

EVOLUTION DES CULTURES CÉRÉALIÈRES (1876-2011) EN ALGÉRIE ET PERSPECTIVE

Smadhi D.¹, Zella L.², Semiani M.¹, Chabane A.¹, Fedjer Z.³

¹INRA, Laboratoire de Bioclimatologie, Alger, Algérie. Email : dalsmadhi@yahoo.fr.

²Université de Blida, Algérie. Email : lakhdarz@yahoo.fr

³INRA, Laboratoire des sciences des sols, Alger, Algérie.

RÉSUMÉ

Les céréales composées de blé dur, de blé tendre, d'orge et d'avoine, occupent une bonne place dans l'espace algérien. Ces cultures ont constitué depuis des siècles, une occupation dominante de la population majoritairement rurale. Historiquement, le développement des céréales dans le pays, est lié aux modes d'utilisations et aux surfaces emblavées, annuellement. Les surfaces céréalières totales en progression, ont atteint près de 3 millions d'hectares ces dernières années, produisant en moyenne 25 millions de quintaux à raison, d'un rendement qui ne dépasse pas 10 quintaux à l'hectare. Ainsi, les besoins de consommations de la population en croissance, sont de moins en moins couverts par la production nationale. Le déficit de 75% est comblé par des importations dont la facture a atteint 2,5 milliards de dollars en 2011. Cette situation imputée particulièrement à la pluviométrie, a conduit à cette étude. L'analyse est réalisée sur des données annuelles de surfaces emblavées, de productions, de rendements, de consommation en relation avec la pluviométrie, sur une période de 135 ans. Dans cette perspective, les résultats ont montré que la pluviométrie a permis d'expliquer les productions entre + 0,04% à + 45% et les rendements entre + 6% à + 44% dans les conditions de pluies, les plus favorables. Ces chiffres mettent en relief l'impact que jouent d'autres paramètres d'ordre climatique, technique et variétal sur les résultats des cultures céréalières.

Mots Clés : Algérie, céréaliculture, production, pluviométrie, perspective.

SUMMARY

Cereal crops evolution and perspectives in Algeria (1876-2011)

Cereals composed of durum wheat, bread wheat, barley and oats, occupy a prominent place in the Algerian space. These crops have for centuries constituted a dominant occupation of the majority of the rural population. Historically the development of grain in the country is linked to its use patterns and areas planted annually. Total cereal areas attain nearly 3 million hectares in recent years, producing an average of 25 million quintals; yields do not exceed 10 quintals per hectare. Thus, the consumption needs of a growing population are less covered by domestic production. Deficit of 75% is met by imports whose bill has reached \$ 2.5 billion in 2011. This is particularly attributed to rainfall, led to this study. The analysis is performed on annual data plantings, production, yield, consumption in relation to rainfall over a period of 135 years. In this perspective, results showed that rainfall has helped to explain the productions between, 0.04% to 45% and yields between 6% to 44% in the most favourable rainy condition. These figures highlight the impact of climatic parameters, technical and varietal over cereal crops.

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

INTRODUCTION

La céréaliculture en Algérie remonte à l'époque des numidiens qui ont divisé le pays en trois régions : la région Est, la région Centre et la région Ouest (Chalabi, 2001 ; Lancel, 2004). Elle était en effet, pratiquée avant la domination carthaginoise qui remonte au IX^{ème} siècle avant J.C et même antérieure à la colonisation phénicienne, qui date du XIII au VII^{ème} siècle avant J.C (Khebbeb, 1999). A la conquête Romaine, datant du II^{ème} siècle après J.C, l'Algérie est qualifiée de grenier de Rome. La culture des céréales, était répandue à travers tout le tell Algérien (de Timgad, Tipaza, Tébessa, Skikda, Annaba à Tazoult), sans occuper cependant, la totalité des sols qui lui étaient propices (Rouverou, 1930 ; Gomez, 2005). Cette culture composée de blé dur (BD), de blé tendre (BT), d'orge (OR) et d'avoine (AV) se répartie dans des conditions les plus variées de climat, de sol, de relief et de l'étendue des exploitations agricoles. Pionnier (1937) et Baumont (1949) souligne que l'Algérie est un ancien pays à blés, caractérisé par des pluies moyennes comprises entre 200 et 600 mm/an, des étés chauds et secs avec des températures moyennes supérieures à 25 °C. Ces moyennes inchangées au cours des dernières décennies (Smadhi et Zella, 2009), semblent favorables à la céréaliculture pluviale. Sous ces conditions, les surfaces céréalières n'ont cessé d'augmenter, passant d'une moyenne de 2,1 millions d'hectares (Mha) entre (1876-1910), à une moyenne de 3,2 Mha durant les 50 dernières années (1960-2011). Ces étendues reflètent des productions moyennes par période, qui ont évolué de 13 à 25 millions de quintaux

