

PLUVIOMETRIE ET CEREALICULTURE : CAS DES HAUTS-PLATEAUX DE L'EST ALGERIEN

D. Smadhi (1), M. Semiani (1), B. Mouhouche (2), L. Zella (3)

(1) - INRA, CRP Mahdi Boualem, Laboratoire de Bioclimatologie, Station de Baraki, Alger

Email : dalsmadhi@yahoo.fr. (2) - INA ; (3) - Université, Blida.

RÉSUMÉ

La céréaliculture pluviale (blé dur, blé tendre, orge et avoine) constitue la composante principale du système agro socio-économique, en Algérie. Sa production enregistre des variations inter annuelles notables par rapport à la moyenne, de 22 millions de quintaux et engendre annuellement, des déficits de l'ordre de 70% par rapport aux besoins alimentaires. L'étude proposée met en relief les précipitations variables, considérées comme la contrainte majeure au développement des céréales, dans les régions où la pluviométrie moyenne est inférieure, à 450 mm. A cet effet, le choix est porté sur la région semi-aride à aride des hauts plateaux à l'Est algérien, représentée par trois wilayates, en l'occurrence Bordj Bou Arréridj, Sétif et Mila qui occupent une superficie totale de l'ordre de 1300000 hectares. La méthodologie consiste à analyser, à l'échelle communale, les précipitations sur une période de 27 ans, en corrélation aux surfaces emblavées, aux productions et aux rendements céréaliers annuels. Les interrelations sont établies sur la base d'un calendrier agricole au pas de temps annuel, saisonnier, mensuel et bimensuel. Les résultats statistiques et cartographiques montrent des variations spatio-temporelles qui sont traduites par des déficits et des sécheresses durant les phases de croissances des cultures, justifiant la faiblesse des rendements céréaliers, de la région.

Mots Clés : Algérie, céréaliculture, précipitations, production, rendement.

SUMMARY

Precipitations and pluvial cereals: Case of high plains of the Algerian East. The cereals productions in pluvial condition constitute the main factor of the agricultural socio-economical system in Algeria. It records variations inter annual notable compared to the average of 22 million quintals. It leads annually to deficits of about 70% compared to the food needs. This state of fact imposes to examine, in this paper, constraints that characterize this situation. Among them, notably the physical parameters. The survey is pointed on the variation of rainfall regimes, in relation with the production evolution and cereal yields in high East plain's Algeria. This region includes three departments: Bordj Bou Arreridj, Setif and Mila, covering a total area of 1300000 hectares. The methodology used consists on analysing rainfall in the time and in the space, during 27 years ; as well as the production evolution and the fruitfulness of these plants in relation with cereal area cultivated annually. These analyses are followed by interrelationships between precipitation and production cereal, based on the establishment of an agricultural annual, seasonal, monthly and bimonthly calendar. The objective consists on defining the general tendencies of precipitation in relation with the cycle of plants and their needs in water. The results shows deficits pronounced during of the agricultural cycle in relation with phases of cereal development, translating some temporal and spatial droughts and justifying cereal yields recorded in the region.

Key Words : Algeria, cereals, rainfall, production, yields.

INTRODUCTION

La culture céréalière en Algérie est caractérisée par la prédominance du blé dur qui représente 41% des emblavures, suivi par l'orge qui occupe 38% des terres agricoles et le blé tendre avec des surfaces qui ne dépassent pas 18% (STATISTIQUE AGRICOLE, 2003). L'avoine, quant à elle, reste une culture négligeable en rapport avec les surfaces qui lui sont consacrées (3%). Il est constaté que sur une surface agricole utile (SAU) de l'ordre de 8 458 680 millions d'hectares (ha), les emblavures céréalières occupent actuellement, environ 3 997 429 ha. Culture traditionnelle, elle joue un rôle fondamental dans les régimes alimentaires de la population, malgré que sa production connaît d'importantes fluctuations interannuelles par rapport à la moyenne qui avoisine 22 millions de quintaux (q).

