

**ESSAI METHODOLOGIQUE DE L'EVALUATION PEDO - CLIMATIQUE
DES APTITUDES CULTURALES DES TERRES D'APRES LES PRINCIPES
DE LA F.A.O. (1976). EXEMPLE POUR EL-OMARIA (W.MEDEA)**

GAOUAS A.

Institut National Agronomique
El Harrach - Alger

Résumé : L'utilisation rationnelle des ressources pédologiques, phytogénétiques et climatiques est un préalable à tout développement agricole de l'espace rural. Le but de cette contribution est d'essayer de développer une méthodologie d'évaluation des ressources naturelles (sol, climat et plante) en comparant les besoins spécifiques d'une culture céréalière (blé) aux conditions édapho-climatiques locales. Les sols de la région des Beni-Slimane ont une aptitude moyenne à bonne pour le blé. Les contraintes d'ordre essentiellement physique relevées sont dues à la topographie, la pierrosité et le taux élevé des carbonates de calcium (calcaire total). Le climat se caractérise par un déficit hydrique durant les derniers stades de développement du blé et par des risques de gelée durant les mois d'hiver.

Mots clés : Evaluation, aptitude culturelle, mise en valeur, unités cartographiques, cartes thématiques.

**SOIL AND CLIMAT SUITABILITY METHODOLOGY FOR THE LAND
USE PLANNING FAO GUIDELINES. STUDY CASE FOR EL OMARIA
(MEDEA).**

Abstract : The rational use of climatic, pedologic and plant resources is a first requisite step towards the rural landscape development. The aim of this work is to try to develop a natural resources evaluation method (soil, climat and plant) by comparing the specific requirements of cereal crop (wheat) to the local sol-climat conditions. Soils of El Omaria (Beni-Slimane) région have a moderate to good suitability for cereal growing. The soil physical limitations are owed to topography, stoniness and high CaCO₃ rate. Climat is characterized by a moisture shortage during the late wheat development stages and by a frost hazard during winter months.

Keys words : Evaluation, crop suitability, land use planning, cartographic units, thematic maps.

INTRODUCTION

L'idée de l'évaluation des sols et des terres n'est pas nouvelle. Déjà au XIIème siècle, Yahia Ibn Mohammed, cité par Johnson (1978), notait que "la première étape en agriculture est de reconnaître les sols et savoir comment différencier les bons sols des moins bons".

L'intérêt de l'évaluation des sols et des terres pour l'agriculture et pour les autres types d'utilisation connaîtra cependant un intérêt croissant durant ces trois dernières décennies. Plusieurs méthodes d'évaluation des aptitudes culturales des terres ont été mises au point (STORIE, 1933 ; KLINGEBIEL et al. 1961 ; USBR, 1951 ; BIBY et al. 1969 ; Mori et al. 1984 etc...).

C'est cependant l'organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), qui en 1976 développa un guide pour l'évaluation des terres afin d'unifier la démarche à suivre et d'encourager l'application des méthodes d'évaluation des terres dans le monde.

L'approche a été généralement bien accueillie et même, elle a été utilisée dans plusieurs études de mise en valeur par YOUNG et GOLDSMITH (1977), SYS (1985) , SHANKARNARAYAN et al. (1983), GAOUAS et NACHTERGAELE (1982).

Tout récemment, la FAO développa une série de manuels qui utilisent la même méthodologie d'approche dans plusieurs domaines agro-forestiers comme l'évaluation des terres pour l'agriculture pluviale (FAO, 1983a), l'agriculture irriguée (FAO, 1983b), la foresterie (FAO, 1984) et la méthodologie pour détermination des zones agro-écologiques (FAO, 1979).

Actuellement, il devient de plus en plus apparent que l'évaluation des sols est une étape importante dans n'importe quel programme de mise en valeur agro - sylvo - pastorale. Aussi il devient urgent d'établir, par ces méthodes d'évaluation, des classements des ressources en sol afin de définir les terres dites de qualité (prime land) dans le but de les affecter aux utilisations qui leurs conviennent et de les préserver contre tout risque ou abus.