(Mq), soit une augmentation de 50%, est observée. A l'hectare, le rendement céréalier moyen, sur plus d'un siècle ne dépasse pas 10 q/ha, même si des pics sont enregistrés en 2002/2003 (14,7 q/ha) et 2007/2008 (15,3 q/ha). Le rendement de l'Algérie demeure parmi les plus faibles au monde, il avoisine le tiers de la moyenne mondiale, évalué à 27 q/ha, une valeur qui masque des rendements record, comme ceux de la Namibie (88,9 q/ha) ou des Pays Bas (87,2 q/ha), ou encore ceux de la France (70 q/ha) (CNUCED, 2005). Ces pays bénéficiant de meilleures conditions pluviométriques ou de l'irrigation.

La production algérienne ne répond qu'au quart du besoin annuel de consommation, estimé à 80 Mq. Le déficit productif estimé à 75%, est complété par des importations dont la facture a atteint 2,4 milliards de dollars (CNIS, 2011). Ce chiffre propulse l'Algérie au premier rang des pays importateurs de céréales, avec près de 60 Mq/an, soit 5% des achats mondiaux (FAO, 2007), en dépit des récoltes exceptionnelles comme celle de l'année 2006/2007 (41 Mq) et celle de 2009/2010 (52 Mq). Les importations en blé dur et en blé tendre proviennent notamment de la France, pour laquelle l'Algérie est un client de première place (AFP, 2007). Cette dépendance exogène renforce fatalement la perspective d'insécurité alimentaire et entrave en conséquence le développement du pays en matière de céréaliculture.

La céréaliculture occupe à l'échelle mondiale une place primordiale dans les programmes de recherches agricoles, une priorité que la situation de l'Algérie exige, en

particulier pour le blé dur et l'orge. Ces cultures constituent près de 80% de la nutrition humaine et animale. Elles représentent socio économiquement, les cultures stratégiques du pays.

Analyse de la situation

La céréaliculture est toujours pratiquée en régime pluviale et extensif sur 97% des surfaces agricoles utile (SAU), jachère comprise (RGA, 2001). Cependant son évolution à travers les temps à l'échelle régionale, reste difficile en dépit des efforts établis par les pouvoirs publics. Cette difficulté est liée aux manques ou même à l'absence d'informations statistiques précises sur l'ensemble des régions productrices. La céréaliculture algérienne a connu jusqu'aux années 1960, plusieurs étapes d'évolutions. A l'indépendance (1962), cette évolution à perdurer avec les nouveaux découpages administratifs de grandes importances que le pays a connu. Ces découpages en nombre de 3, ont fait passer le nombre de wilayas de 15 en 1966 à 31 en 1974 et à 48 en 1984, le nombre de communes passant de 670 à 703 et 1541 (RGA, 2001).

Dans cette réorganisation, le secteur agricole a connu un recensement général des terres en 1973, ce recensement a relevé des changements importants conduisant à des modifications significatives des structures agraires. Un autre recensement a été réalisé en 2001, contribuant à mettre en place une meilleure assise des systèmes de cultures en fonction des zones agroécologiques dans le pays. Ces réorganisations territoriales, font ressortir les limites d'investigation du milieu céréalier et rendent très difficile la maîtrise des statistiques agricoles céréalières, du pays.

Données céréalières

Les cultures céréalières retenues sont le Blé dur (BD), le Blé tendre (BT), l'Orge (OR) et l'Avoine (AV). Les données des surfaces emblavées annuellement, celles des productions et des rendements céréaliers sont collectées à partir des documents des archives (1875-1966) et des BSA (Bulletin de statistiques agricoles) publiés par le Ministère de l'Agriculture, pour la période (1973-2011). Le tableau 1 représente les surfaces moyennes emblavées au cours des quatre dernières décennies dans les principales régions, du Nord du pays.