Ces dernières années, l'Algérie souffre d'un déficit céréalier notable lié à la faiblesse des rendements qui ne dépasse pas 8,8 q/ha en rapport avec les besoins alimentaires croissants. La production qui ne couvre que 30% de la consommation, conduit régulièrement à des importations estimées à une moyenne 531 895 103 dollars, ce qui représente 23% des produits importés, annuellement (MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, 2001). Cette situation est attribuée avant tout, aux conditions climatiques souvent défavorables et marquées par la grande variabilité interannuelle de la pluviométrie qui caractérise des sécheresses intermittentes du mois de septembre au mois de mai (OTI, 1974). La sécheresse estivale qui s'étale de mai à octobre, situe les zones céréalières dans étages semi-aride et aride de la région méditerranéenne. Les pluviométries qui leur correspondent, sont comprises entre 200 mm et 600 mm (PIONNIER, 1937 ; BALDY, 1974).

Les travaux de Seltzer (1949) et de l'ANRH (1993) orientés vers l'aspect climatologique, traitent l'évolution spatiale des pluies sur la

base de l'exploitation des données pluviométriques à différentes échelles (microclimat, mésoclimat, macroclimat). L'impact sur l'évolution des cultures est très peu abordé. Néanmoins, les études de BALDY (1974) et KEHAL (1974) à l'échelle régionale, font références à la pluviométrie à travers l'analyse fréquentielle. Ces études ont montré que les périodes sèches coïncident avec les phases phénologiques sensibles et l'apport d'eau est nécessaire pour pallier le stress hydrique de ces cultures. L'étude concernée, porte sur l'analyse des pluies en relation avec l'évolution céréalière, sur la période (1970-1997) à l'échelle topoclimatique. Elle prend en considération les hauts-plateaux de l'Est algérien caractérisés, par trois grands ensembles distincts : les montagnes relativement humides au Nord, les plaines à caractère semi-aride au Centre et les plaines plus arides au Sud. Selon CHOISNEL *et al.*, (1986) à cette échelle, se manifestent les variations dues à la topographie et leurs impacts sur les cultures. La démarche établie consiste à la reconstitution d'un calendrier agricole basé sur le regroupement de la pluviométrie aux pas de temps annuel, trimestriel, bimestriel et mensuel. Le but est de déterminer les corrélations entre les régimes pluviométriques et le développement des céréales ainsi, que les déficits pluviométriques encourus par ces cultures par comparaison aux besoins en eau.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Région d'étude

Située à l'Est de l'Algérie, la région d'étude appartient aux wilayates de Bordj Bou Arréridj à l'ouest, Sétif au centre et Mila au nord-est. Elle occupe une surface totale de 1 300 000 ha et dont 27% sont consacrés annuellement aux emblavures céréalières. Topographiquement, elle s'étale sur trois grands ensembles, l'Atlas tellien, la chaîne des Babors, les Hauts-Plateaux telliens et partiellement les monts du Hodna. La pente est très faible (<5%) à abrupte (>10- 20%).

Réseau météorologique

L'absence totale d'un réseau agrométéorologique dans la région, conduit à la nécessité d'utiliser les deux réseaux professionnels qui couvrent la superficie considérée. Le réseau météorologique de l'Office nationale de la météorologie (ONM) représenté par 2 stations synoptiques où tous les paramètres de l'atmosphère, sont contrôlés et 10 stations secondaires où seuls les paramètres pluviométrique et thermique sont mesurés. Le réseau pluviométrique de l'Agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) englobe 68 postes pluviométriques répartis un peu partout dans la région. Un ensemble de stations est donc sélectionné pour les besoins de l'étude. Il tient compte de la répartition générale de l'emplacement de ces stations, par rapport aux surfaces emblavées des céréales. Les séries pluviométriques recueillies étant très hétérogènes, le choix de la période d'étude est porté sur les séries (1970-1997) du fait, de leurs homogénéités.

Réseau céréalier

Le réseau est représenté par des séries statistiques de surfaces emblavées, de productions et de rendements des céréales à l'échelle annuelle. Ces séries n'excèdent pas une période de 15 ans (1984-1998) et sont représentatives de 134 communes des trois wilayates d'étude.

Les cultures cérésières recensées, sont essentiellement : le blé dur, le blé tendre, l'avoine et

l'orge, par considération à leur importance dans ces régions. L'ensemble des données a été récolté au niveau des Directions des services agricoles (DSA), des Subdivisions agricoles (SA) et des Directions communales (DC). La figure 1 montre la position géographique des trois wilayates et de leurs communes.