Dans le but de déterminer les sols convenables aux cultures céréalières dans la région montagneuse d'El Omaria (Médéa), une zone-test a été choisie pour appliquer la méthodologie FAO pour l'évaluation des sols et du climat. Cette méthode fastidieuse est facilité par l'introduction de l'outil informatique.

L'évaluation du climat et des sols pour les cultures céréaléaires comme le blé d'hiver a été entreprise dans ce sens.

MATERIEL ET METHODES

1. La zone d'étude :

EL Omaria (ex Champlain) est une région vallonnée, située sur le piémont sud de l'Atlas Blidéen à l'est de Médéa. La superficie de cette zone agricole est d'environ 3316 ha (fig.1).

1.1. Le climat :

Les données climatiques de Ben Chicao (Tabl.I) situé à une trentaine de km sont prises en compte par défaut pour caractériser le climat d'El Omaria.

Tableau I. Coordonnées de la station

STATION	Latitude	Longitude	Altitude
EL OMARIA	36° 15' N	2° 55' E	950 m
BEN CHICAO	36° 12' N	2° 51' E	1129 m

La région possède un climat méditerranéen subhumide à tendance continentale et à hiver frais. La saison sèche débute à la mi-juin et s'achève à la mi-octobre. D'après TAVERNIER et al. (1975), le pédoclimat est caractérisé par un régime d'humidité xérique et un régime de température thermique. La saison de croissance théorique (FAO, 1975) de Ben Chicao s'étend sur 248 jours, avec néanmoins, 3 mois avec une température moyenne annuelle inférieure à 6,5 °C.

Tableau II : Données Climatiques de Ben Chicao

Facteurs	Jan	Feb	Mar	Avr	Mai	Jui	Jll	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
P mm	81	71	71	51	49	16	3	3	23	52	93	102
TM °C	4.6	6.2	8.4	10.9	15.7	20.9	25.6	25.8	19.5	14.6	8.5	5.7
Tx °C	7.9	10	13.1	17.1	22.3	28.5	35.0	33.3	26.7	20.3	13	8.7
Tm °C	1.3	2.4	3.7	5.8	9.1	13.2	16.2	17.2	12.3	8.9	14	13
ET mm	8.9	13.5	25.6	40.4	75.6	116	159	150	88.5	54.4	21.8	12

L'ETP est calculée d'après Thorntwaite en mm, (1948).
 TM : température moyenne ; Tx : température maximale,
 Tm : température minimale.

1.2. Les sols :

La carte pédologique d'El Omaria (Chebbani et Dissaké, 1989) fait ressortir deux grands ordres de sols, les inceptisols et les alfisols (fig.1).

Généralement les sols sont profonds et reposent soit sur un substrat marneux ou un substrat gréseux, soit sur un substrat marno-gréseux. Le drainage est excellent, car les sols ont une topographie assez inclinée. La texture dominante est sandy loam.

Les tableaux III et IV reprennent les principales caractéristiques morpho-analytiques des sols d'El Omaria. Ces sols ont une texture prédominante à tendance limoneuse, la charge caillouteuse est variable (0 à 70 %), le taux de calcaire est relativement modéré, la teneur en matières organiques est généralement faible à moyenne. Les sols de cette région ont un bon drainage, et ils sont généralement profonds. Actuellement, ces sols sont utilisés dans le cadre des systèmes céréales-jachères, et en arboriculture fruitière.

Selon la Soil Taxonomy (1975), ces sols ont un régime de température du type "thermic", et un régime hydrique du type xérique.