Tableau 1 : Répartition régionale des surfaces agricoles utiles (ha) moyennes, celles des surfaces emblavées en blé dur, en blé tendre, en orge et en avoine, (1973-2011).

Régions	Surfaces en hectares					Céréales
	SAU	BD	BT	OR	AV	
Est (RE)	3 526 557	644 585	192 375	375 008	28 371	1 240 339
Centre (RC)	1 399 967	190 910	45 611	97 206	11 827	345 555
Ouest (RO)	3 138 850	410 599	361 283	332 526	69 681	1 174 089
Nord de l'Algérie	8 065 374	1 246 094	599 270	804 740	109 879	2 759 983

Quant aux données relatives aux importations et aux besoins de consommations, elles sont extraites également, des archives et des bulletins du Centre national de l'information statistique (CNIS).

Données climatiques : pluviométrie

Dans le cadre de l'évolution climatique, la pluviométrie, facteur prépondérant du climat, mérite d'être décrit et caractérisé dans le temps en relation avec l'évolution céréalière, en Algérie. Dans ce contexte, des séries de données pluviométriques sont récoltées, saisies, traitées et analysées sur la période de 72 ans (1936-2007) (Smadhi et Zella, 2009) lesquelles ont été actualisées jusqu'à l'année 2011. Les traitements ont permis de mettre en évidence la pluviométrie annuelle moyenne, caractéristique du Nord du pays qui représente 17% du territoire national ; partant du fait, que 83% de l'espace algérien est aride avec des pluies inférieures à 50 mm.

La série pluviométrique considérée, a été divisée en trois périodes de 25 ans. Le choix de cette période contribue à définir l'évolution du climat du pays et éventuellement, expliquer l'évolution de la production et de la productivité des cultures céréalières, en combinaison avec les besoins de consommation et d'importation, dans cette conjoncture de changements climatiques et d'insécurité alimentaire.

Evaluation

Les données (surfaces, productions et rendements) de blé dur, de blé tendre, d'orge, d'avoine et de pluies à l'échelle annuelle,

sont analysées sur la base de l'évolution des moyennes mobiles pondérées. Ces moyennes considérées sur des périodes de 10 ans et de 50 ans, considèrent chaque variable comme la somme d'une variable aléatoire et d'un polynôme fonction de l'ensemble des observations antérieures. Cette méthode permet de mettre en évidence la tendance moyenne des facteurs étudiés sur les périodes choisies, en référence aux moyennes interannuelles. Elle peut être récapitulée, en considérant les écarts aux moyennes (exprimés en pourcentages). Ces écarts contribuent à déterminer les années productives et moins productives en relation avec les surfaces emblavées et la pluviométrie, en particulier.

RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Superficies emblavées

La sole céréalière algérienne est constituée de BD, de BT, d'OR et d'AV. La figure 1 montre dans le détail l'évolution de ces cultures sur les 135 dernières années. Le BD est manifestement dominant à l'échelle du pays, avec une surface de 1,2 Mha, soit 48% du total céréaliier, sur une moyenne de plus d'un siècle. L'OR avec 885 588 ha, vient en deuxième position (34%) par rapport au BT qui tend à émerger durant ce siècle. De l'ordre de 202 858 ha (1876-1910), il a atteint une moyenne de 645 903 ha, soit 17% des surfaces totales ensemencées entre (1960-2011). Enfin, l'AV occupe des surfaces négligeables de 35 591 ha ou 1% du total ensemencé annuellement, en céréales.

