions complémentaires améliorantes sur la texture et la structure du sol (rotations, enracinements). De plus, les racines des plantes approvisionnent le sol en détritiques organiques minéralisables à différents niveaux dans le profil après leur enlèvement (17, 18, 19, 21, 15, 22, 14).

Apports raisonnés des engrais

Dans les chapitres précédents, nous nous sommes efforcés de décrire les techniques d'amélioration du sol qui permettent une bonne utilisation des engrais. Il est évident que les sols les plus filtrants devront recevoir des doses d'engrais majorées et plus fractionnées que les terres moyennes à lourdes (lessivage des irrigations). Dans le calcul des éléments fertilisants à appliquer, il faudra tenir compte de ceux apportés par les eaux d'irrigation et les amendements. Rappelons que dans certaines palmeraies de l'Oued Righ Monciero avait signalé l'absence d'effets de fumures complètes sur palmier dattier cultivé seul, car les eaux comblaient les besoins en éléments nutritifs de cette plante.

En effet, les fortes quantités d'eau d'irrigation très salées utilisées apportent par hectare et par an 315 kg d'azote, 13 kg d'acide phosphorique et 2 600 kg de potasse qui sont déversés sur un sol léger équipé d'un bon système de drainage (13). Dans les autres régions sahariennes les eaux sont moins riches, mais en général amènent au sol des quantités non négligeables de calcium, de magnésium et de potasse.

En ce qui concerne les amendements c'est surtout le fumier saharien qui est à prendre en considération dans la détermination des fumures. Les analyses de ce fumier sec (type poudrette) révèlent sa haute richesse en éléments fertilisants : ainsi pour 10 tonnes, on relève en moyenne 80 unités d'azote, 15 unités d'acide phosphorique, 110 unités de potasse, 35 unités de magnésium et 100 unités de chaux (22, 16).

Les essais de fertilisation entrepris en zone phœnicicole sur diverses cultures nous apprennent (et nous confirment) que l'agriculteur des palmeraies devra se soucier principalement du fumier, de l'azote et du phosphore, éléments qui influencent le plus la production agricole (21, 5, 22, 16, 1). L'agriculture intensive fera appel à une fertilisation adaptée aux conditions des différents centres phœnicicoles. Les fumures seront calculées en fonction des besoins de plantes devant

(*) Maladie fusarienne du palmier dattier décimant les palmeraies (Maroc, Algérie).

fournir de hauts rendements (*) et appliquées au système de cultures et sur l'ensemble de la rotation. Le choix des engrais se portera sur les plus concentrés (moins coûteux : transport, ensachage, manutention) du type phosphate d'ammoniaque, urée, superphosphate triple... (5, 3, 16, 6).

RÉCAPITULATION

Amélioration des sols des palmeraies.

Amendements mécaniques :

- Irrigation. Drainage.
- Façons culturales : Nivellement. Planchage. Ameublissement...

Amendements physiques :

- Sable. Sols lourds asphyxiants. Sols salés.
- Argile. Sols légers.
- Calcaire. Sols sodiques imperméables (gypse).
- Humus. Fumier. Tous sols.

Assolement. Rotation de cultures :

- Cultures améliorantes alternées avec cultures épuisantes.
- Cultures successives à différents systèmes racinaires.
- Cultures nécessitant des travaux culturaux favorables au maintien d'une bonne structure du sol.

Fertilisation :

- Irrigation. Fumier.
- Azote.
- Acide phosphorique.

DETERMINATION DE LA FUMURE DANS UNE MICROEXPLOITATION SAHARIENNE

Conditions de milieu :

- Sols argilo-sableux. Capacité de rétention de 20.
- E.T.P. 1 900 mm. Irrigation de 16 000 m³/ha/an.
- Eau douce : moins de 2,5 g de sels par litre.

Nous prendrons comme exemple une unité phœnicicole familiale type de 1 ha 14 a, où le sens de la rotation et la répartition des cultures seront comme suit :

Luzerne (36 a). Céréales d'hiver. Céréales d'été (36 a). Potager d'hiver. Potager d'été (6 a). Henné (36 a).

Les palmiers dattiers sont plantés au carré à 10 mètres en tous sens.

Un élevage mixte bovin-ovin fournit les 27 tonnes de fumier nécessaire à la mise en place des cultures et à la fumure d'entretien du palmier dattier.