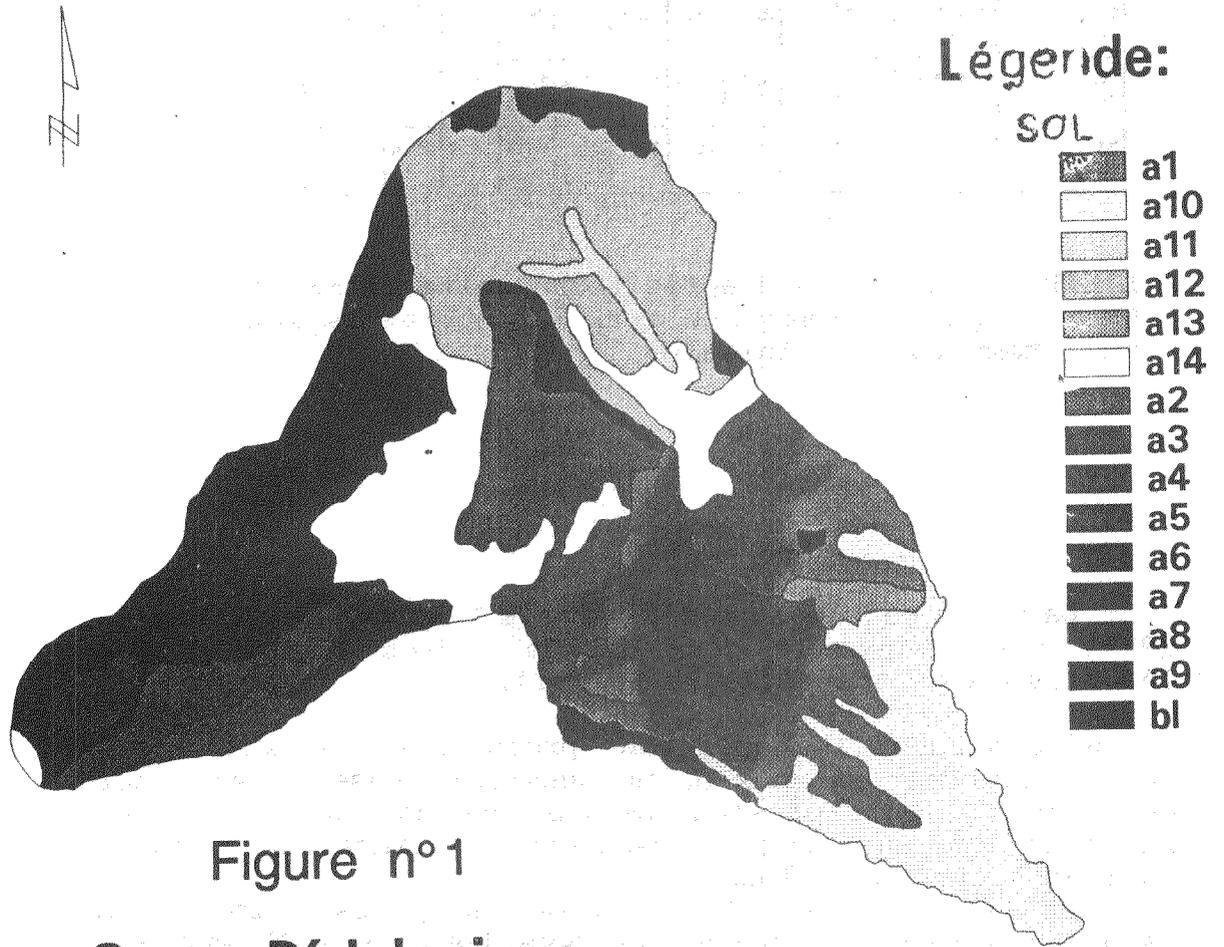


Figure n°1
Carte Pédologique
El omaria (Médéa)

