



ONAGRI
TUNISIE

MICROFICHE N°

10711

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

Observatoire National de l'Agriculture
30, Rue Alain Savary - 1002 Tunis

المركز الوطني للزراعة
30 شارع آلان سافاري - 1002 تونس

F

1

ES 317

INSTITUT DES RECHERCHES AGRICOLES

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES SOLS



la fertilité des sols en Tunisie
(concept et problématique)

Hedi Hammami, Amor M'hamet

2001

République Tunisienne
Ministère de l'Agriculture
Direction des Sols



LA FERTILITE DES SOLS EN TUNISIE

(CONCEPT ET PROBLEMATIQUE)

Hédi Hamrouni, Amel M. TIMET

Direction des Sols

Juin 2001

SOMMAIRE

	Page
Introduction	
1- Problématique	1
2- Cadre général de l'évolution des sols en Tunisie	5
3- Principaux problèmes de fertilité des sols en Tunisie	7
4- Conclusion	13
a. A l'échelle régional	13
b. Problématique de l'établissement des normes	13
Références bibliographiques	
Annexes	

خلاصة

تتكون الأراضي تاريخيا تحت تأثير العوامل المناخية والبيولوجية ونوعية الصخرة الأم، وطبيعيا أن تتفاعل هذه العوامل بفرز أرض ذات خاصيات فيزيائية، كيميائية وبيولوجية مختلفة.

تعرف خصوبة التربة حسب ثلاث مناهج و تصورات : تصور كيميائي، تصور بيولوجي وتصور زراعي ويمثل التصور الأخير لخصوبة التربة قابليتها لإنتاج كميات منتظمة من المنتوج بجودة محددة وبصفة مستقيمة.

ولدراسة إشكاليات خصوبة التربة بالبلاد التونسية وقع تبني هذا التصور والذي يتكون من أربع عناصر (عناصر فيزيائي، كيميائي، بيولوجي وزراعي). وهذا الأخير هو تفاعل بين العناصر الثلاثة الأولى).

وتهدف هذه الدراسة معرفة إشكاليات خصوبة التربة التونسية حسب هذا المفهوم، وذلك انطلاقا من التكوين الأصلي للتربة وتغير خاصياتها حسب المناطق البيومناخية.

ففي الشمال أين توجد الأراضي الحامضة فإن ضعف الصخرة الأم وحمضية الدبال (humus) جعلت من هذه الأراضي ضعيفة الخصوبة خصوصا من مادة الأروت ولكن التسميد الفسفوري والبوتاس لا يمثل إشكالا نظرا لخفض رقم التفاعل إلى مستوى تجعل هذه العناصر في شكل و مستوى من الذوبان يسهل إبتصاصها من قبل النباتات.

أما المناطق المتواجدة بين 350 مم و 500 مم/سنة فإن إشكالية الخصوبة مرتبطة بالأساس برقم التفاعل (pH) المرتفع والمرتبط هو أيضا بالترسبات الكلسية التي شهدتها هذه الجهات عبر العصور الجيولوجية (تواجد الفسفور في شكل غير ذائب ومرتبط بالكالسيوم وكذلك العناصر الصغرى (الحديد - النحاس - المنغنيز).

أما في المناطق الجافة، فالمخزون من المواد العضوية والمعدنية ضعيف، وتسميد هذه الأراضي تحت نظام زراعي مطري يتعرض للجفاف المناخي، أما ري هذه الأراضي بصفة غير رشيدة تجعل الدبال (humus) يذوب بصفة سريعة وينتج عنه ضعف مفاجيء لخصوبة هذه الأراضي.

إن معرفة إشكاليات خصوبة التربة حسب نوعيتها وتغير المناخ تساعد على فهم
النقص والعوائق وبالتالي توجيه عملية ترشيد استعمال الأسمدة حسب الخصوبة
البيومناخية والبيندولوجية لكل جهة وبالتالي تساعد في ضبط نظام مرجعي للخصوبة عامة
(référentiel de fertilité) حسب النظم الزراعية المتداولة.

INTRODUCTION

Le développement de l'agriculture tunisienne a nécessité la mise en œuvre d'une politique d'exploitation rationnelle des potentialités du milieu physique du pays et en particulier du patrimoine "sol" (Cartographie générale des régions, implantation des laboratoires régionaux)

Dans une première phase, l'effort s'est concentré sur l'inventaire des ressources en sols par la cartographie pédologique à moyenne et petite échelle des principales zones naturelles, ce qui a débouché effectivement sur la délimitation des différentes catégories de sols. Cette cartographie permet déjà de connaître assez bien les potentialités de chaque type de sol dans son contexte climatique et régional.

C'est ainsi que l'extension de l'arboriculture, la création des périmètres irrigués, la stratégie de conservation des eaux et des sols et la mise en défens des zones forestières et pastorales ont été réalisées sur cette base. Cependant, en face à la nécessité d'accroître la productivité de ces terres, le besoin se fait pressant pour mieux connaître leur niveau de fertilité, afin d'apporter les corrections les plus adéquates (travail du sol, irrigation, apport d'engrais, etc.) et de mieux appréhender le problème de fertilisation pour différentes cultures sous divers régimes hydriques et à différents niveaux d'intensification.

C'est dans ce cadre que le Ministère de l'Agriculture a créé un réseau de laboratoires régionaux d'analyse des sols, des eaux et des plantes (plus de 13 laboratoires), afin d'aider les agriculteurs et les promoteurs des projets de mise en valeur agricole à mieux expérimenter leurs sols en vue d'un bon choix des cultures qui s'adaptent à ses caractéristiques physiques et chimiques. En plus des laboratoires des sciences sols des institutions de recherches agronomiques, ce contributeur aura à mieux connaître les potentialités de nos terres et à mieux les gérer.

1- Problématique

Chaque zone écologique est caractérisée par une potentialité théorique (P.T.) de production de matière végétale. Cette potentialité théorique est rarement atteinte dans la nature ou dans la pratique agricole. Plusieurs contraintes (sol, climat, actions Humaine etc...) peuvent isolément ou combinées réduire la productivité biologique du milieu.

Cependant, sur champs de culture ou dans les milieux contrôlés, on tend à atteindre, moyennant tout l'arsenal technologique agricole, des potentialités réel (P.R.) compatibles avec les intérêts économiques de production. Ces P.R. sont évidemment inférieures aux P.T.