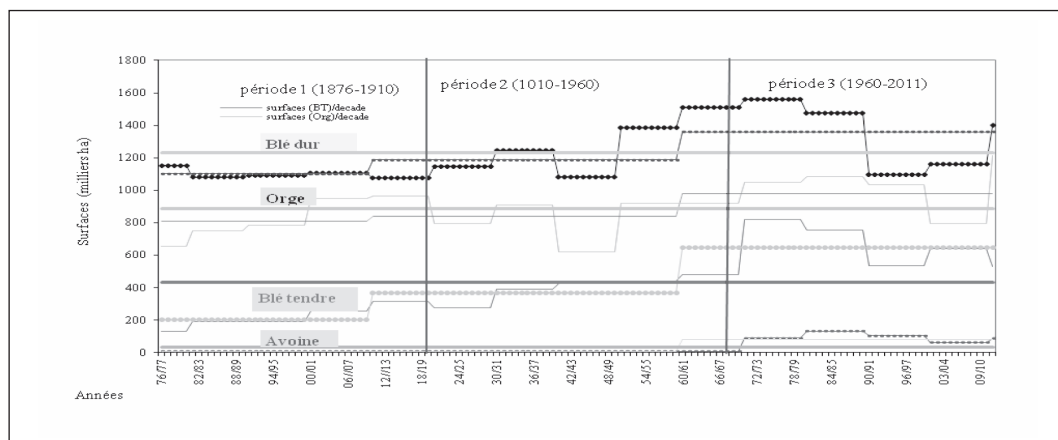


Figure 1 : Superficies temporelles emblavées en blé dur, en blé tendre, en orge et en avoine sur la période (1876-2011).

Par période, la première (1876-1910) et la deuxième période (1910-1960) caractérisent des surfaces de BD, de BT, d'OR et d'AV dont les moyennes restent inférieures à la moyenne sur 135 ans. Les moyennes de BD enregistrent des écarts négatifs compris entre -10% et -4%. L'OR et le BT, qui viennent en deuxième et troisième position, notent des écarts qui atteignent respectivement les pourcentages de (-9% à -5%) et (-53% à -15%). Ces écarts sont élevés en dépit des maximums enregistrés, les décennies (1934-1944) et (1905-1915). Enfin, les surfaces ensemencées en AV au cours de ces périodes, restent négligeables en comparaison de sa moyenne générale, qui reste faible périodiquement.

Au cours de la troisième période (1960-2011), les moyennes des cultures de BD, d'OR, de BT et d'AV atteignent respectivement 1,3 Mha, 979 893, 645 903 et 80 236 ha, soient des écarts moyens sur les 50 dernières années, de l'ordre de +11%, +11%, +50% et +125%. Ces chiffres dénotent de

l'importance des étendues de ces cultures au cours du temps, même si par décennies, les surfaces ensemencées montrent des fluctuations par rapports aux moyennes référencées. Au cours des deux dernières décennies, le graphique montre clairement que les surfaces ensemencées en BD, en OR, en BT et en AV sont en régression. Le BD et l'OR tendent à diminuer au profit du BT et de l'AV durant les années 2000.

Productions

Les moyennes des 135 dernières années par culture, évoluent comme indiqué dans la figure 2. Le BD caractérise la production la plus élevée, 7,8 Mq, soit 43% du total suivi de celle de l'OR qui atteint 6,8 Mq ou 37% du total produit par le pays. La production du BT vient ainsi, en troisième position avec 3,3 Mq, soit 18% seulement de la production céréalière. L'AV reste enfin le moins productif, 251 174q ou 1% en relation avec la faiblesse des surfaces ensemencées.

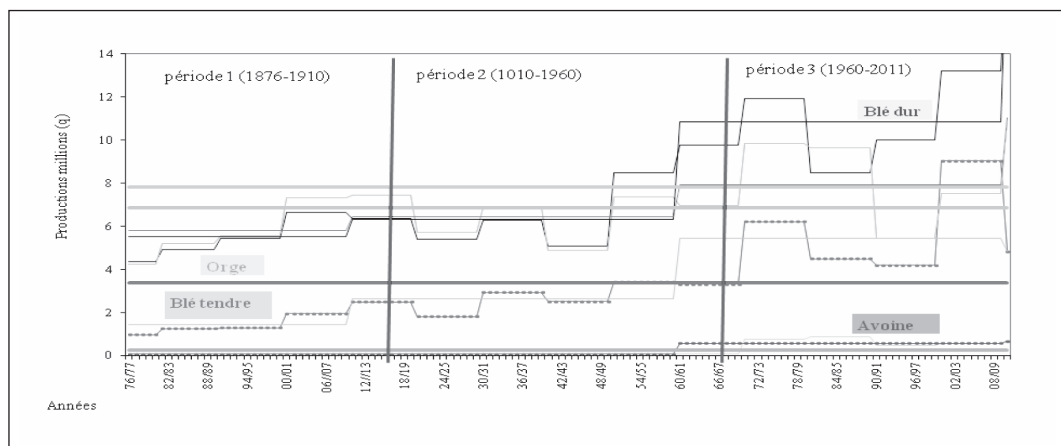


Figure 2 : Evolution des productions du BD, BT, OR, AV sur la période (1876-2011).