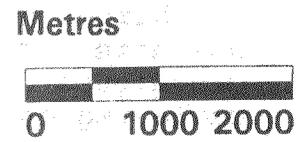


Tableau III : Les sols d'El Omaria

N° Sol	Classification Soil Taxonomy (1975)	Occupatio 4/1989	Roche-mère /substrat	Superf. ha et %
1	Vertic xerochrept, thermic loamy sand	céréales	marnes	222,30 6,7%
2	Typic palexeralf, thermic loam	jachère	marnes grès fer.	445,09 13,42%
3	Typic xerochrept, thermic fine loam	vigne	grès fer. marnes	359,65 10,84%
4	Typic xerochrept, thermic loam	vigne	grès fer.	46,46 1,4%
5	Typic xerochrept, thermic silty loam	jachère	marnes	129,30 3,89%
6	Calcixerollic xerochrept, thermic loam	céréales	grès fer. marnes	55,70 1,67%
7	Typic xerochrept, thermic loam	Forêt et maquis	grès siliceux	52,43 1,58%
8	Calcixerollic xerochrept, thermic very fine loam	jachère	marnes grès	652,09 19,66%
9	Typic xerochrept, thermic silty loam	Arbori-culture	marnes grès fer.	36,40 1,09%
10	Lithic xerorthent, thermic fine loam	maquis	conglomera grès fer.	350,66 10,57%
11	Fluventic xerochrept, thermic loam	vesce-avoine	marnes	33,81 1,02%
12	Ultic, haploxeralf, thermic loam	jachère	grès calcaire	515,10 15,53%
13	Typic xerochrept, thermic loam	Forêt et maquis	grès calcaire	37,45 1,13%
14 BL	Rock out crops (lithosol) + Bad lands			379,87 11,44%

Tableau IV : Les résultats morpho-analytiques des sols d'EL OMARIA

S O L	Hori zon	Pente %	Etat drai nage	Prof. cm	Clas. text.	Charg caill. %	CaCO3 tot. %	M.O. %	CEC még/ 100g	Sat. en Bases %
1	Ap B C	30	bon	0-19	SL	10	5.49	3.80	28.6	70.2
				19-74	CL		7.61	0.48	16.7	92.5
				74-120	SL		11.83	1.11	23.4	76.1
2	Ap Bt11 Bt12 BC	10	bon	0-25	SL	20	0	0.85	22.8	93.9
				25-53	L		0	0.05	15.3	93.4
				53-71	C		0	0.36	13.1	82.9
				71-141	L		0	0.27	10.9	78.3
3	Ap B11 B12	30	bon	0-40	SiL	30	1.01	0.26	26.8	87.9
				40-92	L		0.42	0.36	22.0	98.8
				92-131	CL		4.23	0.43	21.3	89.0
4	Ap B11 B12	30	bon à mod.	0-30	L	2	0	0.74	10.1	95.1
				30-51	C		0	0.59	14.7	85.8
				51-122	SiL		0	0.21	86.6	86.6
5	A C	3	bon	0-16	SiL	5	8.03	1.49	28.8	66.6
				16-110	SiL		13.09	0.85	22.1	99.4
6	Ap B11 B12	13	bon	0-19	L	0	0	3.91	15.1	100
				19-69	L		0.21	2.00	23.4	84.1
				69-139	SiL		13.94	2.00	21.1	89.4
7	A1 B11 B12	50	bon	0-8	SL	0	0	3.70	12.9	73.4
				8-45	SL		0	0.59	15.3	94.5
				45-130	SiL		0	0.79	20.3	83.5
8	Ap B Bca C	10	bon	0-19	CL	10	9.51	1.37	18.0	75.7
				19-50	L		10.77	0.54	34.4	100
				50-82	Si		28.31	0.58	30.0	96.3
				>82	SL		13.12	0.54	14.6	89.6
9	Ap B BC	7	bon à mod.	0-25	SiL	40	1.69	1.46	20.5	93.7
				25-61	C		1.72	2.32	23.3	92.7
				61-120	SiL		0	1.97	23.4	76.1
10	A1	35	bon	0-23	SiL	70	0.51	1.66	15.8	87.4
11	Ap B BC	3	bon	0-23	SiL	5	1.27	2.13	27.8	69.2
				23-78	CL		1.27	2.38	23.7	86.4
				78-150	L		0.20	0.59	19.5	87.7
12	Ap Bt BC	2	bon	0-25	L	5	0.93	2.44	27.4	71.6
				25-69	C		0.21	1.11	32.4	67.9
				69-90	SiCL		0.85	0.43	20.4	84.1
13	A1 C	25	bon	0-41	L	3	0	2.00	18.1	79.3
				41-106	L		0	0.54	29.3	73.5

2. Le type d'utilisation des terres : Le blé d'hiver.

Pour pouvoir sélectionner le climat et les sols aptes à la culture du blé, il est utile de savoir quelles sont ses exigences pédo-climatiques. Selon JASSIM (1981), les tableaux IV et V sont une tentative de mettre au point les conditions de croissance de cette culture du point de vue sol, topographie et climat.

