

Institut National Agronomique El Harrach – Alger
En vue de l'obtention du diplôme de Magister
Spécialité : Production Végétale
Option : Sciences Techniques de Production Végétale

Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge *Hordeum vulgare* L. en zones semi-arides d'altitude

Présentée par :

Mohamed MOSSAB

Directeur de Thèse M. BOUZERZOUR H Maître de Conférences Université de Sétif
Soutenue le 10 Octobre 2007

Devant le jury d'examination Président : M. DAOUD Y. Professeur INA El Harrach, Alger
Examineurs : M. ABDELGUERFI A. Maître de Conférences INA El Harrach, Alger KHALDOUN A.
Thèse Unique ITGC El Harrach, Alger M. BENMAHAMMED A. Maître de Conférences Université de Sétif
Invité M. SAHNOUN M Maître de Conférences Université de Tiaret

Table des matières

Remerciements . .	4
Dédicace . .	5
Liste des abréviations . .	6
Résumé . .	8
Summary . .	9
Introduction . .	10
Chapitre I : Revue bibliographique . .	12
1.1- Les structures agraires et la répartition des terres en Algérie . .	12
1.1.1- Les structures agraires . .	12
1.1.2- La répartition des terres . .	13
1.2- Elevage, cheptel, ressources et productions fourragères . .	15
1.2.1-L'élevage et le cheptel . .	15
1.2.2-Ressources et productions fourragères . .	17
1.3- Bilan Fourrager : . .	29
1.4- Description de l'orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.) . .	31
1.4.1- La plante . .	31
1.4.2- Origine et distribution de l'orge . .	31
1.4.3- Productions, surfaces et rendements de l'orge . .	32
1.5- Sélection pour l'adaptation aux zones arides et semi-arides : . .	40
1.5.1- Sélection pour le rendement en grain : . .	40
1.5.2- Effets de la coupe sur la graminée et aptitude des variétés d'orge à la double exploitation : . .	48
Chapitre II Matériels et Méthodes . .	54
2.1- Caractéristiques de la région d'étude : . .	54
2.1.1- Les différentes zones agro climatiques . .	54
1 – 1 Le climat moyen : . .	55
2.2- Caractéristiques de l'expérimentation . .	55
2.2.1- Localisation . .	55
2.2.2- Dispositif expérimental . .	55
2.2.3- Suivi et notations . .	58
2.3- Analyse des données . .	59
Chapitre III- Résultats et discussions . .	61
3.1- Caractéristiques climatiques et rythme de développement variétal . .	61
3.2- Capacité différentielle de production de la matière sèche au stade épi-1cm . .	63
3.3- Capacité différentielle de reprise après fauche . .	65
Conclusion generale : . .	72
Références bibliographiques . .	74

Remerciements

Au terme de la réalisation de ce mémoire, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à :

M. BOUZERZOUR Hamena qui a dirigé et orienté ce travail avec une grande patience et une attention particulière et qui n'a pas cessé de m'encourager avec ses précieux conseils et suggestions, qui m'ont permis de mener à terme ce travail.

M. DAOUD Youcef qui me fait l'honneur de présider mon jury.

M. ABDELGUERFI Aïssa qui a accepté de juger ce travail et qui m'a toujours poussé de l'avant.

M. KHALDOUN Abdelhamid pour avoir accepté de faire partie de mon jury.

M. BENMAHAMMED Amar pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail et pour avoir participé à son évaluation.

M. SAHNOUN Mohamed pour avoir accepté mon invitation

Tous les employés de la station expérimentale de l'ITGC de Sétif pour leur disponibilité et leur amabilité.

Anissa, bibliothécaire du département de phytotechnie, Habiba bibliothécaire de la centrale.

Amrani Mohamed (I.T.G.C, Alger), Mme Behidj, et Melle Zouatine, bibliothécaires de l'I.T.G.C, Alger pour leurs disponibilités.

Tout ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à ce travail

Merci à tous.

Dédicace

A mes très chers parents soucieux de ma réussite et à qui je ne saurais jamais exprimer toute ma reconnaissance, qu'ils trouvent ici l'accomplissement de leurs vœux et l'expression de ma profonde gratitude, ainsi que le témoignage de mon affection et tendresse, A la mémoire de mes grands parents, A ma chère épouse Karima qui n'a pas cessé de m'encourager et à côté de laquelle j'ai trouvé attention et réconfort, A mes adorables enfants : Amina, Mahdi et Farouk, A mes frères et sœurs qui m'ont soutenu tout le temps, A mes neveux et nièces, A mes cousins et cousines, A tous ceux qui m'ont soutenu dans les moments les plus difficiles. Je dédie ce modeste travail, Mohamed.

Liste des abréviations

- A.P.F.A. Accession à la Propriété Foncière Agricole
- AGC Aptitude générale à la combinaison
- ASC Aptitude spécifique à la combinaison
- CB Cellulose brute
- cm Centimètre
- cm³ Centimètre cube
- D.S.A. Direction des Services Agricoles
- E Effet milieu
- E.A.C. Exploitation Agricole Collective
- E.A.I. Exploitation Agricole Individuelle
- F.A.O. Food and Agriculture Organisation
- F.N.R.D.A. Fond National de la Recherche de Développement Agricole
- g Gramme
- G Effet génotype
- g/kg Gramme / kilogramme
- ha Hectare
- Hab
- H.I Habitant
- Harvest Index (Indice de récolte)
- I.T.G.C. Institut Technique des Grandes Cultures
- Kg kilogramme
- Km Kilomètre
- m Mètre
- M.A. Ministère de l'Agriculture
- M.A.D. Matière Azotée Digestible
- M.A.D.R. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
- M² Mètre carré
- MAT Matière azotée totale
- mm millimètre
- MS Matière sèche
- MV Matière verte
- N Azote
- P.N.D.A. Programme National de Développement Agricole
- PDIE Protéine digestible dans l'intestin grâce à l'énergie disponible
- PDIN Protéine digestible dans l'intestin grâce à l'azote disponible
- pH potentiel Hydrogène
- Prod. Production

- qx quintaux
- qx/ha Quintaux / hectare
- r. Coefficient de corrélation
- Rdt Rendement
- S.A.U. Surface Agricole Utile
- Surf. Surface
- T Tonne
- t. Température
- U.F.L. Unité Fourragère Lait
- U.F.V. Unité Fourragère Viande
- U.G.B. Unité Gros Bétail
- °C Degrés Celsius
- % Pourcentage

Résumé

Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zones semi-arides.

Dix géotypes d'orges (*Hordeum vulgare* L.) sélectionnés pour leurs aptitudes à produire en zone semi arides, ont été évalués, durant trois années, sans et avec une fauche au stade « épi à 1 cm » (simulation de pâturage).

La matière sèche produite au stade de coupe (140.2 g/m² en moyenne pour les trois campagnes) a varié significativement entre les variétés, les géotypes tardifs accusent la plus grande réduction (40% en moyenne, de matière sèche produite au stade épi à 1cm), entre une bonne et une mauvaise année climatiques.

L'effet du stress hydrique combiné au stress thermique a provoqué un raccourcissement du cycle des variétés compté en jours calendaires.

La simulation de pâturage a réduit l'ensemble des variables mesurées. La réduction varie de -7.6% pour le poids de 1000 grains à -39% pour la biomasse aérienne mesurée au stade épiaison. Cependant une augmentation de la fertilité des épis et de l'indice de récolte a été observée ; les géotypes Tina et Bégotha donnent les meilleurs rendements après fauche et sans fauche, par campagne et en moyenne pour les trois campagnes.

Par ailleurs, la capacité de produire une bonne quantité de matière sèche au stade épi à 1cm est intimement liée à la précocité à ce stade de fauche.

Les géotypes Bégotha et Barberousse paraissent aptes à produire du grain, Soufara et Tichedrett à produire du fourrage, tandis que les variétés Plaisant et Acsad176 sont versatiles selon les années ; par contre Tina, Saida, Rihane et Rahma montrent une bonne aptitude à la double exploitation.

Ces dernières peuvent constituer un matériel de base à exploiter pour sélectionner des géotypes à la double exploitation.

Mots clés : Orge, composante du rendement, ressources et productions fourragères, exploitation à double fin, Algérie, zones semi-arides, cultivars, amélioration.

Summary

Contribution to the survey of the exploitation to dual purpose of the barley (*Hordeum L. vulgare*) in semi-arid zone .

Ten barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes selected for their aptitude to produce in semi-arid zone were evaluated, during three years, without and with mowing at the stage ear with 1cm (simulation of pasture).

The dry matter produced at the stage of cut (140.2 g/m² on average for the three years) varied significantly between the varieties, the late genotypes shows the greatest reduction (- dry matter 40% produced at the stage ear with 1cm) between the best and the bad year.

The effect of the water stress combined to the thermal stress provoked a shortening of the cycle, of the varieties, counted in days.

The simulation of pasture reduced the whole of the measured variables. The reduction varies - 7.6% for the weight of 1000 grains and - 39% for biomass measured at heading. However an increase in the fertility of ears and index of harvest were observed. The varieties Tina and Bégoha give best harvest with cut and uncut plots, by countryside and on average for the three campaigns.

The capacity to produce a good quantity of dry matter is closely related to precocity at the stage ear with 1cm. The varieties Bégoha and Barberousse appear ready to produce grain, Soufara and Tichedrett to produce fodder; whereas the varieties Paisant and Acsad176, are changeable according to years, however the genotypes Tina, Saida, Rihane and Rahma show a good aptitude for the dual purpose utilisation.

These last can constitute a basic material to exploit for select lines suited to dual purpose use.

Key-words: Barley, yield component, forage resource and production, dual purpose cropping, Algeria, semi arid zones, genotypes, improvement.

Introduction

L'orge (*Hordeum vulgare* L.) est une espèce très adaptée aux systèmes de cultures pratiqués en zones semi-arides. Cette adaptation est liée à un cycle de développement plus court et à une vitesse de croissance appréciable, en début du cycle. Cette culture, de part ces caractéristiques, s'insère bien dans les milieux caractérisés par une grande variabilité climatique où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole (Hakimi, 1989).

L'orge est utilisée sous diverses formes pour alimenter le cheptel. Le grain, la paille et même les chaumes sont utilisés à cette fin. Les chaumes sont pâturés tout le long de l'été et même une partie de l'automne, lorsque les premières pluies, qui accélèrent leur dégradation, arrivent tardivement (Mossab, 1991). La paille est distribuée surtout dès la fin de l'automne et en hiver en complément de ce que peuvent ramasser les animaux sur les parcours et la jachère laissée à cet effet.

Le pâturage de l'orge, dès la fin de l'automne, en cours d'hiver et même parfois en début du printemps est pratiqué lors des années favorables. Ces dernières caractérisent par des pluies automnales abondantes associées à un hiver moins rigoureux (Bouzerzour *et al.* 2002). Ces conditions de croissance sont mises à profit par la plante qui se développe et talle fortement, produisant ainsi une quantité appréciable d'herbe que l'agriculteur valorise sous forme de pâture.