Par période et par décennie, une irrégularité des productions moyennes, est observée en relation avec les surfaces ensemencées. Au cours des deux premières périodes (1876-1910 et 1910-1960), les productions des cultures en deçà des moyennes (-65% à -92%) semblent évoluer dans le sens des surfaces en diminution.

Quant à la troisième période, les productions sur 50 ans (1960-2011) montrent de nets accroissements par rapport aux moyennes (135 ans). La production totale céréalière au cours de cet épisode, est due principalement au BD (44%) suivi de l'OR (32%) et du BT (22%) et enfin, de l'AV avec une production qui reste négligeable (4%) en liaison avec des surfaces qui ont augmenté entre 11% (BD) et 125% (AV).

Toutefois, il est important de souligner qu'au cours de la dernière décennie (2000-2011), la diminution des surfaces emblavées des cultures, ne semblent pas influencer particulièrement le BD (19 Mq soit +78%) et l'OR (11 Mq soit +39%) qui montrent des productions en croissance, sur les 50 ans.

Les graphiques (1 et 2) font ressortir par ailleurs, que sur les mêmes surfaces, les productions peuvent d'une décennie à l'autre, varier du simple au double ou même au triple. Ces résultats rappellent dans le détail, le poids que jouent d'autres facteurs, naturels et humains (climatiques, techniques, variétales).

Rendement

Le rendement moyen des cultures sur 135 ans, caractérise un BD dont la moyenne est de 6,3 q/ha. Ceux du BT, de l'OR et de l'AV atteignent 7,6, 7,8 et 7,4 q/ha en relation avec des productions plus faibles (figure 3).

Par période, le rendement des cultures a évolué globalement, dans le sens des productions enregistrant durant les périodes 1 et 2 des écarts de l'ordre de -21% (BD) à +4% (OR) et durant la période 3 des écarts moyens compris entre +29% (BD) et +2% (OR).

Par décennie, ces écarts de rendements fluctuent en combinaison avec des productions aléatoires en dépit des superficies proches des moyennes, dans le temps.

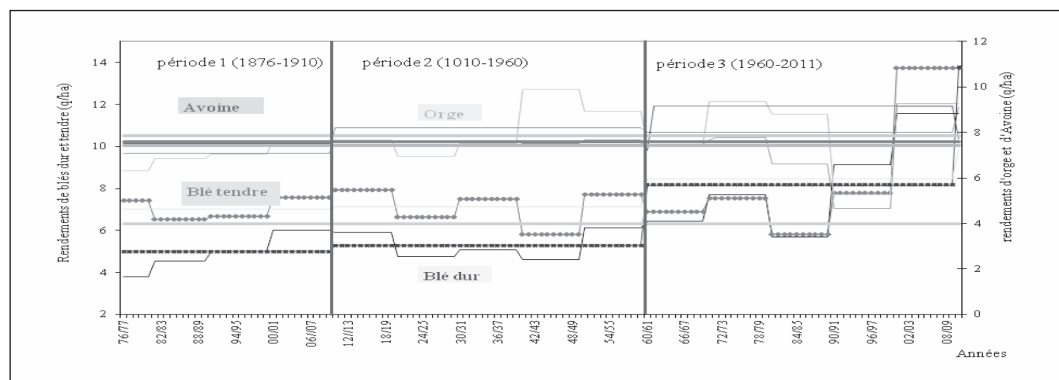


Figure 3 : Rendements par culture (BD, BT, OR, AV) et par phase, période (1876-2011).

Consommation

La consommation directe des céréales en Algérie, se situe les années 2000 à 250 kg/pers/an, en moyenne (CNIS, 2005). Cette consommation est inférieure à la moyenne mondiale (317 kg /pers/an), mais reste 4 fois plus importante que celle des pays développés (60 à 70 kg/pers/an) (FAO, 2003/2004) et plus élevée que celles des pays limitrophes (Tunisie avec 205 kg/hab/an et le Maroc avec 240 kg/hab/an). Les céréales contribuent à un apport énergétique de près de 60%, soit l'équivalent de 2 965 kcal/pers/j (FAO, 2004). La consommation des céréales dans le pays, a tendance à accroître en relation avec la croissance démographique et la baisse des pouvoirs d'achats. Les années 2000 observent en effet, un accroissement de la consommation de 40% par rapport aux années 1960 et de 20% par rapport aux années 1980 (Smadhi et Zella, 2010). Cet accroissement est couvert par la production nationale à 38% seulement, en dépit des productions qui ont atteint 40 Mq (2002/2003) et même 52 Mq (2008/2009), confirmant la dépendance alimentaire