Le blé d'hiver a trois grands stades de développement du semis à la récolte. Chaque stade a ses exigences climatiques en eau et en température.

Les besoins climatiques, topographiques et pédologiques sont pour la plupart du temps tirés de la bibliographie et ce pour mettre au point la méthodologie d'évaluation. Il est à souligner que vue le nombre important de variétés du blé d'hiver, les résultats tirés de la bibliographie sont d'ordre général.

Tableau V. Exigences topo-pédologiques du blé (JASSIM, 1981)

Indice 100 degrés contraintes Propriétés pédo.	98 0	85 1	65 2	45 3	4
Topo. (pente %)	< 2	2-8	8-12	12-16	>16
Agri. mécan. moderne	< 2	2-8	8-16	16-30	>30
Agri. traditionnelle	< 1	1-2	2-4	4-6	>6
Agri. irriguée	< 1	1-2	2-4	4-6	>6
Humidité du sol	bon	modéré	imparfait	mauvais	très mauvais
Etat du drainage	bon	modéré	imparfait	mauvais	très mauvais
Conditions physiques		C-60% Si:L:SCL	SL	C+60% LS; Ca	S
Texture/structure	SiL:CL SiCL	Si:L:SCL SiCa:SC	SL	LS; Ca SiCa	S
Profondeur (cm)	>75	75-50	50-25	25-10	<10
Charge cailloux (%)	<3	3-15	15-35	35-55	>55
Calcaire (%)	3-20	20-35 0-3	35-50	50-70	>70
Fertilité					
C.E.C des argiles	>24	24-16	16-8	<8	<20
Saturation en bases	<80	80-50	50-35	35-20	<20
Carbone organique %	>1.2	1.2-0.6	<0.6	-	-

C: clay ; Si : silt ; L : loam ; S : sand
 C60- : - 60 % argile
 C60+ : + 60 % argile
 s : structuré ; m : massive

Tableau VI: Exigences climatiques du blé
(JASSIM, 1981).

Indice	100	98	85	65	45
Degrés contraintes	0	1	2	3	4
Pluie P.Croiss.mm	450-1000	450-350	350-250	250-200	<200
Pluvio.moy.(mm)					
*stade émer.tall.	90-50 >90	50-30	30-20	20-10	<10
*stade élong.repr	90-60	60-45 90-120	45-25 >120	25-10	<10
*stade maturation	70-50	50-35 70-90	35-10 90-120	<10 >120	- -
Temp.moy.mens.(°C)					
*Période croiss.	20-15	15-12 20-23	12-10 23-25	10-8 25-30	<8 >30
*stade végétatif	12-8	8-6 12-18	6-4 18-24	4-2 24-28	<2 >28
*stade floraison	22-14	14-12 22-26	12-10 26-32	10-8 32-36	<8 >36
*stade épiai-mat.	20-14	14-12 20-24	12-10 24-30	10-8 30-36	<8 >36
T.mini.du mois le plus froid	8à -10	-10à-12 8-10	-12à-15 10-13	-15à-18 10-13	< >13
si T.max		<21	<21	<21	>21

3. La méthode :

La FAO (1976) dans son guide pour l'évaluation des terres a mis au point une classification des aptitudes des terres pour des types d'utilisations spécifiques. Néanmoins, elle donne des indications générales sur l'application de la méthodologie. Pour combler ce déficit, il a été procédé à la mise au point de cette dernière par le développement d'un logiciel pour l'évaluation rapide du climat et des conditions topo-pédologiques pour la culture du blé.

Afin de connaître les aptitudes des sols et du climat à la culture choisie, il suffit de comparer les besoins de cette dernière aux conditions qui se présentent à elle.

3.1. Evaluation climatique :

En appliquant le logiciel, il est question de déterminer la saison idéale pour la culture du blé en

comparant les besoins de cette dernière en eau et en température et l'offre qui est représenté par les données climatiques de la station. La méthodologie consiste à faire pivoter le cycle de croissance de la culture d'un mois à un autre jusqu'à trouver la période de croissance la plus idéale.