MÉTHODES

Cartographie numérique

Basée sur la méthode Euclidienne (DE BLOMAC *et al.*, 1994 ; MORON, 1996), la cartographie des pluies et des facteurs agricoles céréaliers tient compte d'un ensemble de calculs qui évaluent au mieux et en tous points de l'espace les valeurs de ces facteurs sur 27 ans. Les calculs prennent en considération les Coordonnées Lamberts et la distance entre les stations et les communes. Le calcul d'interpolation est effectué selon une grille établie à l'échelle de 1/200 000. Cette grille est basée sur les valeurs minimums et maximums des latitudes et longitudes qui correspondent aux moyennes des valeurs de mêmes positions géographiques. Le calcul de la distance euclidienne entre les stations, postes pluviométriques et les communes est obtenu par l'expression statistique suivante :

$$D_{1,2} = \sum \sum d(x'_1, x'_2) / N_1 N_2$$

Avec : d est la distance entre les postes climatiques ou communes ; x_1 est la série pluviométrique de la station 1, x_2 est la série pluviométrique de la station 2 ; N_1 est la moyenne des latitudes, N_2 est la moyenne des longitudes. Une classification des données en classes de mailles est choisie, elle prend en compte l'écart type spatial de chaque facteur et



Figure 1 : Carte de découpage administratif des wilayates et communes de la région.

l'importance de répartition des pourcentages par classes définies. Selon BENICHOUE et LE BRETON (1986), l'avantage de cette méthode est qu'elle assure une erreur d'estimation dont l'écart type est minimum.

Statistiques

Les variables sont classées suivant la combinaison linéaire de deux à plusieurs variables selon les coefficients de corrélations extraits, au seuil de probabilité de 95%. Cette classification basée sur l'analyse factorielle, définit les relations qui existent entre la variable pluviométrique et les variables agricoles (superficie, production et rendement). Les méthodes utilisées, sont appliquées pour approcher au mieux la dispersion des observations autour des moyennes et cerner les spécificités des pluies qui règnent

dans la région en relation avec les surfaces emblavées et les productions céréalières.

Echelles

L'inexistence d'un calendrier agricole moyen, pouvant aiguiller cette recherche, a conduit à l'établissement d'un calendrier agro-pluviométrique aux pas de temps annuel, trimestriel, bimestriel et mensuel. Il permet d'estimer les déficits pluviométriques, en tenant compte des premières pluies qui débutent au mois de septembre, en relation avec la préparation des sols et les semis, jusqu'aux mois de mai - juin qui correspondent à la période de maturation et de la récolte des grains. La même démarche a été établie par PAPY (1979) ; DOUGUEDROIT *et al.*, (1998) au Maroc dans des conditions pluviométriques similaires.

Tableau I : Classes des pluviométries moyennes couvrant la région d'étude, obtenues sur un nombre de 80 stations climatiques et postes pluviométriques.

Calendrier agro pluviométrique	Pmoy (mm)	Classes de précipitations (P, mm)				
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Total	431	768	768-486	486-376	376-319	319-236
S-O-N	116	229	229 - 132	132 - 100	100 - 87	87 - 45
D-J-F	158	352	352 - 189	189 - 127	127 - 97	97 - 63
M-A-Ma	138	211	211 - 150	150 - 126	126 - 112	112 - 100
Ju-Jt-Ao	233	38,8	39 - 24	24 - 22	22 - 21	21 - 12
S-O	73	140	140 - 79	79 - 67	67 - 58	58 - 33
N-D	99	218	218 - 120	120 - 78	78 - 63	63 - 38
J-F	100	223	223 - 118	118 - 83	83 - 64	64 - 9
M-A	96	177	177 - 108	108 - 85	85 - 74	74 - 47
Ma-Ju	56	86	86 - 57	57 - 55	55 - 52	52 - 35
Jt-Ao	6	17	17 - 7	7 - 6	7 - 6	6 - 3
Septembre (S)	34	56	56 - 367	36 - 32	32 - 28	28 - 9
Octobre (O)	38	98	98 - 44	44 - 34	34 - 29	29 - 21
Novembre (N)	42	84	84 - 50	50 - 34	34 - 29	20 - 12
Décembre (D)	57	130	130 - 71	71 - 44	44 - 34	34 - 22
Janvier (J)	52	113	113 - 62	62 - 42	42 - 33	33 - 22
Février (F)	49	109	109 - 57	57 - 40	40 - 31	31 - 0
Mars (M)	51	108	108 - 58	58 - 44	44 - 39	39 - 3
Avril (A)	45	69	69 - 50	50 - 41	41 - 34	34 - 22
Mai (Ma)	40	76	76 - 41	41 - 39	39 - 37	37 - 25
Juin (Ju)	16	28	28 - 17	17 - 15	15 - 14	14 - 6
Juillet (Jt)	3	24	24 - 3	4 - 3	4 - 3	3 - 1
Août (Ao)	4	35	35 - 4	5 - 4	4 - 3	4 - 1