Le pâturage est effectué à un moment où le cycle de développement de la plante n'est pas fortement entamé pour que cette dernière puisse reprendre aisément et finir son cycle normalement sans de grands effets sur le rendement en grains (Yau et Mekni, 1987 ; Khaldoun 1990 ; Mossab 1991). La pâture, dans de telles conditions, peut s'avérer intéressante pour réduire une végétation luxuriante qui risque d'entamer fortement le stock d'eau du sol, laissant peu à la plante pour mener à terme son développement et produire une quantité acceptable de grain. Ce risque est d'autant plus important que la sécheresse de fin de cycle soit omniprésente.

A l'inverse des blés et surtout du blé dur qui a une place privilégiée dans la tradition agricole locale, l'orge est mise en pâture, aussi, lorsque les conditions climatiques s'annoncent très difficiles et qui pourraient compromettre la production finale en grain. La mise en pâture est déclenchée, en général, le plus tard dans le cycle de développement, une fois que la plante affiche les signes des effets des hautes températures et du manque d'eau.

Cette pratique courante en régions aride et semi aride, lors des années à climat difficile, est une manière d'utiliser, à bon escient une production d'herbe qui est, autrement, perdue d'avance (Slim, 1982 ; Madjid et Hallagian, 1983; Hakimi 1989). Ces multiples utilisations de l'orge, bien ancrées dans les pratiques agricoles locales, sont prises en charge par la recherche qui tente de sélectionner des variétés plus souples et plus adaptées à ces pratiques agricoles représentant différentes alternatives d'utilisations. Ces dernières doivent posséder la capacité de faire une bonne récolte en grains, un bon rendement fourrager lors du déprimage aussi bien qu'une bonne production en matière sèche, tard dans le cycle de développement de la plante, dans le cas où une sécheresse, trop précoce, oblige à pâturer ou à faucher.

L'utilisation de cette espèce pour l'alimentation animale sous ces deux formes grain et fourrage vert ou conservé, ne manquera pas d'intérêt dans notre pays où le déficit énergétique et protéique pour l'alimentation du bétail est notoire.

Cette double vocation semble opportune à une solution à un système de production basé sur l'élevage, tout en assurant une autoconsommation raisonnable.

En effet, le calendrier fourrager est essentiellement marqué par une large période de pâturage et de période plus ou moins courte d'alimentation à l'étable, on observe alors une période où il y a abondance de produit et une autre où il n'y a presque disette où l'on ne distribue que du foin.

L'objectif sera d'obtenir des variétés à paille longue, à production très élevée en biomasse, à bon rendement grainier pour une quantité réduite d'intrant. La plante devra s'ensiler facilement et en outre bien se conserver comme fourrage vert. Les producteurs disposeront ainsi de la souplesse nécessaire au bon fonctionnement de leur « entreprise »

La présente contribution se fixe pour objectif d'étudier la réponse à la double exploitation des variétés d'orge (*Hordeum vulgare L.*) récemment sélectionnées sur la base de la capacité de production grainière.

Chapitre I : Revue bibliographique

1.1- Les structures agraires et la répartition des terres en Algérie

1.1.1- Les structures agraires

La superficie agricole utile (SAU) est passée de 7 à 8, 2 millions d'ha vers la fin des années quatre vingt dix. Cet accroissement résulte principalement du défrichage des parcours steppiques et de la mise en valeur des terres sahariennes et steppiques, particulièrement depuis la mise en œuvre de la loi d'Accession à la Propriété Foncière Agricole en 1983 (M.A., 1992).

Les activités agricoles et d'élevage se pratiquent sur 40,9 millions d'hectares dont 20,1 % de S.A.U, le reste est occupé par les terres utilisées à des fins de pacages et de parcours (70,7 %). Les terres alfatières d'une superficie de 2,9 millions d'ha ainsi que les terres forestières qui s'étendent sur 3,9 millions d'ha supportent aussi des activités d'élevage (M.A., 1992).

Les principales caractéristiques du potentiel productif agricole du pays sont le peu de superficies cultivables, des aptitudes agro écologiques défavorables, une superficie importante laissée en jachère et un faible taux de mobilisation des eaux. La démographie croissante fait que la surface agricole utile par habitant est en baisse continue passant de 1.1 ha/habitant en 1900 à 0.6 en 1954 puis à 0.32 en 1995 et enfin à 0.26 ha/habitant en 2000 (Bessaoud, 1994 et Rachedi, 2000), ce qui rend impérieux la nécessité de produire plus par unité de surface (Bedrani et al, 2001).

Les zones agricoles à potentialités naturelles favorables ne couvrent, en fait, que 1,4 millions d'ha, soit à peine le 1/5 de la SAU, et bénéficient d'une pluviométrie supérieure à 450mm. Selon Bedrani *et al.* (2001) les structures agraires sont dominées par la petite exploitation, ce qui entrave quelque peu l'intensification. En effet les petits agriculteurs sont moins perméables aux innovations et sont peu aptes à prendre des risques vu la faiblesse de leur trésorerie.

Les structures agraires sont dominées par la petite exploitation. En 2000, le nombre d'exploitations agricoles est estimé par les services statistiques à 1 055 258, sans changement par rapport à 1999, dont 30 201 exploitations agricoles collectives et 64 597 exploitation agricoles individuelles. On en comptait 653 000 exploitations en 1960 et 899 545 en 1972-1973, soit un accroissement de + 62 % entre 1960 et 2000 (Bedrani et al, 2001).

Cet émiettement des exploitations, est relativement alarmant, la petite exploitation ne pouvant être viable que si ses terres sont irriguées. Le recensement des agriculteurs, par la Chambre Nationale de l'Agriculture, entamé depuis 1998, avance le chiffre de 350 000 exploitations agricoles à la fin de l'année 2000. Ce chiffre, ramené à celui de la SAU, indique que l'exploitation moyenne ne couvre que 25 ha. C'est une exploitation de faible taille, compte tenu du caractère pluvial de l'agriculture et du faible degré d'intensification (Bedrani *et al.*, 2001).

La céréaliculture qui domine prend, en conséquence, un caractère extensif qui s'accroît suite à la réorganisation du secteur agricole en 1987-1988. Ce caractère extensif est consolidé par le sentiment d'incertitude vécu par les exploitants quand au statut portant réorganisation du secteur étatique, statut qui freine l'investissement nécessaire à l'intensification (Chehat, 1994).

Toutefois, Feliachi (2000), note qu'aujourd'hui au moment où le souci de sécurité alimentaire est présent dans tous les discours, il devient impératif, voir stratégique, d'accroître la production nationale afin de satisfaire les besoins nationaux et diminuer, en conséquence les importations massives. C'est dans cette optique que le ministère de l'agriculture et du développement rural exécute depuis la campagne 1998/1999 un programme d'intensification céréalière concernant essentiellement le blé dur et le blé tendre, sur une superficie de 1.200.000 ha, localisées dans des zones à haute et moyenne potentialités.

En effet, l'état encourage l'investissement à la parcelle par différentes mesures de soutien, notamment les primes à l'élévation de la productivité à l'hectare, à la mécanisation, à l'élargissement de l'utilisation de l'irrigation d'appoint, à l'utilisation des intrants (herbicides et fertilisants) et le soutien à la consommation énergétiques (électricité et carburant).

1.1.2- La répartition des terres

La structure de l'occupation de la SAU est dominée, depuis des décennies, par les céréales et la jachère à plus de 80 % (Tableau 1). Cette dominance est présente avec la même force dans tous les étages bioclimatiques, dans les zones relativement bien arrosées comme dans celles qui le sont moins.

Tableau -1- Evolution de l'occupation de la SAU en % (Bedrani *et al*, 2001)

Périodes	1970-1974	1980-1984	1990-1994	1995-1999	2000
Jachère	42,9	44,5	49,8	42,5	41,6
Céréales	41,5	36,2	31,6	40,7	41,7
Légumes secs	1,3	1,7	1,3	1,0	0,8
Fourrage artificiel	3,5	6,4	6,3	5,4	5,4
Culture industrielle	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
Maraîchage	1,8	2,6	3,4	3,2	3,3
Arboriculture	5,4	5,8	5,7	5,6	5,7
Vignes	3,3	2,6	1,1	0,7	0,7
Autres	0,0	-0,1	0,5	0,5	0,2

En 1999/2000, le mode d'occupation du sol s'est modifié quelque peu comparativement à la répartition moyenne de la période 1994/95 à 1998/99 (Tableau 2). Selon Bedrani *et al*. (2001), il est peu probable que ces changements soient le résultat direct des seules incitations du P.N.D.A, mis à part les progrès notés pour l'arboriculture, la vigne et la phoeniciculture.

La zone de prédilection de la céréaliculture est représentée par l'aire comprise d'Est en Ouest entre les isohyètes 350 mm au Sud et 600 mm au Nord. Cette zone porte une S.A.U de 4.411.500 ha dont 2.260.000 ha sont occupés par les céréales. Elle représente plus de 68 % de la S.A.U totale de l'Algérie (M.A., 1992).

Tableau -2- Evolution de l'occupation de la S.A.U en ha 1999-2000 (Bedrani *et al*. 2001)

Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge *Hordeum vulgare* L. en zones semi-arides d'altitude

	Surfaces en 1999/00 (x1000 ha)	Accroissement en 2000/ à 1995-1999	Accroissement en 2000/ à 1999
Jachère	3 421	- 1	- 5
Céréales	3 432	3	7
Légumes secs	63	- 26	- 13
Fourrage artificiel	448	2	- 6
Culture industrielle	40	- 3	- 17
Maraîchage	275	7	0
Arboriculture	470	3	2
Vignes	59	- 1	3
Autres	20	- 49	- 42
Total S.A.U	8 227	1	0

Au plan agro – écologique, cette zone se caractérise par de l'altitude (900 à 1200 m), des hivers froids, un régime hydrique irrégulier et faible (Baldy, 1974). La superficie cultivable empiète sur cinq grands ensembles qui se différencient surtout par le cumul annuel des pluies qui déterminent dans une large mesure le potentiel de production (Tableau 3).

Zones	Pluie (mm)	Céréales (10 ³ ha)	Jachère (10 ³ ha)	Stress
Littoral	>600	64	0	néant
Plaines intérieures	450-600	850	400	gel
Hauts plateaux	350-450	1 500	900	gel, sécheresse
Steppe	200-350	400	0	sécheresse
Montagne	350-600	300	0	--

Tableau - 3- Caractéristiques des grandes zones de production des céréales (M.A., 1992).

Toutefois, Bouzerzour et al. (2003) notent que cette répartition est souvent faite au détriment d'autres spéculations qui seraient mieux adaptées à ces régions, telles que les cultures fourragères et les cultures pérennes.