3.2. Evaluation pédologique :

Le logiciel répond au seul souci de l'adéquation entre les exigences de la culture du blé et les propriétés topo-pédologiques des unités cartographiques de la région. Chaque propriété pédo-climatique est ainsi évaluée suivant le besoin de la plante. Si la propriété est optimale, il n'y aura pas de contrainte, par contre si elle est marginale, elle devient un obstacle majeur pour la croissance et le développement de la culture.

RESULTATS ET DISCUSSION

Le tableau VI expose les résultats de l'évaluation des aptitudes climatiques pour le blé.

La saison de croissance la plus favorable pour la culture du blé en sec dans la région d'El Omaria est la période de Novembre-Juin.

Pour pratiquer une agriculture irriguée, il suffit de ne pas tenir compte des contraintes pluviométriques que peut rencontrer la culture. Ainsi, sans limitation hydrique, le résultat sera de 75/100 et que nous devons choisir la saison de croissance de décembre à juillet.

Pour les aptitudes culturales des sols d'El Omaria, les résultats du tableau VII montrent que pour les trois types d'utilisation (agriculture mécanisée, traditionnelle et irriguée) certains sols ne sont pas aptes à cause d'une ou plusieurs contraintes majeures. Ces sols inaptes à la culture du blé sont classés inaptes (N1 et N2).

Pour l'agriculture mécanisée et traditionnelle, les unités cartographiques 5 et 11 sont les plus favorables à la culture du blé. Par contre, pour l'agriculture irriguée, malgré l'apport d'eau, il n'y a pas de classe d'aptitude S1 (très apte) à cause de la contrainte topographique. Néanmoins, combiné avec l'aptitude climatique et le choix judicieux des techniques d'irrigation, les sols des unités cartographiques 5, 11 et 12 peuvent être favorables à ce type d'utilisation.

Afin de mettre en évidence les contraintes rencontrées par la culture du blé dans cette région, il a été jugé nécessaire de mettre en relief un certain nombre de cartes thématiques exposant les limitations pédologiques.

Ces contraintes sont la cause principale de la mauvaise notation des sols. Les cartes thématiques illustrent les contraintes pédologiques rencontrées dans la région (fig. 2, 3, 4, 5).

Tableau VII: Résultats de l'évaluation des aptitudes climatiques pour le blé d'hiver.

Saison choisie	Note It*Ip	Classe d'aptitude	Indice Temp. le + bas: It	Indice pluvio le +bas:Ip
JANVIER-AOUT	26.52	Apte : S3	52	51
FEVRIER-SEPT.	19.84	Inapte : N1	31	64
MARS-OCTOBRE	8.55	Inapte : N2	15	57
AVRIL-NOVEMBRE	8.70	Inapte : N2	15	58
MAI-DECEMBRE	20.25	Inapte : N1	27	75
JUIN-JANVIER	12.47	Inapte : N1	29	43
JUILL-FEVRIER	4.20	Inapte : N2	30	14
AOUT-MARS	13.26	inapte : N1	26	51
SEPT-AVRIL	31.5	Apte : S3	35	90
OCT-MAI	47.53	Apte : S3	49	97
NOV-JUIN	51.8	Apte : S2	74	70
DEC.-JUILLET	38.25	Apte : S3	75	51

Note = It x (Ip/100)

S1 : très apte; S2 : apte ; S3 : moyen. apte

N1 : inapte ; N2 : très inapte

Tableau VIII: Les résultats d'évaluation des aptitudes culturales des sols pour la culture du blé d'hiver.