Dans les régions arides et semi-arides comme la Tunisie (Mhamdi, 1999), le facteur limitant les potentialités réalisables en cultures pérennes est l'eau. Viens en second lieu l'aptitude originelle du sol à nourrir correctement et durablement les cultures. On utilise alors le concept de **Fertilité des sols** pour désigner leur aptitude à produire des récoltes plus ou moins abondantes.

MITCHELL (1954) a proposé une définition de la fertilité qui traduit le mieux possible les différentes tendances actuelles à savoir : " la fertilité d'un sol peut être définie selon trois concepts "

- un concept d'ordre chimique
- un concept d'ordre écologique
- un concept d'ordre agronomique

- * Le concept chimique : la fertilité est appréciée par le niveau de richesse chimique du sol en éléments facilement assimilable par les cultures. Cette richesse est appréciée au laboratoire par des analyses chimiques conventionnelles.
- * Le concept écologique : la fertilité du sol est confondue avec sa productivité naturelle dans son contexte physique.

- Le concept agronomique : la fertilité d'un sol est son aptitude à produire sous un régime hydrique et dans un mode d'exploitation déterminée, des quantités de récoltes régulières d'une certaine qualité et pendant plusieurs années.

Pour pouvoir soulever la problématique de la fertilité des sols en Tunisie, nous avons adopté ce dernier concept. Il comprend quatre composantes :

- Composante physique : Elle est déterminée par l'organisation des constituants élémentaires de la couche arable et son volume : le développement du système racinaire, la dynamique de l'eau et l'aération du sol en dépendent étroitement.
- Composante chimique : elle est déterminée par la plus ou moins grande disponibilité des éléments nutritifs dans la rhizosphère (environnement nourricier des racines).
- Composante biologique : elle est appréciée par l'activité biologique du sol (dynamique microbienne) qui assure le recyclage de la matière organique et minérale et participe à l'organisation des constituants élémentaires. Elle agit donc directement sur les deux premières composantes.
- Composante culturale : les trois composantes précédentes sont gérées par les techniques culturales, soit positivement (en les améliorant) soit négativement (en les dégradant). Dans la figure 1 qui schématise les interactions entre les quatre composantes, on note la fonction centrale de la composante biologique.

Le tableau 1 résume les paramètres définissant ces quatre composantes de fertilité

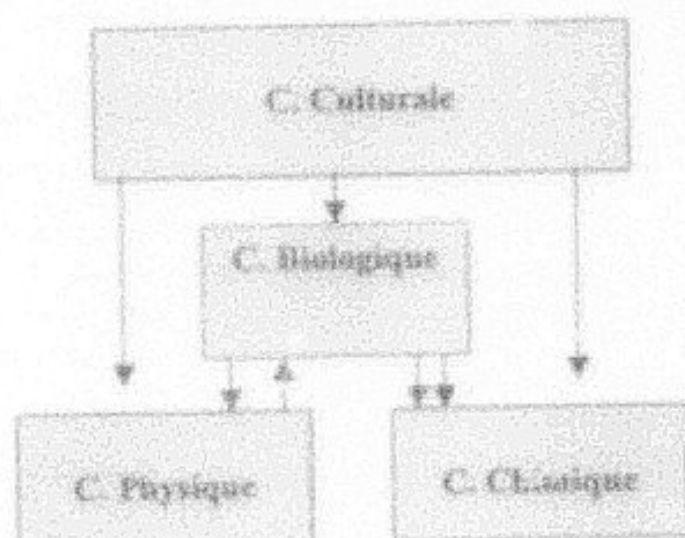


Fig. 1 Les composantes de la fertilité

Tableau 1

Principaux Paramètres de la Fertilité des Sols

Composantes	Paramètres	Propriétés
Physique	Texture Structure Profondeur utile	Porosité - Aération Rétention de l'eau Erosionnement Volume d'eau utile et d'éléments nutritifs
Chimique	pH, Conductivité électrique, CEC, P ₂ O ₅ , K ₂ O, S/T %	Disponibilité des éléments nutritifs et réserves minérales
Biologique	Carbone total, Azote total Carbone minéralisable	Richesse potentielle
Culturelle	Régime hydrique (en sec. en irrigué) Rotation, restitution organique	Régime de mobilisation des réserves minérales

2- Cadre général de l'évolution des sols de Tunisie.

La répartition des types de sols en Tunisie est due aux conditions du relief qui commandent les processus et l'évolution des sols (Carte pédologique, in Mhamet, 1987) (Voir fig. 2).

LEGENDES :

Évolution

- 1 - Brumification et lessivage des argiles
- 2 - Fermentation - decarboxylation et libération du fer
- 3 - Verticillisation - engorgement temporaire de matière « très argileuse »
- 4 - Calcinophilie - sécheresse du sol en calcium - influence de ce cation sur les propriétés physico-chimiques et le climatisme du sol
- 5 - Enrichissement - incorporation profonde de la matière organique dans le profil dans un contexte semi-aride
- 6 - Salinisation-sodatisation - enrichissement du sol en sels solubles et sodatation du complexe d'échange

Écotypes

- A - Sols acides, légers en surface, hydromorphes en profondeur, appauvris en argiles, azote, phosphore et potasse et partiellement de sulfate (généralement au Nord de la Tunisie)
- B - Sols neutres ou légèrement alcalins, CEC moyenne, un peu ou pas calcare, riche en matière organique, azote et potasse, profondeurs moyennes
- C - Sols argileux, s'engorgent en eaux en hiver, la CEC est élevée, riche en calcium, le pH est alcalin, complexe saturé, riche en azote et potasse, profond
- D - Sols à texture variable, riche en calcium, CEC variable, complexe saturé par le calcium, sèches variables, profondeurs variable selon position topographique
- E - Sols à texture grossière, riches en calcium et / ou en gypse, CEC faible, pauvre en matière organique, profondeurs variable, sols salés dans les zones basses (Tunisie méridionale)

Le type et l'intensité de la pédogenèse. Si on rappelle la première découverte de pédologues le milieu engendre des processus de pédogenèse qui à leur tour confèrent au sol ses propriétés.



L'examen de la répartition géographique des sols en Tunisie facilitera la compréhension des problèmes de la fertilité des sols. La figure 2 schématise la variation des facteurs du milieu et la pédogenèse qui en découle selon un transect Nord-Sud.