En dehors de l'orientation céréalière globale, les zones les plus riches en pacages et parcours s'orientent vers l'élevage pastoral associé à la culture de l'orge (Tableau 4). Les cultures céréalières auraient donc un lien directe avec l'élevage ovin et même caprin, par le maintien de la jachère pâturée et la culture de l'orge (Abbés et al., 2001).

Tableau -4- Superficies en céréales, jachères, fourrages artificielles et prairies comparativement à la SAU totale et sa répartition en zone céréale et sur les hauts plateaux et la répartition des effectifs d'élevages (Abbés et al, 2001)

	SAU (ha)	Céréales (ha)	Jachère (ha)	Prairie (ha)	Fourrage (ha)	Autres (ha)	Ovin (têtes)	Caprin (têtes)	Bovin (têtes)
Algérie	8081000	3752580	2967340	40440	412150	908490	11108500	1703540	676720
% zone céréale	68,58	76,04	70,35	25,56	63,49	36,17	57,83	22,40	89,24
% HP	30,07	31,24	31,38	11,07	31,45	1,31	1,28	14,16	25,26
Zone céréale	5541601	2853416	2087551	10337	261680	328617	6423740	381660	603900
HP	2430000	1172430	931092	4477	129612	11945	142735	241190	170935
%HP/ Zone céréale	43,85	41,09	44,60	43,31	49,53	3,63	2,22	63,19	28,31

HP = hauts plateaux

1.2- Elevage, cheptel, ressources et productions fourragères

1.2.1-L'élevage et le cheptel

L'élevage occupe une place de choix dans les pays du bassin méditerranéen. Il valorise les espaces et représente une composante économique essentielle du secteur agricole (Boutonnet, 1989). Il est le plus souvent pratiqué sous des formes très extensives, notamment sur les hautes plaines arides et semi-arides. L'élevage ovin s'adapte relativement plus aux conditions difficiles de ces régions. Economiquement, il complète les productions végétales.

Ce secteur d'activité a subi une forte régression sous l'occupation coloniale, suite aux effets de la guerre et de l'exode rural, qui s'en est suivie (Adem, 1986). Depuis le début des années 1970, cette activité s'est fortement développée. Sa contribution à l'économie nationale est en train de devenir de plus en plus importante, représentant un capital qui se chiffre en milliards de dinars (Adem, 1986).

Cette activité hautement stratégique tire son alimentation des pâturages représentés par la steppe qui s'étend sur 12 millions d'hectares, en plus 28 millions d'hectares de parcours sahariens (Chellig, 1992). Le Tableau 5 montre l'évolution des effectifs pour la période 1973 à 2001.

Tableau-5- Evolution du cheptel ovin, caprin et bovin en Algérie de 1973 à 2001 (MADR, 2002)

Années	1973	1979	1995	1998	2001
Ovins	8.435.160	12.222.690	17.841.840	17.948.940	17.298.790
Caprins	2.406.940	2.817.710	2.543.790	3.256.580	3.129.400
Bovins	870.090	1.327.610	1.269.130	1.317.240	1.613.040

Selon Bedrani *et al.* (2001) ces changements dans les effectifs font suite à la variation de la politique de soutien des prix des aliments et aux effets des conditions climatiques sur

la production fourragères. Le Tableau 6 indique l'évolution de la structure en % UGB, par décade

Tableau -6- Structure du cheptel en %UGB (Bedrani *et al.* (2001)

Périodes	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000
Bovin	37	29	28	34
Ovin	50	62	62	57
Caprin	13	9	10	10
Totaux	100	100	100	100

Par ailleurs, la structure du cheptel est dominée par les ovins. On note aussi une variation dans la répartition régionale vu que les plus gros effectifs se rencontrent à l'Est du pays (Chellig, 1992). Les principales races ovines existantes sont données au Tableau 7.

Tableau -7- Les différentes races ovines d'Algérie et leur répartition géographique (Chellig, 1992).

Races	Effectifs	Berceaux
Ouled Djellal	9.000.000	Biskra
Race Hamra (Beni Ighil)	3.200.000	Saida et Ouest oranais
Race Rimbi	1.600.000	Tiaret, Chott Chergui
Barbarine	50.000	El Oued (Erg Oriental)
Berbère	1.000.000	Tell
D'Men (très prolifique)	30.000	Saoura, Oasis (Erg Occidental)
Si Dabuen, Targuia. (sans laine, race peul)	15.000	El Goléa

Toutefois, la composition du troupeau a tendance à changer. On assiste aujourd'hui au remplacement de la race Beni Ighil très rustique et adaptée au pâturage steppique par la race Ouled Djellal très prolifique et d'un apport plus rentable en viande. En effet, un « broutard » de 12 mois de la race Beni Ighil équivaut au poids d'un agneau de 04 mois Ouled Djellal. L'une des causes de ces mutations est le pillage organisé de certaines races très prisées, telles que Ouled Djellal, vers les pays voisins où elles sont cédées à des prix dérisoires (Abdelguerfi et Laouar, 1999)

Les nombreuses études consacrées à ce secteur d'activité s'accordent à attirer l'attention sur le déséquilibre entre l'offre et la demande en matière d'alimentation qui reste essentiellement basée sur la vaine pâture. En effet, tous les besoins du cheptel (entretien, croissance, engraissement, lutte, gestation et allaitement) ne seront pleinement assurés que par l'existence d'un calendrier fourrager basé sur un affouragement en vert durant toute l'année (Prévost, 1990).

Toutefois, malgré le bilan fourrager négatif, certaines espèces animales ont des taux de croissance appréciable grâce à la forte participation des aliments concentrés dans leur régime alimentaire (Houmani, 1998 a).

En effet, le pastoralisme se manifeste encore à l'époque actuelle par la mobilité des troupeaux et de l'homme d'une part et par la persistance de vaste territoire à usage collectif, d'autre part. La tente auxiliaire indispensable de l'éleveur mobile résiste dans de très

nombreuses régions (steppe et régions désertiques). Les longs déplacements n'en sont pas moins pratiqués, notamment pour les troupeaux de grandes dimensions.

Se fondant sur la mobilité, on a donc l'habitude de partager les élevages sur parcours en trois grands types : l'élevage nomade, l'élevage transhumant et l'élevage sédentaire (les troupeaux se déplacent souvent sur de longues distances, mais ils reviennent chaque soir au village). Ce dernier est présent partout, notamment pour les petits troupeaux quelques soit les difficultés du milieu (Bourbouze, 2000).

Il est clair que ces régions intègrent lentement l'économie nationale et qu'avec les transformations qui les secouent, dans des rythmes très différents selon les régions, elles assurent des fonctions économiques de moins en moins marginales. Certes, il n'y fait pas toujours bon vivre et il faut s'adapter aux rudesses du climat, résister aux années sans pluies et multiplier les sources de revenus pour amortir les chocs. Mais les marges bougent et les différents plans de sauvegarde de l'environnement et de lutte contre l'érosion ne devraient pas s'y opposer et se fixer plutôt comme objectif principal d'accompagner ce mouvement.

L'achaba reste très pratiquée par les éleveurs de la steppe et elle intéresse plusieurs millions de brebis. Elle régresse cependant, depuis le partage des domaines autogérés en EAC et EAI, qui pratiquent des tarifs de location de chaume ou de jachère, moins avantageuses poussant les éleveurs à recourir de plus en plus à des achats de compléments qui font venir par plein camion du nord. Le transport des fourrages remplace le transport des moutons.

1.2.2-Ressources et productions fourragères

Les fourrages regroupent toutes les plantes consommées par le cheptel, par pâturage, sous forme de foin, d'ensilage ou des agglomérés. La plupart des espèces de plantes fourragères font partie de la famille des graminées et des légumineuses.

En Algérie, les ressources fourragères se composent principalement de chaume des céréales, végétation des jachères pâturées, parcours steppiques, forêts, maquis et un peu de fourrages cultivés, par ailleurs on assiste à une forte utilisation de matières premières importées pour la fabrication d'aliment de bétail (Bouazza et Boutaba, 2001)

1.2.2.1- Les ressources fourragères naturelles :

Si dans le monde, par un passé assez récent, la production fourragère et la production pastorale ont été l'élément clé de la révolution agricole et agro industrielle, en Algérie depuis la période coloniale à nos jours, la superficie des parcours n'ont fait que régresser et les cultures fourragères n'ont jamais eu la place qui leur est due. En effet, Abdelguerfi et Laouar (2001) précisent que par la nature de son climat, de son relief, de ses formations végétales et des habitudes et pratiques de sa population humaine, l'Algérie est un pays à vocation pastorale et fourragère par excellence.

Malheureusement, le cheptel est sous alimenté, la production fourragère est très limitée et les ressources pastorales restent aléatoires et s'amenuisent d'année en année (Abdelguerfi et Laouar, 1997; Khaldoun et al., 2000).

1.2.2.1.1- Les parcours

Ils sont constitués surtout par la steppe qui se distingue par un ensemble de pacage épars et de faible productivité, dégradés au cours des dernières décennies, suite à un surpâturage

continu. S'étalant sur plus de 12 millions d'hectares, les parcours steppiques produisent en moyenne 110 U.F/ha soit plus de 1.3 milliards d'U.F (Khaldoun et al, 2001) ; utilisée en commun par un nombre important de troupeaux. En effet, 70 % du cheptel national (ovin et caprin) y est concentré et les troupeaux ne prélèvent que 17 % de la ration par le pâturage et l'alimentation est complétée à hauteur de 30 % par le « kssil ».

Toutefois, au début des années 1980 on constatait que la steppe ne pouvait produire plus sur ses 12 millions d'hectares de parcours, les réserves suffisaient pour assurer une subsistance de 04 millions d'ovins, alors qu'en fait et au prix sans doute d'une hypothèque grave sur les capacités de renouvellement des ressources palatables, c'est un troupeau de 08 millions de têtes qui y est entretenu (Abdelguerfi et Laouar, 1997). Les parcours sahariens quand à eux s'étendent sur plus de 20 millions d'hectares avec une disponibilité fourragère de 400 millions d'U.F (Khaldoun et al. 2001).

En 1969, les parcours steppiques avec 1,6 milliards d'U.F (Chellig, 1969) nourrissaient 7890.10^3 équivalents ovins, ce qui donnait une charge de 1,9 ha/équivalent ovin. En 1996, le cheptel équivalait à 19170.10^3 équivalent ovin et la charge réelle correspond à 0,78 ha/équivalent ovin.

Par ailleurs, le défrichage pour la culture des céréales a été très important au cours des trente dernières années. On estime la superficie défrichée depuis 1970 à 02 millions d'hectares. La « concurrence » entre parcours et culture des céréales (généralement l'orge) n'est qu'apparente.

Par conséquent cette culture (orge) doit être ramené et maintenue dans ses zones de prédilections : les bas fonds (dayas) et aux zones d'épandages des crues (Abdelguerfi et Laouar, 2001).