N SOL	AGRICUTUR MECANISEE			AGRICULTURE TRADITIONNELLE			AGRICULTURE IRRIGUEE		
	Note /100	Indice Contr.	Clas apti	Note /100	Indice Contr.	Clas apti	Note /100	Indice Contr.	Classe aptit.
1	33.91	(4)	S3	40.69	(3)	S3	30.30	(4)	S3
2	43.31	(2)	S3	43.31	(2)	S3	24.88	(4)	N1
3	16.20	(4)	N1	19.44	(3)	N1	14.48	(4)	N1
4	22.96	(4)	N1	27.55	(3)	S3	20.51	(4)	N1
5	91.84	(1)	S1	91.84	(1)	S1	71.87	(2)	S2
6	49.36	(3)	S3	49.36	(2)	S3	34.27	(4)	S3
7	20.95	(4)	N1	25.14	(4)	S3	18.72	(4)	N1
8	61.14	(2)	S2	61.14	(2)	S2	35.12	(4)	S3
9	43.82	(3)	S3	43.82	(3)	S3	22.38	(4)	N1
10	5.68	(4)	N2	6.82	(4)	N2	5.08	(4)	N2
11	83.12	(1)	S1	83.12	(1)	S1	65.05	(2)	S2
12	70.62	(1)	S2	70.62	(1)	S2	61.26	(1)	S2
13	29.52	(4)	S3	38.31	(3)	S3	26.38	(4)	S3

Cartes Thématiques

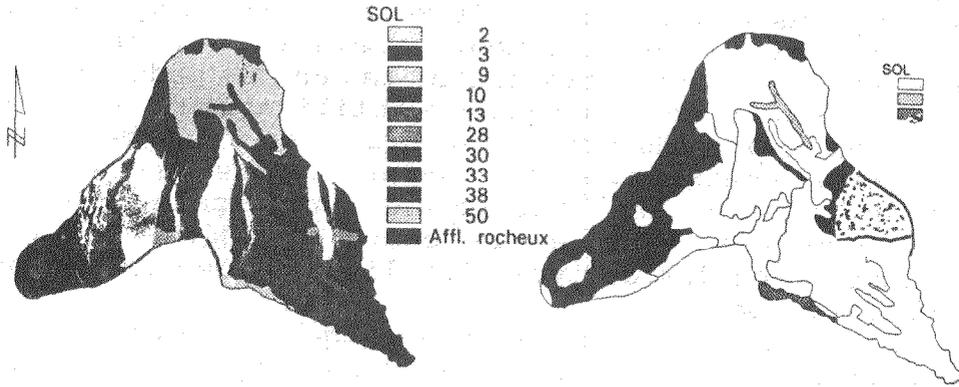


Figure:2 Carte des pentes (%)

Figure:3 Carte du taux de calcaire de l'horizon de profondeur (%)

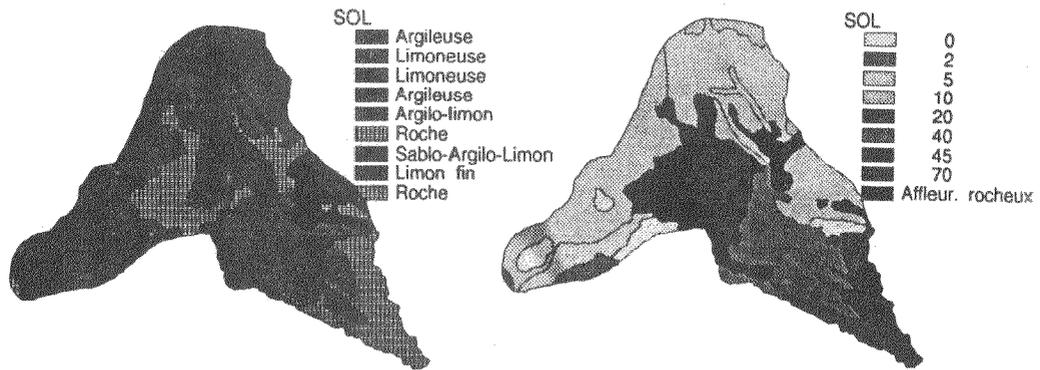


Figure:4 Carte de texture de surface

Figure:5 Carte de pierrosité de surface (%)



CONCLUSION :

La détermination des aptitudes culturales du climat et des sols pour une culture quelconque est sans doute une contribution à une meilleure utilisation des terres dans les régions montagneuses. La méthodologie exposée dans ce travail peut être discutable, mais elle a le mérite de sélectionner et de différencier les unités pédo-climatiques vis à vis d'une quelconque utilisation. La nouvelle approche qui consiste à la prise en considération des exigences spécifiques de chaque culture est en soi une vision claire. La difficulté principale dans cette méthode est sans aucun doute la détermination des exigences réelles du type d'utilisation des terres pris en considération.