Importation

Les statistiques économiques des années coloniales montrent que l'Algérie a toujours été un pays importateur de blé, même si des exportations ont été effectuées. Selon Rouveroux (1930) et Bouveret (1930), les importations à l'époque romaine remontaient à 800 000 et 900 000 q, elles ont évoluées au cours des années (1900-1929) à 1,1 Mq alors que, les exportations atteignaient près de 2,8 Mq. Les importations en hausse régulière, ont atteint 63,5 Mq pour une facture de 2,4 Milliards de dollars (CNIS, 2011). Les importations effectuées les années 2000, portent principalement sur le blé dur, le blé tendre et l'orge, avec des quantités variables d'une année à l'autre. A titre d'exemple, les importations pour l'année 2011 sont de 13,5 Mq pour le BD, elles sont de 30,5 Mq pour le BT et de 16,5 Mq pour l'OR. Ces quantités sont importées de France, du Canada, de l'Allemagne, des Etats Unis d'Amérique, d'Espagne et du Mexique. Les importations du pays, sont attribuées aux variations climatiques en particulier la pluviométrie.

Climat : pluviométrie et production

L'évolution des productions et des rendements du BD, du BT, de l'OR et de l'AV, est expliquée partiellement par les pluies annuelles, d'une période à l'autre (tableau 2). Ces périodes représentent des pluies relativement humides (période 1), stationnaires (période 2) et déficitaires (période 3) (Smadhi et Zella, 2009). Les droites de régressions illustrées par les graphiques, montrent des pentes d'équations faibles qui relèvent une valorisation efficiente des pluies périodiques. La période (1936-1960) relativement favorables à la céréaliculture, explique très faiblement toute la période de déficit des cultures. Les relations ressorties ne dépassent pas 1% à 8% pour les productions, elles évoluent entre 5% et 6% pour les rendements. Le constat relatif à la période

de (1960-1985) montre des productions et des rendements qui sont expliqués par les pluies annuelles, entre 4% et 18% (productions) et de 1% et 10% (rendements). Enfin, au cours de la troisième période l'accroissement des productions épousent en l'amplifiant celui des pluies.

L'amélioration des rendements de 84% (BD), 83% (BT), 10% (OR) et 26% (AV) au cours de la dernière décennie, vient annuler l'effet péjoratif des sécheresses. Il semble bien se confirmer que l'amélioration des productions des cultures céréalières, est le plus souvent tributaire de celle des pluies annuelles, même si ces résultats rappellent encore une fois, le poids que jouent d'autres influences climatiques et d'ordre technique.

Tableau 2 : Relations existantes entre la pluviométrie, la production et le rendement des cultures céréalières à différentes périodes.

Périodes	Cultures	Production-pluie		Rendement-pluie	
		Equation	R2 (%)	Equation	R2 (%)
(1936-1960)	BD	$y = 12828x + 449390$	8	$y = 0,006x + 2,3976$	5
	BT	$y = 252,98x + 3E+06$	0,5	$y = 0,0003x + 6,7534$	0,07
	OR	$y = 11640x + 598378$	1,7	$y = -0,0257x + 21,663$	7
	Av	$y = -6,7766x + 66977$	5,3	$y = 0,0006x + 7,3251$	5
(1960-1985)	BD	$y = -14553x + 2E+07$	12	$y = -0,0087x + 10,943$	10
	BT	$y = -31396x + 2E+07$	0,5	$y = 0,0007x + 6,7008$	6
	OR	$y = -31396x + 2E+07$	11	$y = -0,0248x + 20,511$	9
	Av	$y = -31396x + 2E+07$	18	$y = 0,0008x + 7,2466$	11
(1985-2011)	BD	$y = 56051x - 2E+07$	46	$y = 0,0703x - 22,045$	33
	BT	$y = 45551x - 1E+07$	33	$y = 0,0493x - 13,248$	44
	OR	$y = 10150x + 2E+06$	16	$y = 0,0267x - 5,1155$	13
	Av	$y = 2038,1x - 366607$	15	$y = 0,0403x - 11,598$	34