La steppe est composée essentiellement d'alfa (*Stipa tenacissima* L.) de sparte (*Lygeum spartum* L) et de drinn (*Aristida pungens* L.). On trouve aussi de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* L.) et à un degré moindre des plantes halophytes (*Suaeda fruticosa*.) et l'atriplex (*Atriplex halimus* L.).

L'alfa occupe la plus grande étendue et le cheptel ovin ne consomme que les jeunes pousses de cette plante qui est surtout utilisée pour la fabrication de cellulose. L'armoise blanche est une plante très appréciée par les troupeaux là où elle pousse, elle donne une grande valeur aux parcours. Les plantes halophytes fournissent aussi des fourrages de bonne qualité (Abdelguerfi, 1986).

Selon Bechchari, (1996), les éleveurs campent sur des sites particuliers selon la période de l'année. En saison froide, ils choisissent les sites à Alfa «lehlassa » en raisons des disponibilités fourragères, de barrières physiques contre le froid et les intempéries, d'usage domestique et comme bois de chauffe. Lors des saisons plus clémentes, ils optent pour des campements sur des sites à armoise qui sont plus aérés et fournissent un fourrage de meilleure qualité.

Pour améliorer les parcours, certains pays, comme le Maroc, mettent en place des périmètres améliorés, où la production herbacée est fortement liée aux précipitations, à la microtopographie et à l'exposition annuelle qui en résulte ainsi qu'à la concurrence pour l'eau exercée par certains ligneux bas tel que *Chamaecystis albidus*, (Tellal et al. 1999a).

En effet, ces périmètres ont un impact socio-économique considérable, de part leur double objectif (lutte contre l'érosion et offre fourragère assurée même en année sèche, grâce à *Chamaecystis albidus*) contribuent d'une part à la restauration des sols et au calendrier alimentaire du cheptel d'autre part.

C'est un système fonctionnel dont les diverses composantes sont en compétition interspécifique. Toutefois, Tellal et *al.*, (1999 a) précise que la présence de ligneux bas (*C. albidus*) a un effet dépressif sur la production d'herbe des milieux étudiés, en effet, le tapis herbacé des parcelles hors couvert est relativement moins affecté par les variations des conditions climatiques interannuelles (effet améliorant du substrat par *C. albidus* en année humide et effet négatif de la forte concurrence pour l'eau en année sèche).

Les parcours, à l'origine terres de la collectivité « arch ou tribu » ont connu des mutations diverses de leurs statuts. Ainsi depuis 1963 les parcours sont devenus des terres de commune. Cette instabilité de l'aspect foncier n'a favorisé ni l'expression socio économique ni le développement de ces ressources mais au contraire a contribué à sa dégradation, ce qui a eu pour conséquence non seulement un morcellement du territoire mais aussi, et surtout, une artificialisation qui génère une régression des ressources fourragères locale (Laouar et Abdelguerfi, 1997), des maquis et des forêts dont la mise en culture a induit une dégradation du couvert végétal mais aussi une érosion accélérée du sol (Abdelguerfi, 1989).

Dans la même logique les approches de développement de l'Algérie indépendante de cette ressource, sont passées d'une prise en charge totale, de 1968 à 1990, à un quasi retrait au début des années 1990, puis, dernièrement à un « libéralisme protectionniste » hésitant sur le projet final de structuration et de régulation des différentes filières (Jouve et *al.*, 1995).

Cette irrégularité dans la démarche de l'Etat n'a pas permis la consolidation des relations de transfert de technologies nécessaires à la conservation et réhabilitation des parcours, en plus, l'absence d'une approche globale du développement agricole et la volonté d'intensification trop spécifique de certaines spéculations (céréaliculture) ont, en effet, induit une continuelle destruction des surfaces prairiales (Abbas et *al.*, 2005).

Aujourd'hui la société pastorale connaît d'importantes transformations socio-économiques (Berchiche et *al.*, 1993; Bedrani, 1996). On note une importante régression du nomadisme qui ne subsiste que de façon sporadique. Les déplacements de grandes amplitudes ne concernent que 05 % de la population steppique. La population ancienne nomade ne s'est pas totalement sédentarisée comme on peut le croire, mais elle est devenue semi sédentaire. Les déplacements sont plus restreints (10 à 15 km) (Khaldoun, 1995).

Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière et élevage ; en plus, sur plan économique, il faut signaler que le rapport du prix de la viande d'agneau vif/ le kilogramme d'orge est supérieure à 25, compte tenu du prix élevé de la viande. La contribution de la production pastorale en steppe est maintenant négligeable tant les distributions de complément concentré sont importantes, le comportement des éleveurs reste cependant, économiquement logique, puisqu'il faut à peine 10 kg d'orge pour faire 01 kg de viande.

Les troupeaux sont de petites tailles car près de 80 % des propriétaires possèdent moins de 100 têtes et 90 % des populations ovines appartiennent à des éleveurs privés.

Toutefois, Redjel (2001), note que le statut juridique des parcours et leur mode d'accès sont deux facteurs déterminants dans l'approche de la réhabilitation et de la restauration de la steppe. En effet, le volontarisme de l'Etat a montré ses limites, en l'espace de trois décennies, l'Etat Algérien n'a pu toucher effectivement que 14 % des territoires des parcours dont la réussite n'a été qu'éphémère et une audience de 1385 attributaires des CEPRA (Coopérative d'Élevage Pastoral de la Révolution Agraire) soit 0.85 % des agro éleveurs.

Contrairement la nouvelle approche participative conduite depuis 1992 à l'échelle réduite au niveau de l'exploitation individuelle qui est basée sur les principes de l'implication active des populations dans la conception, l'application et l'évaluation des programmes de revégétation, la contractualisation des relations, communautés et Etat, et du respect des droits coutumiers d'usage et des traditions locales. Cette approche, en 03 ans, rayonnée sur l'ensemble des terres des parcours, ainsi 99 communes ont été touchées représentant 32 % des collectivités locales et la participation effective représente 6.5 % de la population pastorale (Redjel, 2001).

Ainsi, il faudra prendre en compte l'ensemble des systèmes fourragers et d'exploitation (approche système) pour répondre objectivement à la définition et au développement d'une agriculture durable, c'est-à-dire, rentable, socialement acceptable et respectueuse de l'environnement (Abbas *et al.*, 2005). En effet, en Algérie, l'élevage est séparé de la culture et on ne cultive pas pour l'animal (Hamrit, 1995).

1.2.2.1.2- La jachère

L'intensification de l'agriculture, initiée dès le début des années 1970 avait pour objectif d'augmenter la production et de réduire les surfaces mises au repos (M.A., 1992). Pour les cultures fourragères, les associations à base de mélanges de vesce - avoine, pois orge, l'orge, le triticale et l'avoine ont été les cultures les plus concernées par l'intensification (Zeghida *et al.* 1986).

Les cultures fourragères intensives occupent moins de 20 % de la surface réservée aux fourrages. L'intensification des fourrages artificiels compte sur la résorption des terres en jachère, suites aux difficultés pour trouver de nouvelles terres à mettre en culture (Zeghida *et al.* 1986).

La prairie et le pâturage sont actuellement au cœur d'enjeux socio économiques pour les productions d'herbivores. Réduire les coûts de production, tout en assurant une bonne qualité des produits et en préservant l'environnement, se traduit par une évolution des prairies et de leurs rôles dans les systèmes fourragers.

La diversité des couverts, des conditions du milieu, des systèmes de production qui leur sont liés, et des enjeux auxquels doivent faire face les éleveurs, pose de manière accrue la question de la gestion de ces prairies (Dumont *et al.*, 2001).

Dans une étude réalisée par Abbas *et al.*, (2005), dans les hauts plateaux sétifiens, sur un échantillons de 49 fermes possédant ou exploitant des prairies naturelles, il a été constaté que l'orientation des systèmes de productions a pour conséquence des modes de gestion diversifiés et axés en majorité sur un système mixte fauche pâture. En matière de gestion agronomique et de qualité du couvert végétal des prairies naturelles, malgré la variabilité constatée, il est noté une gestion extensive et la faible place attribuée aux prairies dans le système fourrager, ce qui induit des conséquences négatives

Sur le plan agronomique, Tellal *et al.*, (1999 b) rapportent que pour une gestion annuelle, le rythme d'exploitation ne doit pas dépasser trois périodes de pâturage par an, sauf en bonnes années pluviométrique, en effet, les productions optimales varient beaucoup selon les précipitations annuelles et les conditions de station. Ainsi, il n'est pas utile de rechercher la production maximale dans de telles surfaces, afin de maintenir une végétation à moyen et long terme.

Par ailleurs, un rythme d'exploitation non ajusté à la croissance des variétés risque de pénaliser les plus productives, et les différences d'appétibilité modifient ; chargement

et temps de pâturage sur chacune des variétés, biaisant l'appréciation de leur valeur en situation sans choix (Hazard et Ghesquière, 1998). En réalité, seules la hauteur d'herbe offerte et l'appétibilité sont apparues discriminantes entre les variétés, ces différences soulignent les limites d'une comparaison variétale avec choix des animaux.

Les travaux anglo-saxons des ces vingt dernières années ont permis une analyse très poussée des mécanismes de la croissance de l'herbe au pâturage en confirmant l'intérêt d'un paramètre essentiel : l'indice foliaire. Pour une structure de peuplement donné, ce paramètre peut être estimé plus grossièrement par la hauteur d'herbe (Lemaire, 1987)

La pratique de la jachère travaillée a pour principal but l'amélioration de la production de la céréale qui suit. Elle améliore la capacité de stockage des eaux de pluie par le sol, réduit l'infestation en mauvaises herbes et favorise la minéralisation de l'azote qui sera mis à profit par la céréale suivante. La jachère travaillée rend aisée la préparation du lit de semis et permet ainsi la pratique des semis précoces sur sols secs, sans trop attendre les premières pluies lorsqu'elles tardent à venir (Oudina et Bouzerzour, 1989).

Ces objectifs agronomiques, attendus de la pratique de la jachère travaillée, ne sont pas réalisés par une jachère enherbée. Cette dernière est de règle là où l'élevage est associé à la culture des céréales (Mouret *et al.* 1990). La jachère enherbée est une source d'argent pour l'agriculteur qui valorise ainsi les pousses d'herbes spontanées par la pâture et la production d'agneaux (Boutonnet *et al.* 1990). Cette pratique est importante vu que la surface occupée par cette sole soit estimée à plus d'un million d'hectares.

Hamadache (2001 a) note qu'étant donnée les difficultés à supprimer la jachère pâturée, il serait possible d'adopter une solution intermédiaire à la fois avantageuse sur le plan économique et agronomique. Il s'agirait d'orienter cette végétation et favoriser le développement des espèces à valeur pastorale avérée : légumineuses annuelles.