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

RÉSULTATS

Cartographie de la pluviométrie

La cartographie numérique réalisée sur les pluies moyennes des différentes campagnes de mesures agricoles (septembre - août) sur 27 ans, montre respectivement une variabilité annuelle, trimestrielle, bimestrielle et mensuelle. Cette variabilité est illustrée par le nombre de classes consignées dans le tableau I.

Selon le tableau I, les classes 1, 2 et 3 sont considérées humides par rapport aux classes 4 et 5. Ces classes fluctuant entre des maximums et des minimums, montrent un gradient pluviométrique qui diminue au cours du cycle agricole de septembre à août. Spatialement, ces classes sont récapitulées par des tracés qui définissent des zones pluviométriques et qui sont statistiquement homogènes. Cette homogénéité est traduite par un gradient pluviométrique qui diminue au fur et à mesure que les stations, sont continentales. On observe ainsi, un déficit pluviométrique spatial relatif à une sécheresse progressive dans la région (Figure 2).

En outre, l'analyse combinatoire spatio-temporelle montre des similitudes entre les séries pluviométriques des stations utilisées. Ces similitudes sont illustrées par la figure 3 qui met en évidence, les variables spatiales à forte liaison

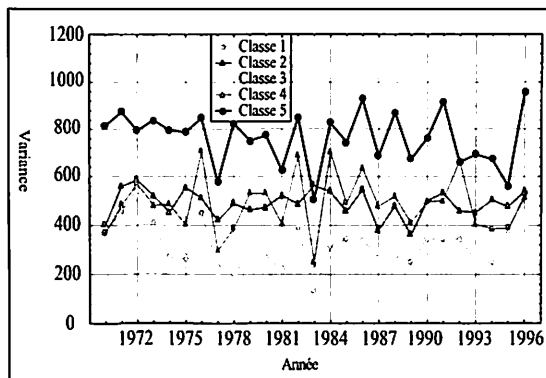


Figure 3 : Répartition des 5 niveaux de variances des classes pluviométriques.

interne (intra-classe) et à faible liaison externe (extra-classe). Ces liaisons traduisent une hétérogénéité des classes de pluviométries dans le temps et dans l'espace à une probabilité inférieure à 0,1%. L'hétérogénéité pluviométrique qui caractérise la région est expliquée dans ce cas, par l'effet de la topographie dont l'altitude est comprise entre 300 m et 1800 m et une pente oscillant entre 5% et 30%. Ce résultat est relevé par les séries pluviométriques reconstituées sur la base des altitudes, des latitudes, des longitudes et la distance des stations par rapport à la mer. On constate que l'altitude explique les variations pluviométriques à 30%, la latitude explique pour sa part 18% la variance et la longitude 15%, seulement par rapport au total des variations de ce paramètre (SMADHI, 2002). Ce résultat est obtenu, du fait que seul le facteur topographique qui

influence l'évolution de la pluviométrie est considéré par la méthode d'interpolation utilisée. La topographie étant considérée, selon CHOISNEL et SEGUIN (1986), BIRON et NAJAN (1998) comme le facteur principal de l'existence de toute une série de différences climatologiques.

Analyses statistiques de la pluviométrie

L'analyse factorielle appliquée à la pluviométrie annuelle, trimestrielle,

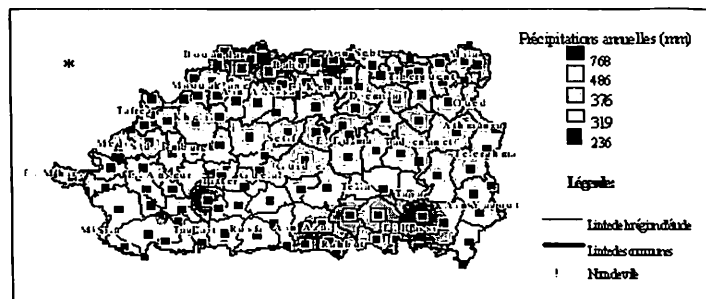


Figure 2 : Répartition spatiale des précipitations moyennes dans la région d'étude.