A l'échelle régionale et locale, le 4^{ème} facteur de la pédogenèse est la topographie qui commande la distribution spatiale des sols et leurs problèmes de fertilité.

- Le compartiment élevé en pente forte a souvent subi l'érosion mécanique et chimique et perde une fraction importante des eaux pluviales par ruissellement. Les Sols sont donc peu profonds et secs.
- Le compartiment de piedmont en pente faible est occupé par des sols de profondeur moyenne à élevée. Le bilan de matière est équilibré - Sols bien drainés.
- Le compartiment bas est occupé par des sols profonds généralement mal drainés. Le bilan de matière est excédentaire.

L'effet de la topographie est assuré par l'hydrologie de surface et le drainage vertical.

3- Les principaux problèmes de fertilité des Sols de Tunisie

Par définition, il y a un problème de fertilité dans un sol quand une ou plus de composantes de la fertilité constitue un facteur limitant les potentialités réalisables (P.R.). Ce problème peut être simple. Mais souvent il est complexe compte-tenu des interactions entre les contraintes.

1.1 Cas des sols acides (au Nord)

- Composante physique : les horizons de surface très filtrants et l'existence d'un substratum ou d'un horizon plus argileux peu profond sont à l'origine d'une hydromorphie temporaire (nappe perchée pendant la saison humide).
- Composante biologique : l'humus forestier de ces sols a tendance à être acide (mull acide, moder, rarement xénomor) et à C/N relativement élevé. L'activité biologique y est faible à modérée et l'hydromorphie temporaire limite l'extension racinaire et aboutit la formation de substances toxiques et la réduction de l'azote nitrifié.
- Composante chimique : la pauvreté originelle de roche-mère (grès) en bases, en minéraux argileux ou apatitiques et l'excès de percolation de l'eau pluviale à travers le profil, ainsi que l'acidité de l'humus formé, font que ces sols sont très pauvres en azote, potassium et phosphore.
- Les sols formés sur des colluvions argilo-gréseuses peuvent être moyennement peuvrés en potasse (K_2O). Les argiles Oligocènes non calcarees du type illitique libèrent progressivement le potassium (K) par acidolyse. Aussi par recyclage biologique, la matière organique de la surface du sol restitue à ce dernier les bases qu'elle contient. Il s'agit donc de sol très pauvre qui méritent une attention particulière pour améliorer leur statut de fertilité, d'autant plus qu'ils se prêtent à une fertilisation potassique et phosphatée aisée. Même le recours au phosphate tricalcique naturel s'est avéré efficace sur la productivité des prairies. Quant à la fertilisation azotée, elle y est plus difficile à réussir compte-tenu des risques de perte d'azote nitrifié par percolation.
- Finalement, dans ces sols il n'y a pas de carence en oligo-élément en dehors de celle du molybdène (Mo).
- Composante culturale : ces sols sont originellement forestiers généralement en pente et l'action anthropique a provoqué leur dégradation.

3-2 Cas des sols ferrallitiques (rouges méditerranéens), des sols isohumiques marrons et des sols calcimagnésiques décarbonatés (bruns calciques)

Formés généralement sur des roches-mères calcaires sous 500 à 600 mm de pluie/an et sous une forêt xérophile, ils sont peu ou pas calcaire. Le calcaire évacué des horizons de surface est selon le cas, soit éliminé en dehors du profil, soit accumulé sous forme sous forme d'horizon calcaire à la base du profil.

- Composante physique : situés généralement sur les piémonts, ils sont moyennement profonds, bien drainés. Ils n'ont donc pas de contraintes physiques.
- Composante biologique : Pas de contrainte. Ces sols contiennent 2 à 3% de matière organique bien décomposée à turn-over rapide.
- Composante chimique : N'étant pas calcaire, leur pH est neutre ou légèrement acide. Leur richesse en matière organique leur confère un bon régime azoté, malgré une perte assez importante de nitrates pendant la saison humide. Cette perte est fonction des techniques culturales adoptées, de l'assolement et de la culture. Ils ne sont pas riches en phosphore, mais leur fertilisation en cet élément ne pose pratiquement pas de problèmes de retrogradation. L'utilisation des engrais superphosphatés y est très efficace. De même ces sols de texture généralement argilo-limoneuse ou limono-argileuse ou équilibré sont suffisamment pourvus en potassium échangeable (200-300 ppm), leur capacité d'échange cationique moyenne à élevée (30 à 40 meq/100g) et le problème de carence en oligo-éléments ne s'y pose qu'en culture intensive.
- Composante culturale : Le mode d'exploitation de ces sols mobilise plus ou moins rapidement leur fertilité chimique potentielle. En particulier, l'absence de restitution de matière organique à ces sols longtemps cultivés en céréales en assolement comportant des jachères travaillées, n'a pas tardé à provoquer des manifestations d'appauvrissement chute régulière des rendements. Ce problème est assez général pour tous les sols ayant subi le même traitement dès le début de ce siècle.

3.3 Problèmes de fertilité des sols apparentes aux vertisols

Ses sols sont développés sur des affluents et effluents calcaires, dans les plaines et les vallées du sub-humide et du semi-aride.

- **Composante physique** : leur texture argileuse, leur position topographique basse et la nature gonflante de leurs minéraux leur confèrent des propriétés physiques défectueuses, régime hydrique caractéristique comportant une phase d'engorgement temporaire pendant la saison humide et une phase de dessiccation prononcée pendant la saison sèche. Ceci réduit la pénétration racinaire dans la masse des éléments structuraux très compacts.
- **Composante biologique** : Leur teneur en matière organique est variable, mais oscille entre 1 à 2%. Le régime azoté y dépend de la composante culturale, mais l'engorgement temporaire qui affecte ces sols provoque une réduction des nitrates pendant l'hiver et le début du printemps.
- **Composante chimique** : En plus d'une teneur en matière organique relativement élevée, ces sols ont une capacité d'échange cationique élevée ($> 30 \text{ meq}/100\text{g}$) et une teneur élevée en potassium échangeable ($> 20 \text{ meq}/100\text{g}$). Mais le régime hydrique mentionné plus haut, provoque une ouverture des feuillets des minéraux argileux lors de la phase de gonflement pendant la saison humide à pour conséquence un accroissement du pouvoir de fixation du K ajouté sous forme d'engrais. Ces sols peuvent avoir une forte teneur en calcium totale et actif. Il s'en suit un pH élevé, généralement supérieure à 7.5 et même plus, pouvant atteindre 8.5. Cela ne manque pas d'avoir un impact sur la dynamique des phosphates dans ces sols. La déficience de ces sols en phosphate a été mise en évidence dès les années 1894 et 1899 (sur la vigne et l'orge où il y a eu un effet positif des engrais phosphatés). D'autres travaux de recherches menés en Tunisie sur la dynamique du phosphate en sols calcaires ont mis en évidence le phénomène de rétrogradation des phosphates et son évolution vers des formes insolubles non assimilables par les cultures. Cela a rendu dans la fertilisation phosphatée des sols calcaires un problème et le recours aux solutions biologiques permet de résoudre, du moins partiellement ce problème (fumier, assolement, enrichissement des sols en matières