Deux niveaux à fertiliser

— Niveau supérieur : 0 à 0,40 m : exploité par les légumes, les céréales, le henné, la luzerne. Bien qu'une partie de leurs racines iront plus profondément.

(*) De nombreux auteurs ont déterminé les exportations des cultures selon leurs rendements (Hebert-Grignac-Richard et Nelson-Gachon-Moule-Christichis et Harison...).

— Niveau profond : 0,40 à 1,10 m : développement du système racinaire puissant du palmier-dattier.

Techniques des apports fertilisants

— Sur cultures sous-jacentes : Fumure de fond : fumier, acide phosphorique.

Fumure de couverture : azote aux moments cruciaux végétatifs « levée », Tallage et montaison des céréales, départ de végétation du henné, après les coupes de henné et du sorgho... Une partie importante de l'azote sera libérée progressivement dans le profil par le fumier.

Nous n'épandrons pas d'engrais potassiques, le sol et les eaux en étant bien pourvu et le fumier en apportant des quantités importantes.

— Sur palmier dattier : Le phosphore ne migre pratiquement pas dans le profil ; nous l'amènerons à l'aide de tranchées au niveau du système racinaire du palmier dattier. Nous ferons de même pour le fumier (consommé rapidement en surface et dont l'humus migre lentement) qui sera appliqué avec les engrais phosphatés, ce qui favorisera la formation d'humus phosphatés très assimilables par les plantes (ralentissement de la dégradation des phosphates). L'azote sur palmier-dattier ne sera utilisé que si la culture sous-jacente n'en reçoit pas comme par exemple la luzerne. Dans les autres cas, l'azote circulant aisément dans le profil, une partie suffisante appliquée sur cultures associées migrera en profondeur au profit du palmier dattier. Les doses d'azote appliquées sur cultures sous-jacentes pourront être calculées plus largement car la présence du réseau dense des racines du palmier dattier élimine les risques de grosses pertes par infiltration (4, 5, 15, 22, 33) (Tab. 14).

Besoins en fumier des cultures de la microexploitation phœnicicole

114 palmiers dattiers recevront	2 280 t
6 ares luzernes à 80 t/ha ..	4 800 t
6 ares henné à 80 t/ha	4 800 t
6 ares potager à 60 t/ha...	3 600 t
36 ares céréales à 30 t/ha...	10 800 t
	<hr/>
	26 280 t

(Tabl. 15).

Nota : Le palmier dattier reçoit en fumure propre 2 000 kg de fumier par hectare et un équilibre minéral de 0, 20, 0 (total : 16, 23, 22).

* *

La conservation des sols en zone phœnicicole saharienne et bordurières du Sahara est conditionnée par la nécessité d'exploiter plus intensivement la palmeraie afin de faire accéder les populations à un niveau de vie convenable. Tous les gouvernements des régions sahariennes font un effort dans le domaine de l'hydraulique et l'on peut espérer que de plus en plus les palmeraies couvriront leurs besoins en eau. L'eau, principal facteur de la production,

Fertilisation sur la microexploitation phœnicicole

Cultures	Fumier (t/ha)	Fumure minérale de complément (unités/ha)			Observations
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Luzerne (Mise en place (Entretien	80 t	0 0	400 0	0 0	Rotation sur 6 ans
Henné (Mise en place (Entretien	80 t	0 120	400 0	0 0	idem
Légumes	30 t × 2	0	300	0	Légumes hiver-été
Blé	0	80	60	0	Céréales d'hiver
Sorgho F.	30 t	80	40	0	Céréales d'été
Palmier dattier	2 t	0	20	0	70-20-0 luzerne 20-20-0 henné