Tableau II : Extraction des coefficients de corrélation (r) et de détermination (R^2) avec le maximum de vraisemblance.

Variables	(r1)	(r2)	R^2	Variables	(r1)	(r2)	R^2
S	0,655	0,153	0,786	P total	0,944	0,935	0,942
O	0,805	0,681	0,881	S-O	0,912	0,571	0,925
N	0,832	0,817	0,895	N-D	0,912	0,912	0,936
D	0,896	0,888	0,914	J-F	0,916	0,916	0,938
J	0,865	0,865	0,902	M-A	0,875	0,875	0,935
F	0,888	0,886	0,910	Ma-Ju	0,151	0,024	0,916
M	0,804	0,799	0,907	JT-Ao	0,171	0,000	0,713
A	0,696	0,696	0,875	S-O-N	0,925	0,794	0,937
M	0,093	0,038	0,892	D-J-F	0,940	0,938	0,943
Ju	0,137	0,002	0,898	M-A-Ma	0,812	0,804	0,937
Jt	0,107	0,007	0,869	Ju-Jt-Ao	0,211	0,000	0,904

bimestrielle et mensuelle, a permis de classer les variables selon les coefficients de corrélation (r) qui sont en nombres de deux. Cette classification mise en évidence dans le tableau II, montre les degrés de corrélations qui expliquent le maximum de variance. De ce tableau, on relève que (r1) est relativement plus corrélé avec la plus part des mois que (r2). Ceci est obtenu du fait, que les coefficients sont extraits successivement et donc expliquent de moins en

moins la variance totale. Quant aux corrélations multiples (R^2), elles restent élevées et traduisent l'interdépendance des variables dans l'ensemble des stations en rapport avec les facteurs topographiques et géographiques. Cette interdépendance est expliquée par le pourcentage d'ajustement de la méthode, appliquée à une probabilité très hautement significative, inférieure à 0,1%. L'ajustement explique 66% la variation des pluviométries au pas annuel, il est de 54% au pas

Tableau III : Répartition des classes de superficies (ha), de production (q) et de rendements (q/ha) moyens par spéculation céréalière.

Céréales		Classes				
Blé dur	Superficie	0-14500	14500-2100	2100-1700	1700-1200	1200-0
	Production	0-55100	55100-15200	15200-9900	9900-500	7500-100
	Rendement	0-13,6	13,6-7,8	7,8-6,7	6,7-5,5	5,5-2,3
Blé tendre	Superficie	0-3640	3640-980	980-390	390-130	130-0
	Production	0-37600	37600-8100	8100-3000	3000-900	900-0
	Rendement	0-17,7	17,7-8,6	8,6-6,4	6,4-4,5	4,5-0
Avoine	Superficie	0-853	853-195	195-78	78-35	35-0
	Production	0-6770	6770-1520	1520-440	440-190	190-0
	Rendement	0-38,2	38,2-7,5	7,5-6,3	6,3-3,8	3,8-0
Orge	Superficie	0-3410	3410-1730	1730-870	870-430	430-30
	Production	0-23600	23600-11900	11900-6300	6300-3500	3500-300
	Rendement	0-22,6	22,6-8,8	8,8-7,6	7,6-6,7	6,7-2,2

trimestriel, il est successivement de 57% et 70% aux pas bimestriel et mensuel.

Cartographie des facteurs agricoles céréaliers

L'interpolation des données statistiques des surfaces emblavées, des productions et des rendements du blé dur et tendre, de l'avoine et de l'orge, a permis d'estimer les valeurs en tout point de l'espace étudié. Des classes de superficies sont définies, auxquelles correspondent des classes de productions et de rendements (Tableau III). Les classes au nombre de cinq représentent des moyennes qui fluctuent entre un minimum de 23 ha et un maximum de l'ordre de 15 178 ha, cas du blé dur et un minimum de 0 ha et un maximum de 371 ha, cas de l'avoine. On spécifie que la valeur nulle (0) correspond à une année non ensemencée ou une année sèche. Ces fluctuations sont observées, d'une année à une autre et restent assez importantes dans l'ensemble de la région.