végétaux) pour les cultures extensives. D'un autre côté, ces sols argileux ont un régime azote lié à la teneur en humus. La dynamique de l'azote minérale s'est révélée tributaire de la composante culturale de la fertilité. A titre d'exemple, la jachère travaillée provoque une intensification de la minéralisation et une perte d'azote pouvant atteindre 280 kg/ha/an. D'ailleurs cela n'a pas manqué de se traduire par une chute régulière de rendement et ceci est dû à un épuisement progressif du stock d'humus à raison de 1 à 1,5% par an selon le mode de gestion des terres. La suppression de la jachère dans les régions relativement pluvieuses, son remplacement par une légumineuse fourragère dans les zones semi-aride et le développement des engrais verts ont permis de corriger tant bien que mal la situation, avec une restitution minérale des éléments chimiques exportés par les récoltes. Cependant l'apport de la matière organique s'est avérée la plus efficace tant sur le bilan humique des sols que sur les rendements.

- **Composante culturale** : Le mode de gestion de ces sols détermine le sens d'évolution globale de la fertilisation des sols. Les rotations des cultures, le travail du sol et les engrais chimiques conditionnent en particulier l'évolution du régime azote des sols.

1.4 Cas des sols calcimorphes

Ces sols ont une large extension dans le pays. Ils occupent généralement des positions topographiques favorables à l'écoulement hydrique et ils présentent souvent une accumulation calcaire.

- **Composante physique** : bonnes propriétés physiques. Cependant ils sont peu profonds et physiologiquement secs.
- **Composante chimique** : pH élevé et richesse en calcaire actif font que la minéralisation de l'azote est lente, le phosphore assimilable subit rapidement une rétrogradation comme dans le cas des sols siliceux calcaires. Quant à la potasse sa dynamique dépend du type et la teneur du sol en argile. Aussi bien dans ces sols que dans tous les autres à pH élevé et

riche en calcaire actif, le problème des carences en oligo-éléments (Fe, Zn, Cu, Mn...) se pose avec acuité.

3-5 Cas des sols enrichis à xébo-désertique du centre et du sud

- Composante physique : très bonne, texture sablonneuse à sablo-limoneuse, bon drainage, une bonne aération.
- Composante biologique : peu riche en matière organique. Minéralisation accélérée au printemps.
- Composante chimique : relativement pauvre. Faible en Azote, Phosphore et la potasse. Moyenne en CEC (≈ 15 meq/100g).
- Composante culturale : le dry-farming accélère la minéralisation de la matière organique et la libération des éléments azote, phosphore et potasse. Leur fertilisation est problématique vue l'aridité du climat. L'irrigation de ces sols fait fondre rapidement le stock initial de l'humus et dégrade les propriétés physiques s'il n'y a pas de restitution de la matière organique.

3-6 Cas des sols salins

L'accumulation des sels solubles (essentiellement des chlorures) dans un sol, affecte ses composantes physiques, chimiques et biologiques de la fertilité.

3-7 Cas des sols désertiques : Sols sableux

Les composantes de la fertilité sont contraignantes (sols minéraux bruts). En effet, la mise en culture de ces sols ne peut se faire qu'en irrigué et par une reconstitution artificielle de la terre par apport de la matière organique.

4- Conclusion

A travers l'analyse de la distribution géographique des problèmes de fertilité des sols de Tunisie (Travaux de Inani, Zaier, Hamrouni, Khouri, M'hiri, et M'hamet), nous pouvons retenir les points suivants :

1- A l'échelle régionale

- Dans le Nord : Les sols acides forestiers posent des problèmes spécifiques de fertilité. Pauvreté originelle de la roche mère, l'humus acide et la pédogenèse rendent ces sols très pauvres. Leur fertilisation phosphatée et potassique est aisée. L'apport de l'azote minéral se heurte à des risques de perte par percolation.
- Dans les zones de 350-550 mm/an, les problèmes de fertilité de sols sont liés au pH élevé à l'excès du calcaire et à la minéralisation excessive de la matière organique et plus en plus accélérée par les techniques culturales. La rétrogradation des phosphates, l'immobilisation des oligo-éléments et le bilan azote constituent donc les contraintes à lever.
- Dans les zones des régions arides, les sols sont de fait : réserves minérales et leur fertilisation en culture pluviale se heurte à l'aridité climatique. Soumis à l'irrigation, ces sols voient leur humus fondre très rapidement, entraînant leur appauvrissement brutal.
- Quant aux sols sableux désertiques, leur mise en valeur par l'irrigation passe nécessairement par leur conditionnement physique et leur fertilisation chimique.

2- Problématique d'établissement des normes

Il y a deux approches pour mettre au point un conseil de fumure :

- La méthode des courbes de réponse : on applique plusieurs doses d'engrais sur une parcelle selon un dispositif expérimental plus ou moins complexe et on détermine la dose optimale selon la réponse de la culture. Dans ce type d'expérimentation, on

considère l'ensemble "Sol - végétal" comme une boîte noire. On ne s'intéresse qu'à ses entrées et à ses sorties. Il va sans dire que dans une telle démarche il est difficile de prendre en compte les variations entre parcelles (variations des paysages), des propriétés du sol, des disponibilités en eau (drainage fort, faible), des besoins des plantes.

La méthode de calcul par bilan. Le principe repose sur la confrontation de l'offre potentielle du sol et la demande de la culture. Elle nécessite l'existence simultanée d'une technologie pratique d'analyses de sol, des normes d'interprétation des analyses et des références permettant d'appliquer l'équation du bilan à la parcelle.