En effet, cet objectif, peut être atteint en appliquant de l'engrais phosphaté et en pratiquant un labour superficiel de la jachère au début de l'automne (octobre). La production annuelle d'un hectare de jachère pâturée (Matière sèche, MAD, viande rouge) peut ainsi passer du simple au double en quelques années (250 à 500 U.F/ha) (Hamadache, 2001 a); il faudrait toutefois que l'eau ne soit pas un facteur limitant car l'amélioration de la production fourragère si minime soit elle permettra une importante augmentation de la production pastorale compte tenu de l'immensité des surfaces (Abdelguerfi et Laouar, 2001)

Par ailleurs, il serait également possible de résorber au moins 35 % de la sole actuelle (soit 400.000 ha de jachère) dans les zones agro écologique où la pluviométrie varie entre 350 et 600 mm/an, en introduisant des cultures de remplacement telles que les légumineuses alimentaires, l'arboriculture sur sol en pente supérieure à 12 % et surtout les céréales fourragères en vert (orge, avoine...). Il ne faudra pas oublier de tenir compte d'un facteur économique important c'est que la jachère procure à l'éleveur des unités fourragères gratuites, ce qui lui permet de maximiser son profit (Hamadache, 2001 b).

En plus, il faut garder à l'esprit que la jachère constitue une composante majeure des systèmes de production mixte du type céréale ovin (Abbès et Abdelguerfi, 2005) .

En effet, sur un échantillon de 90 exploitants, dans les hautes plaines sétifiennes, la superficie réservée à la jachère pâturée suit en tendance la taille moyenne de l'exploitation, sa part dans la SAU ne varie pas avec ce paramètre. Ainsi, la structure de l'exploitation n'est pas un facteur déterminant de la jachère. La présence d'un troupeau ovin a son importance et explique mieux la pratique de la jachère pâturée. En plus la taille du troupeau est corrélée positivement à la surface de la jachère et même dans les petites exploitations, la jachère pâturée est présente (Abbas *et al.*, 2002).

A ce titre les parcelles concernées par la jachère deviennent des surfaces pastorales temporaires, à partir des moissons des céréales jusqu'au labour préparatoire de fin de l'été.

Ainsi il est possible, une fois l'évaluation qualitative et quantitatives des ressources fourragères réalisée, d'adapter et d'optimiser agro économiquement certaines améliorations techniques prouvées de par le monde.

En effet, sans semis le potentiel fourrager et/ou pastoral des jachères peut être amélioré par (1) l'augmentation de la biomasse produite, (2) l'amélioration de la composition botanique du tapis végétal, (3) une exploitation rationnelle, (4) une fertilisation adéquate (Abbès et al., 2005).

Sans semi, on passe du système céréale jachère au système de ley farming qui selon Abbès et Abdelguerfi (2005) et malgré les échecs des années soixante dix ; dues essentiellement au type de matériel végétal et aux itinéraires techniques appliqués pour les céréales ; les résultats expérimentaux menés avec ce système en Afrique du Nord sont équivalents à ceux obtenus en Australie (Jaritze, 1997).

Toutefois, Zeghida (2001) note qu'il faudrait donner plus d'attention et d'effort à la sole fourragère qui représente près de 400.000 ha pour améliorer les disponibilités et à la jachère pâturée (2.000.000 ha) pour atténuer les déficits en alimentation. Ce déficit est aggravé par la mauvaise qualité de ces derniers dont le déséquilibre graminée légumineuse est fortement mis en évidence dans le produit utilisé foin et composition floristique de la jachère. L'intervention au niveau de la production de foin peut être abordée et la production du point de vue rendement et qualité améliorée à cours terme.

Il sera judicieux de replacer la jachère dans le cadre d'un développement durable. Il ne s'agira pas de la supprimer mais de la rendre profitable aux systèmes de production afin de renforcer leur viabilité.

Dans les régions céréalières semi arides, les deux types de jachère (pâturée et travaillée) sont intimement liées, en effet, Abbas et Abdelguerfi, (2005) notent que chez un même exploitant, le choix du type de jachère à mettre en place dépende de la pluviométrie, de l'éloignement ou de l'accessibilité de la parcelle.

1.2.2.2- Les fourrages artificiels

Sur le plan fourrager, le cheptel consomme presque exclusivement des végétaux spontanés, subissant de fortes périodes de disette au cœur de l'hiver et à la fin de l'été. Parfois c'est en automne, lorsque le retour des pluies est tardif et ne permet pas une repousse suffisante de l'herbe des parcours et jachère avant l'avènement de la période hivernale.

Les fourrages cultivés sont composés essentiellement de l'association vesce avoine avec 70 % de la superficie réservée aux fourrages artificiels, 10 % est affectée aux céréales (orge, avoine et seigle). La luzerne et le sorgho sont peu représentatifs avec 01 à 05 % de la superficie cultivée (Abdelguerfi, 1987)

A ces moments critiques un apport minimal de paille ou de foin est généralement réalisé pour assurer la survie des troupeaux. La réalisation des stocks fourrager reste de façon générale très insuffisante en quantité et en qualité puisque les réserves sont faites, surtout, à partir de la paille des céréales.

Toutefois, produire de l'herbe sur pied ou sous forme conservée n'a de sens que si la biomasse produite peut être valorisée par les animaux. Il est donc essentiel de pouvoir définir différents paramètres tels que la matière sèche, les teneurs en fibres et protéines et

la digestibilité, éléments indispensable à l'établissement de la valeur alimentaire du fourrage (Froidmont et al., 2005).

Aussi, la plantation d'arbustes fourragers constitue indéniablement un élément de stabilité dans l'alimentation des petits ruminants grâce à un apport interannuel de fourrages accumulés sur 2 à 3 ans et utilisable en cas de sécheresse (Nefzaoui et Chermiti, 1991).

1.2.2.2.1-Les luzernes annuelles (*Medicago ssp L.*)

Le remplacement de la jachère pâturée par une légumineuse annuelle offre des avantages certains, ne serait-ce que sur le plan de qualité du fourrage obtenu, de la fertilité du sol et de la maîtrise de la flore adventice. Cependant les efforts mis en œuvre pour vulgariser l'adoption et l'extension des luzernes annuelles (*Medicago ssp L.*) n'ont pas été couronnés du succès attendu (Zeghida, 1987). Ceci est surtout dû à la sensibilité des écotypes importés à l'altitude et aux contraintes abiotiques qui caractérisent les zones où la suppression de la jachère est la plus souhaitée et là où l'élevage est le plus pratiqué (Chatterton, 1996).

1.2.2.2.2- Les associations vesce-avoine et pois-orge :

Le semis de céréales associées à une légumineuse fourragère à grosse graine est une bonne solution pour réaliser un stock fourrager important au printemps.

Les céréales comme l'orge, l'avoine et le triticale sont les plus fréquemment utilisées, associées le plus souvent à une vesce commune.

L'utilisation de l'orge en association avec la vesce permet d'améliorer sa qualité qui devient supérieure à celle du Ray Grass (Slim, 1982)

L'association vesce avoine a été rapidement adoptée et a occupé de larges superficies au détriment de la jachère pâturée. Malheureusement, peu d'intérêt est accordé à sa conduite ce qui a pour conséquence la production d'un foin de qualité médiocre ; 0,4 UF/kg de matière sèche (Ouknider et Jacquard, 1986 ; Hamrit, 1995 et Mebarkia, 2001).

En effet, sa faible teneur en M.A.T (9,76), sa richesse en cellulose (35,75%) et la digestibilité de sa matière organique (50,50) démontrent une faible valeur nutritive ; distribué à lui seul, le foin de vesce avoine peut constituer un aliment de base, mais uniquement si l'on veut couvrir les besoins d'entretien (Mezali, 1978)

En Tunisie, Hachmi, (1999), rapporte que l'association vesce avoine occupe des 2/3 de la sole fourragère mais sa productivité est faible (4 tonnes de matière sèche par hectare) et la qualité du foin est médiocre.

Toutefois, Hassen et Mansouri, (1996) rapportent, qu'en zone sub-humide, un apport de 10 unités d'azote au semis et 10 unités au tallage, de la graminée, assurent un meilleur compromis entre la production et la qualité du foin obtenu ; Hamrit, (1995), pour sa part note que le foin de vesce avoine conservé dans de bonnes conditions assure une bonne qualité (0,7 U.F/kg de matière sèche).

Plusieurs raisons justifient cet intérêt pour la culture de vesce avoine et incitent à conserver à cette culture sa place prépondérante dans les zones favorables. Tout d'abord, l'attachement des agriculteurs à cette production qui est devenue une spéculation bien intégrée dans l'activité annuelle de l'exploitation familiale. Par ailleurs, elle offre à l'agriculteur une grande souplesse d'utilisation, bien que la forme d'utilisation la plus répandue soit la production de foin, la récolte peut cependant être utilisée en affouragement en vert ou même ensilée. Enfin, son foin est facilement transporté sur de longue distance,

il occupe de ce fait une place privilégiée dans les transactions commerciales (Hassen et Mansouri, 1996).

Cette association représente plus de 70 % des fourrages artificiels cultivés. Elle a toutefois connu depuis la dernière restructuration du secteur agricole (1987) une nette régression de ses superficies. Elles passent ainsi de 364.000 ha en 1986 à 120.000 en 1996 ; la production a aussi connu le même phénomène de régression, elle passe de 7.500.000 qx à 3.500.000 qx respectivement pour les années 1986 et 1996 (Hamadache, 2001 c).

Par ailleurs, des tensions sur le marché du foin et des prix exorbitants de foin de vesce avoine ont été observés en post restructuration.

En effet, le prix du quintal de foin de vesce avoine était parfois supérieur au prix d'un quintal de grain de blé (Hamadache, 2001 c).

Cette association peut être pâturée ou affourragée en vert au fur et à mesure des besoins des animaux à partir du début floraison. Elle peut aussi être ensilée : le stade optimum est atteint quand la 1^{ère} gousse est formée, à ce stade la céréale devrait avoir atteint le stade laiteux pâteux du grain ; ce qui constitue pour Ouknider et Jacqard (1986), le moment où le maximum de matière sèche est récoltée. Elle peut aussi être fanée. Un semis précoce donne l'assurance d'un bon démarrage de la céréale.

En Algérie, l'association vesce avoine est cultivée pour être consommée en sec afin de constituer des réserves fourragères en foin, toutefois, nos agriculteurs ne tiennent pas compte du stade optimal de coupe ; surtout par crainte de mauvais temps et aussi par désir de récolter plus de foin par hectare au détriment de la qualité. Les pertes dans ce cas sont très grandes (perte de folioles de vesce et détérioration du fourrage trop longtemps exposé au soleil) (Abelkader, 1980). Le foin préparé dans ces conditions n'a qu'une valeur égale à celle de la paille.

Toutefois, l'analyse des conditions de fenaison montre que les unités de production ne disposent pas d'un matériel suffisant pour permettre une réalisation rapide et correcte des opérations de récolte (OIRD, 1977).