Analyses statistiques

L'analyse factorielle des facteurs, montre de bonnes corrélations entre les surfaces emblavées du blé tendre (0,79), de l'avoine (0,88), suivie par le blé dur et de l'orge (Tableau IV). Quant aux productions, elles connaissent une variation très irrégulière avec une tendance d'évolution qui traduit des coefficients de corrélations compris entre 0,44 et 0,78, ayant une

signification très élevée à une probabilité inférieure, à 1%.

L'évolution des rendements céréaliers, fait ressortir des corrélations entre les deux facteurs (surface, production). Les coefficients de corrélations obtenus oscillent entre des valeurs positives, mais dont certaines valeurs sont relativement faibles. Ce dernier résultat, n'empêche pas de soulever l'hypothèse que l'accroissement et la diminution des rendements au niveau de la région, est une fonction linéaire des surfaces emblavées (r compris entre 0,30 et 0,63) et des productions (r compris entre 0,20 et 0,557) pour l'ensemble des espèces.

INTERPRÉTATIONS

Pluviométrie et facteurs céréaliers

Les superficies de productions des différentes espèces occupent une aire très irrégulière dans l'ensemble des communes, par rapport à la répartition des pluviométries annuelles. Ces pluies sont en comparaison avec la consommation globale nécessaire pour l'alimentation en eau de ces cultures, qui ne peut être négligeable pour deux raisons : le niveau de la demande maximale en eau dépend du climat très variable au niveau de la région d'étude ; le système pédologique est très diversifié sur l'ensemble des terres céréalières (OTI, 1974).

Tableau IV : Liaison des facteurs agricoles basée sur le maximum de vraisemblance de la variance et du coefficient multiples (R^2), ($P < 1\%$).

Variable	Espèces	r_1	r_2	Variable	Espèces	r_1	r_2
Superficie	Blé dur	0,509	0,487	Production	Blé dur	0,440	0,457
	Blé tendre	0,796	0,745		Blé tendre	0,748	0,705
	Orge	0,592	0,576		Orge	0,949	0,605
	Avoine	0,885	0,793		Avoine	0,824	0,730

Les gradients pluviométriques décroissant du Nord au Sud et de l'Est à l'Ouest, montre que le blé dur occupe une surface dominante de l'ordre de 179 348 ha qui correspond à 15%, des surfaces utilisées dans la région. Ce blé se retrouve dans l'ensemble des communes dont la pente est comprise entre 5% et 30%. Les pluviométries moyennes qui lui correspondent dans la partie Nord, ne dépassent pas 431 mm et dans la partie Sud, atteignent à peine 319 mm.

Ces valeurs pluviométriques sont faibles par rapport à la limite inférieure des besoins en eau annuels évalués, à 450 mm (BALDY, 1974). Suivi par le blé tendre, celui-ci tend à devenir rare dans les communes du Nord qui restent relativement pluvieuses, alors qu'il tend à occuper les plaines et les terres des communes du Sud moins pluvieuses (376 à 319 mm) avec une surface de 52 538 ha, soit 4%. Quant à l'orge, il occupe essentiellement les communes du Sud avec quelques surfaces négligeables dans les communes du Nord. Les pluviométries sont très variables sur l'ensemble des communes couvertes par cette culture (90 379 ha, soit 7%). Enfin, l'avoine, reste une céréale relativement moins cultivée selon les résultats obtenus. Les surfaces qui lui sont consacrées, ne dépassent

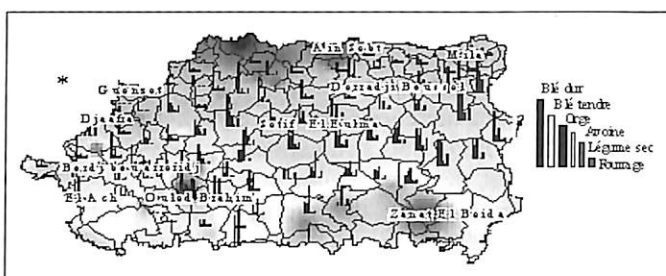


Figure 4 : Répartition spatiale de la moyenne des superficies emblavées du blé dur, blé tendre, orge et avoine par rapport aux pluies annuelles.

pas 10 962 ha, ce qui correspond à 1% des surfaces totales utilisées (Figure 4). On remarque que plus, on s'approche de la partie Sud de la région, caractérisée par des sols médiocres et une sécheresse plus prononcée, plus les surfaces emblavées de blé dur et de blé tendre diminuent, au profit de l'orge plus rustique et moins exigeant en eau.