C'est parce que les connaissances agronomiques ne sont pas assez avancées et/ou les techniques d'analyses mal maîtrisées que la méthode des courbes de réponses au champ reste la plus employée dans de nombreux pays (surtout méditerranéens).

C'est notamment le cas de la Tunisie où les premières expérimentations de ce type sur la fertilisation dans le cas d'un assolement céréalière ont été réalisées par Capetant.

Les expérimentations entreprises depuis 1967 par l'Office des Céréales dans le cadre du projet ble, puis par la direction technique de cet office, souffrent pas en raison de l'absence d'intégration des particularités agro-pédo-climatiques et analytiques de solutions définitives recommandées à la fertilisation phosphorique et potassique des céréales et des légumineuses à grains. Elles restent donc sur ce terrain sur la même ligne que les précédentes.

Des essais menés par Truani (1971) sur les exportations des cultures de blé, de l'orge, de la betterave, du maïs et du tournesol ont permis d'établir le plan de fumure sur une

Cultures	Niveau de production	Azote (N)	P ₂ O ₅ Unité/ha	K ₂ O
Blé grain	40 q/ha	70	40	20
Paille blé	20q/ha	20	25	10
Total blé		90	65	30
ANALIQUE BLE				
Betterave à sucre				
Racines	40 T/ha	80	40	80
Feuilles et coffets	30 T/ha	100	30	100
Total betterave		180	70	180
Maïs grain	40 q/ha	50	35	20
Pailles		100	50	30
Total maïs		150	85	100
Tournesol	20 q/ha	60	40	100

Actuellement, au Ministère de l'Agriculture (Direction des Sols) et dans le cadre d'un projet de coopération avec l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) des expérimentations ont été réalisées (dans le contexte du karstien) pour établir la corrélation de la teneur de la culture de blé en fonction de la disponibilité du phosphore en vue de la mise en place selon les contextes agropédologiques analogues de la grille d'interprétation et la détermination des valeurs seuils.

• Normes adaptées aux conditions tunisiennes

Ces normes proposées par Tami et Kammberg (1971) ont été élaborées en se basant à la fois sur des cultures de blé, orge et le bled cultivées en bacs de culture dans un nombre limité de sols. La grille d'interprétation n'a de valeurs que d'orientation et elle est définie comme suit :

Classe de fertilité phosphatée	Définition	mg P_2O_5 Olsen Kg^{-1} sol
Faible	L'apport d'engrais entraîne une augmentation de rendement	< 25
Moyenne	Les réserves en phosphore suffisent pour obtenir le rendement optimal	entre 25 et 30
Élevée	Les réserves permettent un rendement optimal pour une longue durée	entre 30 et 75
Très élevée	Réserve permettant une culture irriguée intensive avec plusieurs récoltes par année. En culture moins intensive, impasse d'apport d'engrais phosphatés	> 75

Appréciation du niveau de K_2O (potasse) échangeable en fonction de la teneur en argile (méthode de l'acétate d'ammonium)

Normes proposées par Tami et Kammberg (1971)

Groupes	Indices	Sols légers à moyens : 15% d'argile	Sols moyens à lourds : 20% d'argile
		K_2O en ppm	
Niveau faible	+	0-60	0-100
Niveau moyen	++	60-120	100-200
Niveau élevé	+++	120-180	200-300
Niveau très élevé	++++	> 180	> 300

Des études sur des sols représentatifs des principales unités pédologiques de la région Ouest du Cap Bon (quatre types de sols d'une même topo-séquence), mais se distinguant les uns des autres par plusieurs propriétés ont contribué à l'appréciation de la fertilité des sols par l'emploi d'un « modèle de fiche de fertilité ». Cette fiche regroupe les facteurs les plus importants pour la caractérisation de la fertilité. Elle comporte trois parties :

- Une partie ayant trait à la connaissance du milieu naturel et de la morphologie des sols.
- Une partie groupant les résultats des analyses physiques et chimiques.
- Une partie comportant une série de tests biologiques.

Sur la même fiche, nous pouvons porter des observations et des appréciations de la fertilité du sol en question ainsi que les recommandations proposées (voir quelques exemples de fiches).

Les travaux d'études et de recherches menés dans le cadre du projet AIEA TUN 5/017, dans le bassin versant de Zeroud (le M'rouanais) ont montré que pour des valeurs C_p supérieures à 0.36 mg P L⁻¹ et des valeurs de P₂₀₅ - Olsen supérieures à 15 mg P₂₀₅ Olsen kg⁻¹ sol en terre sableuse, il n'y a pas d'augmentation significative de rendement en grain du blé conduit en irrigué. Ces valeurs se réduisent en terres limono-argileuses en relation avec l'augmentation de la réactivité du sol vis à vis des ions P (Hamrouni *et al.*, 2001).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Hamrouni H., M'hamet A., Zaier M., Morel C., Moutonnet P., 2001 - Acquisition de valeurs de référence pour raisonner la fertilité phosphatée de deux sols calcaires de Tunisie centrale cultivés en blé (Kairouanais). ES 316- Direction des Sols
- Khouani, A. (1986) - Contribution à l'élaboration d'une méthode d'appréciation de la fertilité des Sols. Mémoire de fin d'étude de spécialisation - INAT - Tunisie
- M'Hiri A. (1989) - Cours inédit - INAT - Tunisie
- M'hamet, A. (1999) - Atlas des sols tunisiens - Ministère de l'Agriculture
- Toani, T et Kannenberg J. (1971) - Examen des différentes méthodes de détermination du P et K assimilables dans les Sols riches en carbonates de la Tunisie et interprétation des résultats d'analyses.