BIBLIOGRAPHIE

- (1) ARNON (I.). — Crop production in Dry regions. Londres, 1972.
- (2) BRYSSINE (G.) et CHEROTSKY. — Relation entre salure et sol. Congrès A.F.N.A., Tunis, 1951.
- (3) BRYSSINE. — Fertilité naturelle du sol et efficacité des engrais. Al Awamia, 1962, 1, 2.
- (4) BRYSSINE (I.) et TOUTAIN (G.). — Étude des sols des palmeraies. 1. Évolution d'un sol de palmeraie par la culture et la fumure. Al Awamia, 1970, 35.
- (5) BOUZOUBA-Michel- et TOUTAIN. — Contribution à l'étude de la fertilité des sols en palmeraies marocaines et de la fertilisation des cultures associées. Al Awamia, 35.
- (6) CHANCRIN (J.) et GUERILLOT. — Encyclopédie des connaissances agricoles. Paris, Chimie agricole.
- (7) COINTEPAS (J.-P.). — Résultats d'un essai d'irrigation à l'eau salée en Tunisie. Trans 8th Int. Congr. on Soil Science Bucharest, 1964, vol. II, pp. 793-802.
- (8) DUBIEF (1963). — Le climat au Sahara.
- (9) DURAND (J. H.) et DUTHIL (1968). — Les sols irrigables. Alger.
- (10) FURR (J. R.) and ARMSTRONG (W. W.). — Quality of Deglet Noor Dates-Influence of Irrigation and Fertilization on Growth, Yield and. April 26, 1958.
- (11) FURR (J. R.) and ARMSTRONG (W. W. Jr.). — The influence of heavy irrigation and fertilization on growth, yield and fruit quality of deglet noor dates. Date Grower's Inst. Rpt., 1958, 35, 22-24.
- (12) HÉBERT. — Croissance et développement des plantes, besoins en éléments nutritifs. B.T.I., 1968, 231.
- (13) MONCIERO (A.). — Notes sur la Palmier dattier. *Annales de l'I.N.A.A.*, Alger, t. VIII, fasc. 4, août 1954.
- (14) Rapports annuels de dattes Grower's Institute-Coachella Valley Californie, 1941 à 1969.
- (15) RODRIQUE-TOUTAIN. — Le complexe phœnicicole maghrébin. 1. Étude des unités phœnicicoles de la Vallée du Drâa. Al Awamia, 1970, 35.
- (16) Dossiers des essais culturaux des stations expérimentales de Zagora, Achouria, Rissani, Ksar-Es-Souk.
- (17) TOUTAIN (G.). — Le Tidikelt et ses problèmes D.S.A.-Oasis, Algérie, 1961.
- (18) TOUTAIN (G.). — Les centres de cultures du Hoggar. D.S.A.-Oasis, Algérie, 1962.
- (19) TOUTAIN (G.). — L'agriculture à El Golea. D.S.A.-Oasis, Algérie, 1963.
- (20) TOUTAIN (G.). — Le palmier dattier culture et production, Al Awamia, 1967, 25.
- (21) TOUTAIN (G.). — Sur une évolution économique de la vallée du Drâa. C.H.E.A.M.-Paris, 1971.
- (22) TOUTAIN (G.) et BACHRA-LOUCHAI. — Le complexe phœnicicole Maghrebin. 2. L'unité phœnicicole familiale expérimentale de Zagora. Al Awamia, 1973.
- (23) TOUTAIN (G.). — Reconstitution de la palmeraie bayoudée. Al Awamia, 1972. Rabat.

Bilan de la fertilisation sur la microexploitation phœnicicole

Cultures	Consommation moyenne annuelle des cultures		Minérale	Fumure annuelle sur rotation	
	Azote	Acide phosphorique		Azote	Acide phosphorique
36 a de henné	40	15	140-400-0	44,4	24
36 a de luzerne	(Pm)	65	0-400-0	0	24
36 a de blé	48	27	70- 60-0	25,0	26,6
36 a de sorgho	47	20	80- 40-0	28,8	14,4
6 a de potager d'hiver	6	2	0- 40-0		2,4
6 a de potager été	7	9	20-260-0	7,2	15,6
	148	138	24 t fumier	192,0	36,0
		Azote disponible pour les palmiers 105,4		297,4	143,0

est un moyen qu'il faut savoir utiliser et la conservation des sols est l'instrument le plus sûr pour son emploi rationnel au profit des cultures. C'est pour cela que nous avons insisté sur les diverses améliorations du sol concernant sa texture, sa structure, ses propriétés chimiques et biologiques pour aboutir aux problèmes de sa fertilisation.

L'exemple d'application d'une fumure sur une microexploitation phœnicicole saharienne tient compte de résultats d'expérimentations globales réalisées sur plusieurs années dans des palmeraies situées sur les 29°, 30° et 31° parallèles de latitude de Nord.

Si l'on désire obtenir des palmeraies à haute productivité il faut veiller sans cesse au maintien et à l'augmentation de la fertilité de leurs sols.