Echelle annuelle, trimestrielle, bimestrielle et mensuelle

Le regroupement des pluviométries en totaux annuels, trimestriels, bimestriels et mensuels, met en évidence le cumul pluviométrique moyen. Il est obtenu par la combinaison de séries de 68 stations (Tableau V). Ce cumul enregistré sur 27 ans, fluctue irrégulièrement en

Tableau V : Cumul pluviométrique moyen (mm) au cours du cycle agricole.

Mois	P	Besoin	Déficit	Mois	P	Besoin	Déficit
S	32	-	-	S-O	67	30	-
O	35	30	17	N-D	87	120	27
N	37	60	38	J-F	91	120	25
D	50	60	16	M-A	91	210	57
J	46	60	23	Ma-Ju	57	150	62
F	44	60	27	Jt-Ao	6	17	-
M	48	90	47	S- O- N	104	150	
A	42	120	65	D- J- F	141	180	22
Ma	41	120	66	M- A- Ma	132	270	60
J	17	30	45	-	-	-	-

relation avec les phases de semis, de germination, de production, de fructification et de maturation des grains.

Les fluctuations les plus considérables sont enregistrées au pas de temps trimestriel et bimestriel, ce qui témoigne d'un déficit pluviométrique prolongé et non négligeable, en comparaison avec les besoins en eau nécessaire au développement des cultures. Ce déficit atteint 38%, pour les mois d'automne qui correspondent au semis et à la germination. Il est compris entre 46% et 66% durant les mois de printemps où s'effectue, l'élaboration du rendement. Ce résultat fait apparaître une insuffisance et une mauvaise répartition des pluies inférieures, à 90 mm en automne et 300 mm au printemps. Ces régions caractérisées par des sols squelettiques qui ne dépassent pas 30 cm de profondeur et de qualité médiocre (sols calcaire et calcique), expliquent les déficits qui s'installent le long du cycle de la culture. Pour cette raison, les réserves en eau doivent être améliorées, le plu-

tôt possible aux mois d'octobre et les mois d'avril (BALDY, 1974) pour une meilleure productivité. Il ressort du calendrier établi, un scénario pluviométrique de sécheresses qui expliquent la réduction des superficies emblavées annuellement (Figure 5) et justifient des productions variables et des rendements faibles et aléatoires, au niveau de cette région.

Les précipitations inférieures aux moyennes des mois de l'année agricole, représentent 43% et 56%. A l'échelle temporelle choisie, les interrelations obtenues entre le régime des précipitations et l'évolution des céréales sur la moyenne de 27 ans, expliquent les variations à 17%, seulement. Statistiquement, ces résultats sont significatifs à une probabilité inférieure à 5% tel que le confirme le test de Kolmogorov-Smirnov (KHOAN, 1994).

CONCLUSION

La pluviométrie à caractère spatio-temporelle variable révèle un déficit pluviométrique apparent en comparaison avec la consommation en eau annuelle et mensuelle du blé dur, du blé tendre, de l'orge et de l'avoine. Les pluviométries moyennes annuelles et leurs répartitions sont inférieures aux besoins minimums annuels des céréales au niveau de la région. Malgré ces résultats, on ne peut émettre l'hypothèse, que seule la pluviométrie est un facteur inhibant la production des céréales dans ces régions. L'importance de consolider ces résultats par des études plus approfondies à des échelles plus restreintes, est nécessaire. La céréaliculture évolue dans un espace climatique très variable soumis à l'effet de la topographie et à la diversité des sols, d'une commune à une autre. Cette connaissance permet de mieux appréhender les résultats de la variation des productions et des rendements faibles et aléatoires enregistrés, dans ces régions.