ANNEXES

- 1 : Modèles de fiche de fertilité
- 2 : Les grandes unités des sols en Tunisie
- 3 : La répartition régionale des sols

FICHE DE FERTILITE

Fiche n° 11112 Laboratoire AGRICULTURE

Echelle n° 11111 Echelle 11111

Gouvernement INDONÉSIE Région INDONÉSIE

Propriétaire (nom) INDONÉSIE

Position topographique INDONÉSIE

Profil n° 11112 Date de prélèvement 11111 mois 11111 années 11111

Coordonnées Lambert 11111 11111

Étage climatique / Endoyer 11111 11111

Classification pédo 11111 11111

Occupation actuelle 11111

Mode d'exploitation actuelle 11111

Mode d'exploitation envisagée 11111

Déterminations			FERTILISANTS				Observations (facteurs limitants)
			0-10	10-20	20-30	30-40	
Caractéristiques physiques	pH	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	Bonne adaptation physique
		1%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	Sable	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
		1%	11.1	11.1	11.1	11.1	
Caractéristiques chimiques	CC (1/3 atm)	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	Bonne adaptation chimique
		1%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	P.F.R (15 atm)	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
		1%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	Conductivité élec.	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	Calcium (mg/100g)	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	pH H ₂ O	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	H ₂ O (N)	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	P. atom (mg/100g)	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	CEC au T	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	N. act (mg/100g)	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
		1%	11.1	11.1	11.1	11.1	
	S/T %	10%	11.1	11.1	11.1	11.1	
		1%	11.1	11.1	11.1	11.1	

Effet par rapport au témoin			Recommandations généralistes			
N	P	K	10	20	30	40
			10	20	30	40
N	P	K	10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
N	P	K	10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
N	P	K	10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40
			10	20	30	40

Par la suite, par l'application
des engrais

FICHE DE FERTILITE

Fiche n° 11111 Laboratoire UNIVERSITE DE L'ALGER
 Etude n° 11111 intitulée ETUDE DE FERTILITE échelle 1:1000
 Gouverneur MR. BOUMELAL Délégué MR. BOUMELAL Imada MR. BOUMELAL
 Propriétaire (nom) MR. BOUMELAL
 Position topographique montagne plaine plaine
 Profil n° 11111 Date de prélèvements pour les mois juin juillet août
 Coordonnées Lambert X 11111 Y 11111 Z 11111
 Etage climatique / Emberger étage méditerranéen / étage subhumide
 Classification pédo Cl classe 1 / classe 2 / classe 3 / classe 4 / classe 5
 Occupation actuelle arboriculture cultures annuelles
 Mode d'exploitation actuelle en sec en irrigué
 Mode d'exploitation envisagé en sec en irrigué

Determinations			Profondeurs				Observations (facteurs limitants, ...)
			0-10	10-30	30-60	60-90	
Caractéristiques physiques	Granulométrie	Argile	11.5	11.5	11.5		Propriétés mécaniques défavorables
		Limon	11.5	11.5	11.5		
		Sable	11.5	11.5	11.5		
	Porosité		11.5	11.5	11.5		
Caractéristiques chimiques	Conductivité élec.	CC (1/3 atm)	11.5	11.5	11.5		Pas de potentiel chimique que cela, la teneur en minéraux est élevée éléments le sulfate comportement physique de ce sol.
		P.F.P (1/3 atm)	11.5	11.5	11.5		
	pH H ₂ O		11.5	11.5	11.5		
			11.5	11.5	11.5		
	M.O. (%)		11.5	11.5	11.5		
			11.5	11.5	11.5		
	P. assim. (mg/100g)		11.5	11.5	11.5		
			11.5	11.5	11.5		
	CEC au T		11.5	11.5	11.5		
			11.5	11.5	11.5		
	K. ech. (meq/100g)		11.5	11.5	11.5		
			11.5	11.5	11.5		
	S/T %		11.5	11.5	11.5		
			11.5	11.5	11.5		
	Na/T %		11.5	11.5	11.5		
			11.5	11.5	11.5		

Effet par rapport au témoin			Modalités (*)				Recommandations générales
			++	+	0	-	
Tests biologiques	Réponse à la fumure	N					Ce sol est carencé en azote. Fertiliser avec bien en présence de P.
		P					
		K					
		NK					
	Interactions	NK					
		NK					
		PK					
		NPK					
(*) ++ très significatif + significatif 0 nul - négatif							

Fait les 15/5/1981 par l'ingénieur
 BOUMELAL Abdelvahed

Tableau : Estimation des grandes unités de sols et potentiel des terres arables

UNITÉ DE SOLS	Surface Totale unité (a) (ha)	Potentiel (*) des terres arables (b) (ha)	Terres arables/ surface totale %	Terres arables par rapport aux unités %
Lithosols (sols lit.)	2 196 945	-	0	0
Sols peu évolués et oléagineux régressifs (entisol, vertisol)	2 179 862	1 264 320	7.7	57.9
Sols catachéniques (vertisols)	2 395 023	1 046 400	6.3	43.6
Vertisols	710 000	473 300	1.6	66
Sols bruns avec mischelien (cambisol, fluvisol)	3 627 000	813 300	6.0	22.4
Sols rouges et châtains (cambisol)	90 354	47 600	0.1	55
Sols bruns et hydromorphes (solonch, gleyisol)	1 510 813	145 900	0.9	9
Total	12 706 527	3 792 820	21.5	-

* Le potentiel des terres arables n'a pas été calculé (10 000 ha minimum cultivable)