Ce type d'approche n'est qu'une évaluation des ressources pédo-climatiques afin de sélectionner les terres les plus aptes à supporter un certain nombre de cultures et un moyen pour la prise de décision pour l'affectation des terres. C'est une évaluation indirecte comparativement à l'expérimentation qui est une évaluation directe, donc plus précise mais fastidieuse et trop coûteuse.

BIBLIOGRAPHIE

BIBBY J.S. et MACKNEY D., 1969 : Land use capability classification, Soil survey technical monograph N°1, 130p.

CHEBBANI R., 1989 : Contribution à la cartographie d'un bassin versant d'El Omaria et possibilités pour l'arboriculture rustique. Thèse ing.INA, Alger, 102p.

F.A.O., 1976 : A framework for land evaluation, FAO Soils Bulletin 32, Rome, 87p.

F.A.O., 1979 : Rapport sur le projet relatif aux zones agro-écologiques. Vol-1. Méthodologie et résultats pour l'Afrique. Rapport N°48. Rome. 158p.

F.A.O., 1983a : Guidelines on land evaluation for rainfed agriculture, FAO, Rome, 237p.

F.A.O., 1983b : Guidelines on land evaluation for irrigated agriculture, FAO, Rome, 221p.

F.A.O., 1984 : Land evaluation for forestry. Forestry paper 48. FAO, Rome, 123p.

GAOUAS A. et NACHTERGAELE F., 1982 : Evaluation des sols du Hodna pour les cultures céréalières et le coton en irrigué et en sec. Séminaire de Sciences du Sol. CERAG, INA El Harrach, 20p.

JASSIM H.P., 1981 : Principen voor regionale bodemkartering, landevaluatie en bodemgebruiksplanning in Irak. Doctorale Thesis, RUG, Fakulteit Wetenschappen, Gen' Belgium, 312p.

JOHNSON W.M., 1978 : Soil classification and the design of soil surveys. In Swindale, L.D., editor, Soil resource data for agriculture development, Honolulu, pp.3-11.

KLINGEBIEL A.A. et MONTGOMERY P.H., 1961 : Land capability classification, USDA Agriculture Handbook N°210.

MORI A., BEGON J.C., DUCLOS G. et STUDER R., 1984 : First approximation of a national land evaluation system

(France). In Haans, J.C.F.M.; STEUR, G.G.L. and HEIDE, G., editors. Progress in land evaluation. Rotterdam; A.A. Balkema pp.43-55.

NACHTERGAELE F., 1985 : Landevaluatie in Noord Algerije op basis van kleinschalige kaarten. Doctorale Thesis, RUG, Fakulteit Wetenschappen, Gent Belgium, 286p.

SHANKARNARAYAN K.A., KOLARKAR A.S. et SINGH N., 1983 : Application of the FAO framework for land evaluation to an arid area of Western Rajasthan. Indian soil survey and land evaluation 3: pp.59-68.

STORIE R.E., 1933 : An index for rating the agricultural value of soils (revised 1937). Univ. of Calif. Agr. Exp. Sta. bull. 556. Berkley CA.

SYS C., 1985 : Land evaluation. Part I, II, III. ITC-State University of Ghent. Publ. agricole. AGCD. Bruxelles, Belgique.

TAVERNIER R. et Van WANBEKE A., 1975 : Détermination du régime hydrique du sol d'après NEWHALL. Ann. Agro. INA Vol.6 pp.12-17

THORNTWAITE, C.W., 1948 : An approach towards a rational classification of climate. The geog. review, Vol XXXVIII, N°1, pp. 55-94.

USDA Staff, 1975 : Soil Taxonomy - a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA Handbook 436, 752p

VERHEYE W.H., 1984 : Land evaluation methodology and interpretation of the E.C. soil map of Europe. In Haans, J.C.F.M., STEUR, G.G.L. and HEIDE, G., editors. Progress in land evaluation. Rotterdam; A.A. Balkema pp.67-78.

YOUNG A. et GOLDSMITH P.F., 1977 : Soil survey and land evaluation in developping countries : a case study in Malawi. Geog. journal 143 : pp.403-431.