Houmani (1998 b), note que dans la mesure où le traitement à l'urée se développe de plus en plus en Afrique du nord, il mérite d'être adapté à nos foins récoltés tardivement, pouvant ainsi réduire sensiblement la forte demande en aliment durant la période allant d'octobre à janvier.

Avec une dose de 40 g d'urée/kg de MS, la valeur alimentaire du foin est augmentée de 0,17 UFL et 0,20 UFV/kg de MS, pour l'énergie et de 28,6 g PDIN et 9,9 g PDIE/kg de MS, pour l'azote. La quantité de matière ingérée augmente de 68% par rapport au foin non traité.

Ainsi, durant les années de disette qui touchent régulièrement les zones steppiques, le foin de vesce avoine traité à l'urée constituerait, sans aucun doute, un véritable aliment de survie les ruminants (Houmani, 1998 b)

En effet, l'alimentation à partir de fourrages coupés et distribués en vert, présentée comme alternative au pâturage, n'est pas un procédé nouveau, il est pratiqué depuis longtemps, notamment dans des situations particulières mal adaptées au pâturage, comme dans des fermes morcelées, ou pour produire du lait dans des laiteries urbaines.

Cependant, on peut considérer la possibilité d'étendre son champ d'application, en la présentant comme une méthode permettant d'accroître les quantités tirées de la prairie. Cette pratique vise le plus, au niveau d'une ferme, à résoudre les problèmes pratiques, qui

sont soulevés par la conduite d'un grand nombre d'animaux au pâturage, elle tendrait par contre à entraîner, par rapport au pâturage, un plus haut niveau de rendement en produits animaux par unité de production fourragère (Raymond, 1971).

Les efforts de vulgarisation qui ont porté sur l'extension de la culture de vesce avoine ont été relativement concluants, puisque cette spéculation a vite occupé de larges superficies au détriment des surfaces laissées en jachère chaque année. Ce succès relatif est du en grande partie à l'adaptation de la céréale à l'environnement de la production. Le peu d'adaptation de la vesce aux régions arides et semi arides expliquent en partie la qualité du fourrage obtenu.

Les recherches sur la possibilité d'amélioration de la production et de la qualité des fourrages ont démontré la supériorité des associations à base d'orge, cependant l'équilibre graminée légumineuse reste en deçà des seuils requis pour la qualité (20 à 25 % de contribution de la légumineuse), ce seuil est amélioré avec l'utilisation du pois à la place de la vesce.

Zeghida (2001) note que le pois, malgré sa productivité supérieure en association, n'est pas aussi apprécié que la vesce, dont la performance en association reste très faible, en plus il précise que les résultats d'essais ont mis aussi en évidence les carences des associations traditionnelles par rapport au semis séparé du point de vu production et qualité, en effet la contribution de la légumineuse en semis séparés a été améliorée de 124 %, 279 % et 200 % pour l'avoine, l'orge et le triticale. Par ailleurs, le rendement des graminées a aussi été amélioré de 18 % pour l'avoine et de 29.6 % pour l'orge et le triticale.

Les objectifs visés par cette méthode (semis séparé) sont : l'amélioration de la quantité de biomasse totale, de la contribution de la légumineuse, de la qualité du foin et la possibilité de produire sa propre semence par l'exploitant. En effet, la sélection de bandes propres peut être réservée à la semence.

Par ailleurs, l'obtention d'un fourrage équilibré dépend de la compatibilité des espèces, de leurs proportions dans l'association et surtout de leurs stades optimums de fauche.

Dans la pratique ces conditions sont difficiles à satisfaire et plus particulièrement pour l'association vesce avoine, en raison d'un souci de choix variétal. En plus, on constate souvent que la légumineuse, en l'occurrence la vesce, disparaît face à l'agressivité de l'avoine (Ouknider et Jacquard, 1988).

Au regard des résultats obtenus par Hamrit, 1995, (Tableau 8) il apparaît nettement qu'il existe des associations autres que celui de la vesce avoine, qui ont un potentiel de rendement et une digestibilité assez élevée tels que : Vesce - triticale, Pois - triticale et pois – orge. En effet, l'habilité compétitive de la vesce est de loin inférieure à celle du pois et ne dépasse pas les 25 % du mélange, alors que le pois supporte mieux la concurrence.

Tableau -8- : Taux de légumineuse (% leg.), teneur en matière sèche (% M.S), en azote (% azote), en cellulose brute (% C.B.), rendement en quintaux par hectare en matière verte (M.V) et en matière azotée totale (M.A.T.) de six associations fourragères (Hamrit, 1995).

Association	% lég.	Rdt. M.V.	% M.S.	% Azote	% C.B.	Rdt. M.A.T.
Vesce avoine	13	327	23	7,9	34	616
Pois avoine	30	302	23	9,2	35	670
Vesce orge	09	305	27	7,7	33	760
Pois orge	18	352	28	8,0	33	805
Vesce triticales	24	301	25	9,6	33	749
Pois triticales	32	298	27	9,7	31	807

Hachmi, (1999), note que l'association vesce commune triticales est plus productive (10 T de MS/ha). Le triticales est très peu attaqué par les maladies, même en année humide ; en plus cette association est également plus riche en légumineuse (63%).

1.2.2.2.3- La paille et les résidus des céréales

La faiblesse de la production de fourrage vert et sec explique le recours à la paille et à la vaine pâture des résidus de céréales. La paille des céréales est ramassée après la moisson, elle est mise en botte et conservée pour être distribuée au cours de l'automne et en hiver, lorsque le froid ne permet pas une croissance suffisante de l'herbe en plein champ (Mossab, 1991). Elle est aussi utilisée comme litière.

La paille est caractérisée par un coefficient de digestibilité faible, une valeur d'encombrement élevée, une faible concentration énergétique et azotée. Ces caractéristiques peuvent être améliorées par des traitements chimiques (traitement à la soude, à l'ammoniac..) ou des traitements physiques de types hachage, broyage et ou compactage (Chermiti et al. 1991).

La paille contient 85 % de matière sèche, formée de 60% de cellulose, 25% d'hémicellulose et de 10% de lignine. Elle contient des quantités variables de glucides (1,5%) et des matières azotées (2 à 4 %) et des éléments minéraux en très faibles quantités 2 à 5 g/kg de matière sèche. La cellulose et l'hémicellulose isolées de la lignine, dégradée par les enzymes du rumen, sont les principales sources d'énergie utilisable par les animaux (Mossab, 1991).

La digestibilité de la paille est moyenne, elle correspond à des valeurs énergétiques de 0,45 UFL et 0,35 UFV par kg de matière sèche ingérée. La teneur en MAD est pratiquement nulle d'où sa carence en azote soluble, en vitamines et sa faible contribution en éléments minéraux (Kerbaa, 1984).

La paille garde tout son intérêt en ce qui concerne l'énergie digestible, grâce à sa richesse en glucides membranaires dont seuls les ruminants en tirent profits. Elle n'est cependant valorisée, en alimentation animale, que si on lui rajoute de l'azote qui renforce la prolifération de la microflore du rumen, nécessaire à la dégradation de la paille.

Elle est, en général, traitée physiquement par hachage pour obtenir des brins grossiers (10 à 100 mm), par broyage, pour obtenir des brindilles plus fines de moins de 1,5 mm de long. L'amélioration de la valeur alimentaire de la paille est possible à l'aide de traitements chimiques qui ne laissent pas de résidus toxiques pour la flore microbienne ou pour l'animal lui-même. En plus, le hachage de la paille augmente les quantités volontairement ingérées. Cette augmentation est d'autant plus grande que la paille est traitée (Chermiti et al., 1991).

En effet, hormis les traitements physiques de la paille, qui sont plus ou moins adoptés par les exploitations, les traitements chimiques sont très peu utilisés parce qu'ils entraînent des surcoûts et demandent un niveau de technicité que les agriculteurs ne possèdent pas toujours. Et ceci malgré que la paille traitée chimiquement présente les caractéristiques d'un

bon foin de graminées fourragères, surtout en ce qui concerne la teneur en matière azotée digestible (Renaudin, 1983).

Toutefois, Hamadache (2001 b), note que le traitement de la paille par l'urée ou l'ammoniac est une voie d'amélioration de la qualité qui a fait ses preuves en Algérie, en effet il est possible d'augmenter sensiblement et rapidement la valeur énergétique (U.F) et azotée (M.A.D) de la paille des céréales et d'augmenter sa digestibilité en le traitant avec des produits disponibles localement. La conséquence directe de cette technique est l'amélioration des performances des ovins.

En effet, Kaouche (1997) note que chez des brebis alimentées avec de la paille traité à 5 % d'urée permet un gain de + 3.5 kg par rapport à celles alimentées avec de la paille normale (après 16 semaines d'alimentation).

Par ailleurs, Chermiti et al., (1991) notent que la complémentation en urée des pailles, relativement digestibles, peut avoir un effet sur la quantité ingérée comme elle peut ne pas en avoir lorsqu'elles ne sont pas digestibles. Des ovins en croissance recevant une paille d'orge non traitée et complétement en urée comparée à la même paille traité à l'ammoniac et au fin de vesce avoine, ont vu la quantité moyenne, volontairement ingérée, être respectivement de 650 ; 628 et 595 g de matière sèche par jour.

La variation de la digestibilité et de des pailles sont variables (Tableau 9). Il existe également des différences entre espèces et types d'animaux dans leur aptitude à digérer les pailles (Chenost, 1999).

Tableau -9- : Quelques exemples de variation de la digestibilité des pailles et des quantités qui sont volontairement ingérées (mesures effectuées sur mouton) (Chenost, 1999).

	Digestibilité de la matière organique	Quantité volontairement ingérée (g/kg)	
		Matière sèche	Matière organique digestible
Paille de riz	35 – 55	25 – 65	9 – 25
Paille d'orge	43 – 47	35 – 51	14 – 21
Paille de blé	35 - 46	23 - 34	8 - 12

1.2.2.2.4- Autre ressources fourragères :

A ces tentatives pour diversifier la production fourragère dans les environnements très contraignants, s'ajoute la fauche et/ou la pâture des céréales tôt en début de cycle, au cours de l'hiver, et ensuite les laisser reprendre leur croissance et produire du grain, pratique connue sous le nom de Gssil ou Agssil (Yau et Mekni, 1985).

Dans certaines régions du Maroc, une quantité d'orge, prise de la moisson, est mise en culture sur des petites parcelles près de la maison et fortement tassée par les animaux durant le pâturage, cette pratique est appelée « Aglass » (Papy, 1979).

L'orge est destinée principalement à être pâturée en vert bien qu'elle permette une production de grain. Elle correspond à une intensification du système du fait qu'elle soit cultivée en continu et que sur les parcelles qui lui sont consacrées les agriculteurs appliquent systématiquement du fumier. Cette pratique peut concerner le 1/5 de la sole réservée à l'orge (Sefrioui et al., 1990).