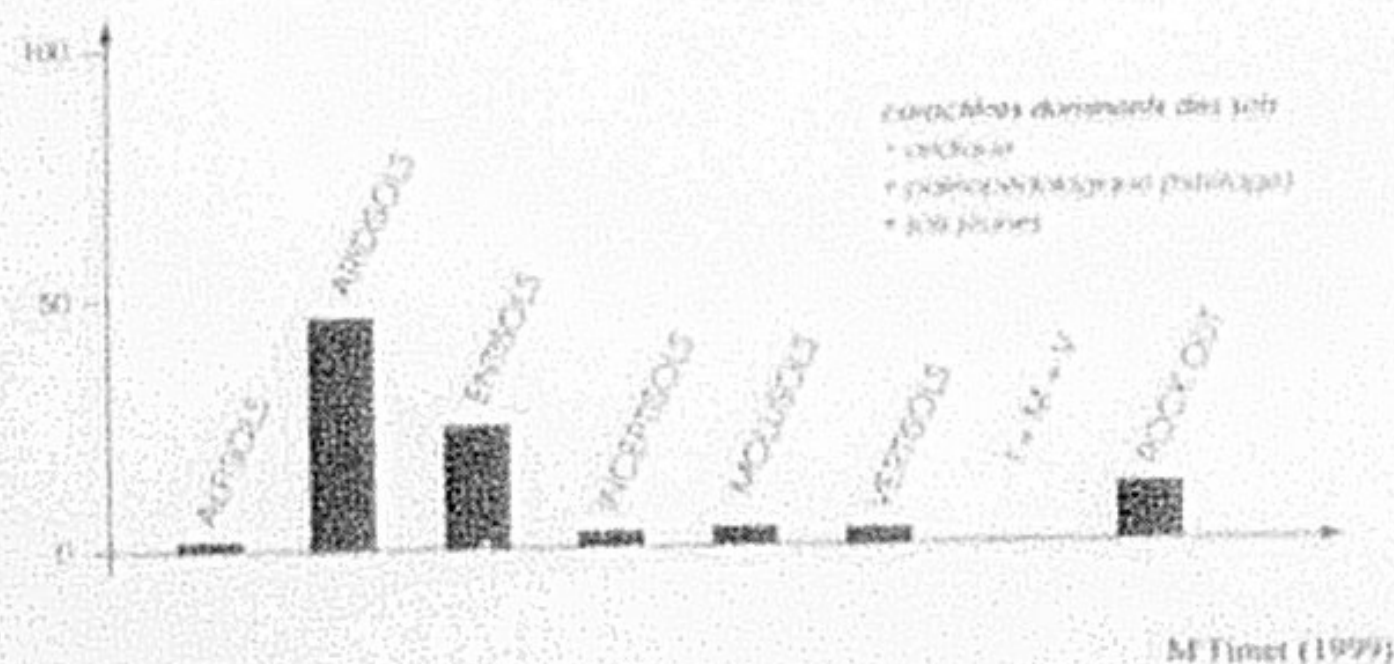


Tableau - Répartition régionale des sols de Tunisie - Synthèse

Région Occupation (ha)	REGION NORD		REGION CENTRE		REGION SUD		Total pour l'ensemble de la Tunisie	OBSERVATIONS
	Surfaces	Observations	Surfaces	Observations	Surfaces	Observations		
Superficie totale du territoire	2 807 700		3 756 700		9 850 600		16 415 000	
Superficie des terres cultivées	1 530 000	Bocaux Humide Semi-aride	2 451 000	La plus grande de Fertile cultivées 1 on sur 3	700 000	La plus grande de Fertile cultivées 1 on sur 4	4 711 000	29% du total dont 675 000 forêts
Superficie des forêts et parcours forestiers	420 000		380 000		70 000		870 000	
Superficie de la steppe à arborescences	474 000		457 000		49 000		970 000	
Superficie des terres de parcours	256 000		400 000		33 000		689 000	
	166 000		379 000		2 800 000		3 345 000	parcours forestiers 29%
Superficie totale des terres productives	2 736 000		3 620 000		5 030 000		11 416 000	
	2 170 000	24% du total	3 717 000	39% du total	3 582 000	37% du total	9 469 000	
Superficie des terres stériles (champs, sols minéraux) secs ou très secs (improductifs) Ergs - Surfaces d'altération massive (rochers) incluant dans le compte la forêt	85 253	Champs secs 1 on sur 28 000	128 420		800 000		993 673	parcours forestiers dont 180 000 ha secs
	350 000		120 000		2 200 000		2 700 000	
	431 000		228 420		1 476 327		1 946 327	
TOTAUX							5 140 000	31% du total
TERRES CULTIVÉES Potentiel agricole (compte tenu des zones devant être enquêtes après exploitation des données actuelles en eau)	200 000		300 000		50 000		550 000	
	160 000		30 000		20 000		210 000	
	166 730		111 280		32 460		310 000	2% des terres cultivées
	1 363 270		2 365 720		667 540		4 401 000	
TOTAUX	1 530 000		2 481 000		700 000		4 711 000	
Sols cultivés (sols riches) Sols cultivés à arborescences ou forêts méditerranéennes	23 000		32 000		30 450		85 450	
	25 000		32 000		32 460		122 460	29% des terres cultivées
TOTAUX	58 000		64 000		62 910		184 910	

M.T. (1999)

* Valeurs en 1953 (D.S.)