CONCLUSION

Les cultures céréalières étalées sur près de 3 Mha, ont produit au maximum, une moyenne de l'ordre de 52 Mq, soit un rendement moyen de 16,5 q/ha, au cours des 30 dernières années. La production dominée par le BD (42%) suivie par celles de l'OR (31%), du BT (24%) et de l'AV (3%), reflète un potentiel agricole sous exploité (97% de jachère). En effet, les surfaces céréalières localisées à plus de 80% dans les étages bioclimatiques semi-arides et arides, se caractérisent par des pluies variables, aléatoires et déficitaires interprétant partiellement l'évolution des céréales, dont la facture pèse lourd à l'état.

L'amélioration de la production et de la productivité des cultures à cette contrainte, devraient se concevoir par conséquent, à plusieurs niveaux. L'adaptation des variétés à produire en pluviale et en irrigué sous des climats changeants (climat, sol, eau, irrigation) ; l'utilisation de variétés pouvant ajuster leurs cycles à la longueur des saisons des pluies. Ces perspectives pourrait être appuyée par la mise au point de nouvelles techniques culturales ; mais aussi par la mobilisation maximale des ressources en eau associés aux risques des changements climatiques. Le développement durable des cultures céréalières, nécessite une analyse approfondie des facteurs du climat (pluviométrie, températures, gelées, siroccos) accompagné d'une politique de gestion du milieu (date de semis, sol, fertilisation, pente, variété, eau). La combinaison contribuerait à régulariser ou même à optimiser la production afin d'assurer la sécurité alimentaire d'une population en croissance.

Références bibliographiques

AFP. 2007. Algérie - La France continuera à exporter son blé. Déclaration C.N.I.L. n°645 103, 4 p. www.terre-net.fr, un titre Terre-net Média.

Baumont M. 1949. Le blé. Edit. Que sais-je. n° 22 109, paris, 127 p.

Bouveret A. 1930. Valeur commerciale des blés en Algérie. Débouchés qui leur sont offerts. Gouv., Gen., Alg., Direct., Agric., Colon, 27-31.

BSA. 1970-2011. Bulletin de statistique agricole- Inventaire statistiques des terres agricoles. Ministère de l'Agriculture, Série B, 21 p.

Chalabi A. 2001. L'Algérie Antique. www.iquebec.com. Email tasacora@iquebec.com.

CNIS. 1969-2011. Bulletins de statistiques économiques. 1969-2011. 21 p.

CNIS. 2011. Agriculture algérienne. Les statistiques. <http://www.douanes.cnis.dz>.

CNUCED. 2005. Le blé. La culture. Information de marché dans le secteur des produits de base. 7 p. www.Blé.doc/Blé.rendement.dans.le.monde.htm.

FAO. 2007. Récolte céréalière mondiale. 2 p. www.fao.org/newsroom/fr/news/2007/1000533/-index.html.

FAO. 2003/2004. Agriculture mondiale. Horizon 2015-2030, 97 p.

FAO. 2004. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture. Coll., FAO., Agri., n°35, 226 p.

Gomez G. 2005. Histoire de l'Algérie. Chronologie de la préhistoire à l'indépendance.

Khebbab A. 1999. L'Algérie dans la préhistoire. www.http/men.

Lancel S. 2004. L'Algérie dans l'Antiquité. De Massinissa à Saint Augustin. Edi. Mengès, 260 p.

Pionnier H. 1937. La culture du blé sur les hauts plateaux algériens. Ses conditions climatologiques, agronomiques et écolo-

giques. Thèse Ing-Doct., Uni., Alger, 184 p. RGA. 2001. Rapport général RGA., Minist., Agri., CD-Room.

Rouverou P. 1930. Statistique de la production des céréales en Algérie. Céréales d'Algérie. Gouv., Gen., Alg., Direct., Agric., Colon., 2-58.

Smadhi D. et Zella L. 2009. Céréaliculture en sec et précipitations annuelles : le cas de l'Algérie du Nord. Rev. Sech., n°20, 199-203.

Smadhi D. et Zella L. 2010. Pluviométrie et céréaliculture dans le système agro-économique de l'Algérie. Rev. Scie. Tech., Uni. Montouri El Yabess, n°29, 56-62.