Les céréales sont connues pour leur taux de protéine inférieur à celui des légumineuses. Cependant, certains auteurs, Hadjichistodoulou, (1983) ; Anderson,

(1985) et Droushiotis, (1984) rapportent qu'au stade tallage le taux de matière sèche chez d'orge atteint des valeurs entre 20 et 30%, bien au dessus de celui de certaines légumineuses fourragères. Ce qui lui confère une place de choix dans l'alimentation, en vert, du cheptel.

Les besoins pressent en ressources fourragères explique le fait que les agriculteurs acceptent de prendre des risques considérables en semant cette culture généralement très tôt par rapport aux autres céréales et souvent en sec ou après les premières pluies.

L'importance de cette culture se mesure par son rôle tampon dans le calendrier fourrager. En permettant, ainsi aux agriculteurs en difficultés, de trésorerie de nourrir les animaux ; surtout quand les aléas climatiques rendent hasardeuse aussi bien le couvert végétal au printemps que la récolte de paille et la qualité des chaumes ; et lorsque les ressources dégagés de la vente des animaux constituent la source principale et un moyen de survie (Sefrioui et *al.*, 1990)

Cette pratique est généralisée un peu partout dans le monde, aux USA, en Angleterre et en Australie, c'est le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) qui est utilisé à double fin. En méditerranéen, c'est plutôt l'orge (*Hordeum vulgare* L.) qui est utilisé sous cette forme. Les ressources alimentaires provenant de l'exploitation contribuent à l'alimentation des troupeaux durant les périodes de soudures. Le choix des cultures qui peuvent être utilisées à des fins multiples est un autre comportement permettant aux éleveurs de palier aux effets du climat aléatoire de ces zones. Yau et Mekni (1985), Ceccarelli et *al.*, (2001), citent la Syrie, la Tunisie, le Maroc, l'Iraq, la Jordanie, Chypre et la Turquie comme des pays où cette pratique est très répandue.

Dans ces régions, l'orge est peut-être, la culture qui croit le plus rapidement après les premières pluies d'automne. Le taux de croissance des autres fourrages (graminées et légumineuse) est ralenti pendant les périodes froides de l'hiver; le taux de croissance du blé l'est encore plus. Ainsi, l'orge vient à point nommée pour palier au déficit fourrager dont peut souffrir le cheptel qui exige une nutrition améliorée, et dont une bonne partie est en période de mise bas.

En Syrie, Toutain (2003) note que l'orge joue un rôle important, en dépit des récoltes très aléatoires. Elle était semée (à moins de 200 mm) dans les oueds et les bas fonds, ce qui assurait une récolte quasi annuelle en vert ou en grain. Toutefois, cette culture est à présent interdite dans ces zones, mais l'Etat devrait maintenir ce droit et cette coutume, existant depuis l'époque romaine.

La pâture ou la fauche provoquent une défoliation de la « végétation » qui est en principe similaire. Cependant, le pâturage par le choix de l'animal, le piétinement et l'apport d'élément fertilisant créé une hétérogénéité par rapport à la fauche d'autant plus grande que le système de pâturage est extensif (Duru et *al.*, 2001).

Une pâture de l'orge au stade tallage, enlève les feuilles mais n'affecte pas la croissance des pousses. En effet, aussitôt le cheptel retiré du champ, les pousses reprennent leur croissance, pourvu qu'il n'y ait pas de stress hydrique (Hadjichistodoulou, 1991).

Au Brésil, des céréales comme le blé, l'orge et le seigle sont peu utilisés pour la production de fourrages (pâturage, foin et ensilage). Actuellement c'est plutôt le triticale et surtout l'avoine (*Avena sativa* et *Avena strigosa*) qui sont le plus utilisés pour la production de fourrages, avec des formes d'utilisations très diverses (Jobim et Emile, 1999).

Toutefois, les céréales généralement utilisées en grain, peuvent être ensilées pour le bétail. Dans des zones à faible potentiel de rendement en maïs, cette technique permet

d'obtenir un fourrage d'un bon rapport qualité / prix (Le Gall et *al.*, 1998 ; Lasseret, 2000). C'est le cas aussi du Canada, où les producteurs se tournent vers l'ensilage des céréales lorsqu'ils doivent trouver des sources de fourrages de dépannage ou lorsqu'il leur faut protéger de nouveau peuplement de vivace comme la luzerne en voie de s'établir. Ainsi, selon les méthodes de gestion de la récolte choisi, on peut produire de l'ensilage pour toute une catégorie de bétail (Johnston et *al.*, 2002)

En effet, ensiler des céréales est un moyen de constituer des stocks. Leurs rendements s'élaborent en hiver et au printemps. Un mois avant la récolte en grain, la production en ensilage correspond à 170 % du rendement en grain, auquel il faut déduire environ 15 % de perte (Le Gall et *al.*, 1998 ; Lasseret, 2000).

Froidmont et *al.*, (2005), notent tout l'intérêt et le potentiel avéré de l'utilisation des céréales immatures par la vache laitière ou des taurillons à l'engraissement. En effet, la valeur énergétique des céréales immatures s'avère assez proche de celle observée pour les ensilages d'herbes ou de maïs, même si elle est le plus souvent inférieur (Le Gall et *al.*, 1998)

En plus, la récolte de céréales immatures intervient avant l'égrenage des adventices et l'apparition des maladies, limitant les traitements herbicides et fongicides. Les céréales peuvent être aussi associées au pois fourrager, afin de tirer partie de l'association graminée - légumineuse.

En France, de nombreux éleveurs choisissent d'ensiler des céréales à paille avant maturité pour leurs troupeaux laitiers. Il ne s'agit plus seulement d'une solution d'urgence pour faire face à un déficit fourrager mais d'une ressource régulière, complémentaire au maïs fourrager et à l'herbe, qui permet de diminuer la concentration en amidon de la ration (Kardasz, 2005).

Par ailleurs, en Tunisie, Gharbi et *al.*, (2003) notent que le triticale est exploité principalement sous forme d'ensilage en raison de son haut rendement en biomasse, l'analyse a révélé que la production du triticale sous forme d'ensilage ou sous forme de grain entrant dans la fabrication de concentré pourrait valoriser les ressources limitées de l'exploitation et améliorer son revenu.

La question de l'amélioration de la production fourragère est une question clé pour le développement global de l'agriculture nationale. Elle surdétermine toutes les autres et le manque de fourrages constitue un facteur limitant pour le développement de la production animale.

Elle ne concerne pas exclusivement la production animale puisque l'introduction d'une sole fourragère permet de rationaliser les assolements et la rotation des cultures.

Pour produire plus de blé, plus de lentille, plus de pomme de terre il faut produire plus de fourrage (Chehat, 2001).

1.3- Bilan Fourrager :

Le potentiel fourrager existant en Algérie s'articule autour de cinq grands ensembles (Tableau 10), d'inégale importance, constitué par les prairies naturelles, les jachères, les fourrages cultivés, les chaumes et pailles et les pacages et parcours.

Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge *Hordeum vulgare* L. en zones semi-arides d'altitude

Ce potentiel fourragère fournit 5 milliards d'U.F. A cela s'ajoute la production permise par les chaumes et les pailles (sous produits céréalières) pour approcher les 8 milliards d'UF (Tableau 10)

Ressources fourragères	Fourrages cultivées	Jachère	Prairies naturelles	Facages et parcours	Chaumes et pailles	TOTAL
Production permise (10 ³ UF)	617.254	872.113	50.472	3.385.888	3.074.038	7.999.767

Tableau -10-: Estimation de la production en (10³) d'U.F des différentes ressources fourragères en Algérie (Si Ziani et Boulberhane, 2001)

D'autre part les besoins totaux du cheptel national (22.956.432 de têtes) s'élèvent à 9 milliards d'U.F, dominés par ceux des ovins et bovins (Tableau 11)

Tableau -11- : Estimations des besoins, en 10³ d'U.F, du cheptel Algériens (Si Ziani et Boulberhane, 2001)

Composition du cheptel	Besoins en UF/jour	Besoins du cheptel (10 ³ UF)
Ovin	0.7	3.959.153
Bovin	5.3	3.998.730
Caprin	0.55	734.911
Camelin	2.5	524.484
Equidés	2.5	461.874
TOTAL		9.529.545

Il apparaît, par conséquent, que le bilan fourrager est négatif et enregistre un déficit de près de 4 milliards d'U.F. La production fourragère couvre donc les besoins à 52 %. Par ailleurs, la contribution des chaumes et des pailles (environ 3 milliards d'U.F.) permet d'augmenter le taux de couverture à 82 % (Tableau 12) :

Total UGB	Besoins cheptel 10 ³ UF	Disponibilités Totales 10 ³ UF			Bilan	Taux de couverture
		Fourrages	Chaumes et pailles	Total		
3 176 515	9 529 545	4.925.728	3.074.728	7.999.767	-	82 %
					1.529.778	

Tableau -12- : Bilan fourrager et taux de couverture des besoins du cheptel en Algérie : (Si Ziani et Boulberhane, 2001) :

Toutefois, Si Ziani et Boulberhane, (2001) notent que le déficit fourrager est plus prononcé au niveau des zones de montagnes (37 %) et du tell (25 %) où les surfaces

consacrées aux cultures lucratives dépassent celles réservées aux fourrages par rapport à l'importance de l'élevage notamment le bovin.

Ainsi, il serait nécessaire, afin d'améliorer la situation alimentaire du cheptel de développer les systèmes fourragers en adéquation avec les potentialités de l'élevage existant dans chaque zone agro écologique (Belaid, 1986).

Dans les conditions algériennes l'alimentation des troupeaux est, le plus souvent, basée sur la veine pâture les jachères et des chaumes, tout le long de l'année. Elle est complétement surtout au cours des mois de l'hiver par des apports sous forme de grain d'orge et de la paille (Boutonnet, 1989).

Les troupeaux transhumants consomment de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) et l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* L.) des zones steppiques, en hiver, puis lorsqu'ils remontent vers le nord, ils utilisent les chaumes et les jachères non travaillées (Belaid, 1993). Cette conduite où la production et croissance de l'animal sont basées sur une production naturelle de l'herbe, sans intervention de l'homme, n'arrive pas à satisfaire les besoins du pays en lait et viandes. En 1950, chaque habitant disposait de 08 g/jour de protéines, ce chiffre passe à 12 g/jour en 1976 et à 17 g/jour en 1990 (M.A., 1992).

1.4- Description de l'orge (*Hordeum vulgare* L.)