Tableau : Répartition des surfaces régionales des sols

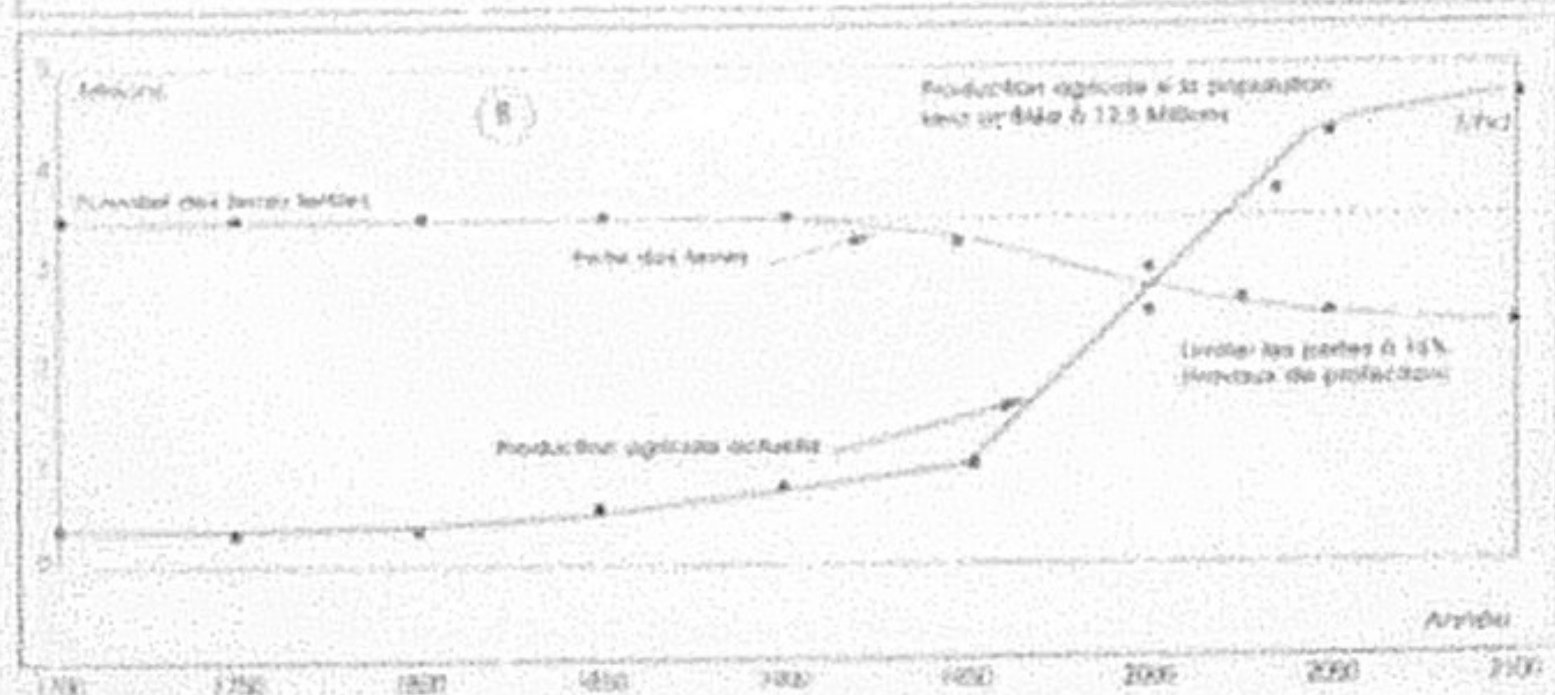
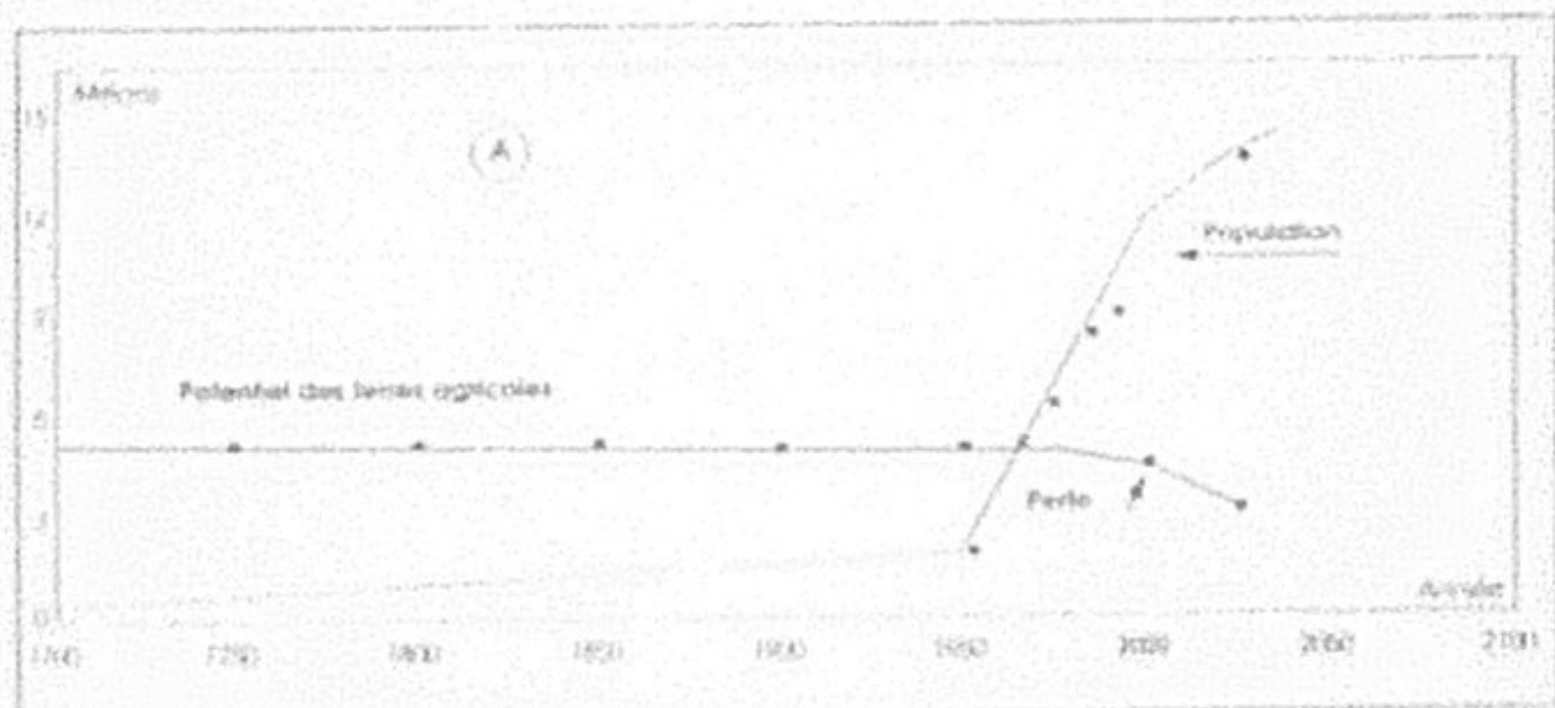
selon le système U.S.D.A.*

CLASSE	REPARTITION REGIONALE	S/ CLASSE	SUPERFICIE (10 ³ ha)	SUPERFICIE (ha)	%
ALFISOLS	Kroumie N.W et N.E.	Rhodoxeralf Haploxeralf	6,0 08,4	114.400	0.7
ARIDISOLS	Centre et Sud Localement au Nord (sols salés du Nord)	Solortids Palcorthids Gypsiorthids Calcorthids Camborthids	1181,6 1177,3 2510,0 1492,0 446,6	6.807.100	41,5
ENTISOLS	Toutes régions et essentiellement au Sud	Xerorthents Torriorthents Torrifluvents Torripsoments Xeropsoments	1012,6 51,0 329,6 3445,0 21,3	4.859.500	29,5
INCEPTISOLS	Tunisie Septentrionale	Xerochrepts	678,5	678.600	4,0
MOLISOLS	Tunisie Septentrionale	Psalmoxerols Argixerols Haploxerols Calcixerols Calcixerols	511,0 38,8 236,9 42,8 14,2	843.700	5,0
VERTISOLS	N.W. Basse Vallée de Mejerda	Chromoxerel Pellomoxers Torrierts	446,9 248,7 21,3	716.900	4,5
ROCK OUT OF CROP			2338,7	2.338.700	14,5
PLAN D'EAU (Lac Bizerte)			20,0	20	
TUNISIE	Total		16378,9	16.378.900	

* 1:1 000 000

M.Tunet (1999)

Ainsi on voit les aridisols (gypsiorthid et calciorthid) qui prédominent avec près de la moitié de la superficie, ensuite ce sont les entisols (29,5 %)
Les vertisols, incepfisols et molisols ne font que 13,5 % et sont considérés comme les meilleures terres de culture



Projections des tendances

A : Population/terres agricoles B : Production / (terres agricoles)

FIN

30

VUES