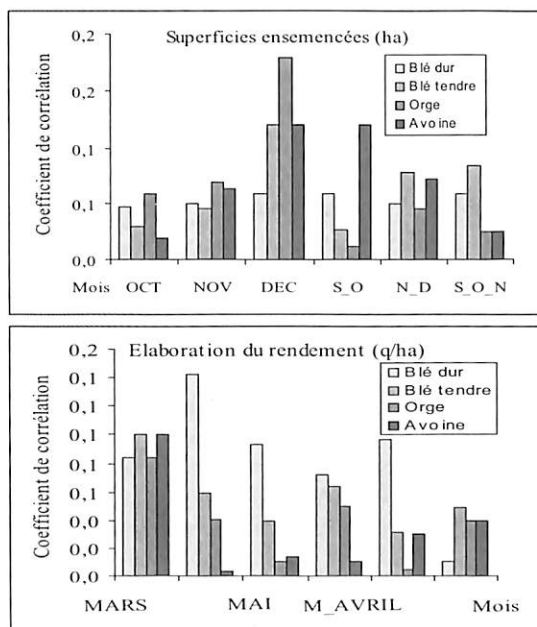


Figure 5 : Influence de la pluviométrie sur les facteurs agricoles.

Références bibliographiques

ANRH. 1993. Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord. Echelle 1/500000. Projet, PNUD., ERE., Algérie, Alg., 88/021.

BALDY Ch., 1974. Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leur influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. Rapport, ITGC, 72p.

BENICHOU P., LE BRETON O., 1986. Prise en compte de la topographie pour la cartographie de champs pluviométriques statistiques : la méthode Aurelhy. Coll., INRA., publ, n° 39, Paris pp. 51-71.

BIRON P., NAJJAN G., 1998. Influence de la topographie sur la transpiration des couverts végétaux en zone de relief. AINC., INS. Géog., France, pp. 440-452.

CHOISNEL E., SEGUIN B., 1986. Agrométéorologie des régions de montagnes. Problèmes d'échelle et réseaux météorologiques en zone de moyenne montagne. Coll., INRA., pub. N° 39, Paris, pp. 37 - 49.

DE BLOMAC F., GAL R., HUBERT M., RICHARD D., TOURRET C., 1994. ARC/INFO. Conceptions et applications en géomatique. Edit., Hermes, Collect., Géomatique, 248 p.

DOUGUEDROIT A., MESSAOUDI A., 1998. Rendements du blé dur et de l'orge en culture "bour" dans le Maroc du centre-ouest. Ed., Uni., Provence et CAGEP-URA 903 CNRS. Rev. Géol. Médit., tome 88, pp.33-38.

KEHAL N., 1974. Etude agroclimatique des zones céréalières des hauts-plateaux de l'est Algérien (Sétif, Constantine, Guelma). Mém. Ing. Agr. Départ. Hytoch., INA, El Harrach, 94 p.

KHOAN V., 1994. Estimation et tests paramétriques et non paramétriques. Edit., Marketing, Paris, 352 p.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. 2001. L'agriculture dans l'économie nationale. Edit. Beaux Arts, 48 p.

MORON V., 1996. Régionalisation et évolution des précipitations tropicales annuelles (1946-1992). Cash, Sech, vol. 7, n°1, pp.25-32.

OTI. 1974. Projet d'étude devant permettre la définition de programme de développement sur la zone de rénovation rurale des hautes plaines de sétif. Org. Tech. Inter., Madrid, Vol n°1, 450 p.

PAPY F., 1979. Analyse du comportement des cultures de blé dur et de l'orge dans différentes régions céréalières du Maroc à travers leur réaction aux variations interannuelles des régimes pluviométriques. Compte-rendu, Acad., Agricul., France, n° 3, pp.231-247.

PIONNIER H., 1937. La culture du blé sur les hauts-plateaux algériens. Ses conditions climatologique, agronomiques et écologiques. Thèse Ing-Doct., Uni., Alger, 184 p.

SELTZER P., 1949. Le climat de l'Algérie. Alger, 219 p.

SMADHI D., 2002. Etude agroclimatique des grandes cultures pluviales en régions semi-arides. Cas des Hauts-Plateaux telliens de l'Est Algérien. Thèse, Mag., Sci., Agr., G.R., 113 p.

STATISTIQUES AGRICOLES. 2003. Superficies et productions. Minist., Agri., Série B, 21 p.