1.4.1- La plante

L'orge est une céréale à paille qui appartient à la famille des graminées et au genre *Hordeum vulgare* d'après la classification de Linné (Rasmusson, 1985). C'est une plante herbacée, à feuille étroite, de couleur vert clair. Elle se distingue facilement des blés par de nombreux caractères dont les plus importants sont :

- Une ligule fortement développée avec des oreillettes non poilues,
- Une capacité de tallage plus importante,
- Un chaume plus gros et plus fragile, d'où une sensibilité à la verse,
- Un système racinaire plus pourvu et surtout superficiel,
- L'inflorescence est un épi barbu, avec un rachis très solide portant sur chaque article trois épillets uniflores, un médian et deux latéraux,
- Un grain vêtu de glumelles qui protègent la fleur.

L'autogamie prédomine, mais on observe une certaine allogamie variable selon les génotypes et conditions de production, qui peut atteindre jusqu'à 5 % selon Bonjean et Picard (1990). Lorsque les trois épillets d'un même étage florifère sont fertiles, l'orge est dite à 6 rangs et lorsque les seuls deux épillets latéraux sont fertiles, on a l'orge à 2 rangs (Simon, 1986).

1.4.2- Origine et distribution de l'orge

L'orge cultivée (*Hordeum vulgare* L.), de constitution génomique diploïde, est issue des formes sauvages de *Hordeum spontaneum* L., que l'on trouve encore aujourd'hui au Proche Orient. *Hordeum vulgare* L. semble avoir pris naissance dans le croissant fertile qui est son

centre d'origine. Des traces de cette espèce cultivée ont été trouvées dans les vestiges des habitants de la haute Egypte (Zohary, 1973 ; Harlan, 1975).

L'orge est l'une des premières céréales domestiquées (Ramusson, 1985). C'est la céréale dont la distribution géographique est la plus vaste, du fait de sa précocité, de son potentiel de productivité en zones arides, tropicales, voire salées ou d'altitude et en raison de sa rusticité (Bonjean et Picard, 1990 ; Ceccarelli et al., 1995).

Sa distribution géographique couvre l'Europe, l'Afrique du Nord, l'Ethiopie, l'Asie, pour atteindre la Corée et le Japon. Cette distribution, très large, s'accompagne d'une diversité morphologique et adaptative très importante.

1.4.3- Productions, surfaces et rendements de l'orge

1.4.3.1- L'orge dans le monde

L'orge prend, mondialement, la quatrième place après le blé tendre, le riz et le maïs, avec une production de plus de 180 millions de tonnes en 1986). Les plus gros producteurs sont la Russie, l'Espagne, la France, le Canada, l'Angleterre et l'Allemagne. Le Tableau 8 donne l'évolution progressive des superficies, de la production des rendements des principales céréales de 1954 à 1989 selon Bonjean et Picard, (1990) et de 1997 à 2004 selon la FAO, (2005), dans le monde.

On remarque une progression de la production du blé, du riz et de l'orge de 1954 à 1997 puis une stabilité relative due à l'augmentation des surfaces mises en culture. Les rendements augmentent passant de 12.6 à 19.6 puis à 25.6 q/ha respectivement en 1954, 1986 et 2001 pour l'orge. Cette évolution positive (Tableau 13) est expliquée par l'application des techniques modernes de culture ainsi qu'à l'emploi de variétés performantes.

Tableau -13- Superficies, productions et rendements des principales céréales dans le monde : (FAO, 2005)

An	Superficie (10 ⁶ d'ha)				Production (10 ⁶ q) / Rendement (q/ha)			
	Blés	Riz	Maïs	Orge	Blés	Riz	Maïs	Orge
1954	135.0	97.4	--	44.7	1515/11.2	16628/17.	--	558 / 12.6
1968	224.2	128.3	111.5	79.4	3282/14.6	2990/23.3	2556/22.9	1307/16.5
1977	225.6	143.44	125.2	86.0	3812/16.9	3662/25.6	3715/29.6	1640/19.0
1986	228.9	145.4	131.7	79.6	5358/23.5	4755/32.7	4781/36.2	1804/22.8
1997	228.0	151.0	141.4	64.1	6133/26.9	5773/38.2	5852/41.3	1546/24.1
1999	215.3	156.9	138.8	56.4	6896/27.1	6113/38.9	6075/43.7	1300/23.1
2001	213.8	151.2	139.1	56.1	5826/27.2	5977/39.5	6144/44.1	1441/25.6
2002	210.6	147.1	138.7	52.1	5728/27.2	5762/39.1	6025/43.4	1322/25.3
2004	215.7	151.2	147.0	57.3	6271/29.0	6057/40.0	7213/49.0	1536/26.8

A l'heure actuelle le rendement moyen des principales céréales à l'échelle mondial est de 27.2, 39.1, 43.4 et 25.3 q/ha respectivement le blé tendre, le riz, le maïs et l'orge (FAO, 2005).

1.4.3.2- L'orge au Maghreb

Les blés et l'orge sont les plus importantes spéculations culturales dans les pays du Maghreb, elles occupent plus de 70 % des surfaces arables. Elles dépassent annuellement

les 10 millions d'hectares emblavés (Benbelkacem et Amri, 2001). L'orge pour sa part occupe à elle seule, 40 % des surfaces réservées aux céréales. La production avoisine les 30 millions de quintaux, ce qui représente 34 % de la production des céréales. Les rendements sont très variables et évoluent entre 6 et 19 q/ha, comparativement à ceux du blé tendre qui varie de 13 à 18 q/ha et celui du blé dur qui oscille entre 9.5 et 15 q/ha (Tableau 14).

Pays	Orge			Blé tendre			Blé dur		
	Surf.	Prod.	Rdt.	Surf.	Prod.	Rdt.	Surf.	Prod.	Rdt.
Algérie	990.0	820.0	08	800.0	1120	14	200	1320	11
Libye	400.0	280.0	07	20.0	360.	18	50.0	75.0	15
Maroc	2213.0	1470.0	10	1165.0	899.0	13.3	1155.0	930.0	11.8
Tunisie	546.0	364.0	6.3	137.0	170.0	13	830.0	808.0	9.7
Maghreb	4149.0	2934.0	--	2122.0	2549.0	--	3235.0	3133.0	--

Tableau -14- Surfaces (10^3 ha), productions (10^3 tonnes) et rendements (q/ha) des principales céréales dans les pays du Maghreb au cours de la période 1980– 1996) (Benbelkacem et Amri, 2001).

Au niveau Maghreb, plus de 4 millions d'hectares d'orge étaient cultivées en 1996. Le Maroc occupe la première place avec 53 % des surfaces, viennent ensuite l'Algérie avec 24 %, la Tunisie avec 13 % et la Libye avec 10 %. Par ailleurs, 80 % de ces surfaces sont situées en zones aride et semi –aride (Tableau 15), reçoivent moins de 400mm de pluie annuellement, avec des grandes disparités entre les pays (Benbelkacem et Amri, 2001).

Tableau-15- Répartitions des surfaces (1000 ha) d'orge dans les différentes zones agro climatiques des pays du Maghreb (Benbelkacem et Amri, 2001).

Pays	Humides (\square 400 mm)		Semi-arides (300 – 400 mm)		Arides (\square 300 mm)		Montagnes (1000 mm)	
	Surf.	(%)	Surf.	(%)	Surf.	(%)	Surf.	(%)
Algérie	200.0	(20 %)	500.0	(51 %)	240.0	(24 %)	50.0	(5 %)
Libye	20.0	(4.3 %)	220.0	(46.8 %)	230.0	(48.9 %)	00	-----
Maroc	363.0	(16 %)	450.0	(20.5 %)	1200.0	(54 %)	200.0	(9 %)
Tunisie	182.0	(33.3 %)	246.0	(45 %)	113.0	(20.7 %)	5.0	(1 %)
Maghreb	765.0	(18.4 %)	1296.0	(40.9 %)	1683.0	(36.9%)	255.0	(3.8 %)

L'orge est rarement irriguée, excepté dans les oasis ou quand celle -ci est destinée à la fauche pour l'affouragement du cheptel. L'importante place occupée par les orges dans les pays du Maghreb est justifiée par ses multiples utilisations et son adaptation aux environnements difficiles. Plus de 85 % de la production en grain est utilisée en alimentation animale, le reste est consommé par les humains (Tableau 15).

En Tunisie, l'orge joue un rôle de soudure dans les calendriers fourragers (Nord et Centre du pays) entre octobre et février, où elle est soit pâturer d'une manière continue soit utilisée en double exploitation, ce qui couvre une période où la majorité des espèces fourragères pluviales ne sont pas encore productive (Ben Youssef et al., 2001)

Araba (1999) note qu'au Maroc l'orge en grain constitue la céréale la plus utilisée dans l'alimentation des ruminants. Elle contribue à l'augmentation de la concentration

énergétique des rations des animaux ayant une capacité de production accrue ou qui sont conduit en intensif.

Par ailleurs, sous les conditions semi-arides marocaines, Boulal et El M'Zouri, (2004) précisent que l'introduction des nouvelles variétés permet un gain significatif en rendement. Le taux d'adoption de ces variétés (27%) a eu des implication positives sur le système de culture avec une augmentation de la part allouées à l'orge grain de 28 à 36 %, le système fourrager est devenu principalement basé sur la culture de l'orge sous ses différentes formes (vert, paille, chaume et grain) grâce au gain de rendement obtenus et une réduction de la pression ovine sur les parcours, le système d'élevage avec une réduction de la taille des troupeaux à une valeurs optimales et que la vente des agneaux engraisés fait profiter les éleveurs d'une bonne valeur ajoutée.

Sur le plan de l'alimentation humaine il faut noter que les céréales représentent une grosse part de la ration alimentaire des habitants du Maghreb, en effet, la consommation des céréales varie de 200 à 225 kg/hab./an, elles fournissent 60 % des protéines et de l'énergie (Tableau 16).

Tableau -16- Utilisation et importation de l'orge dans les pays du Maghreb (Benbelkacem et Amri, 2001)

Pays	Céréales (Kg/hab./an)	Orge (Kg/hab./an)	Orge pâturée (1000 ha)	Importations (1000 tonnes)
Algérie	200 – 210	25	70.0	350.0
Libye	175	--	20.0	500.0
Maroc	215 – 220	40	80.0	260.0
Tunisie	225	15	50.0	186.0

Le pain d'orge est très consommé durant l'année dans les régions arides et les régions montagneuses ; mais il est aussi très accepté dans les villes sous forme de pain, soupe, couscous ou autres plats.

La paille et les chaumes d'orge sont plus appréciés par les animaux que ceux du blé ou du triticale.

Les pays du Maghreb sont de gros importateur d'orge, en effet, 1.296.000 tonnes ont été importées, la plus grosse part revient à la Libye qui importe continuellement de grandes quantités (Tableau 16). Le Maroc, l'Algérie et la Tunisie importent aussi de l'orge mais presque exclusivement pour alimenter leurs élevages (Benbelkacem et Amri, 2001).

Toutefois, il faudra noter que l'orge est parmi « les grandes cultures » la plus consommée à la ferme quelque soit le type d'élevage ; exception pour l'élevage de volaille (Meunier, 1985)

1.4.3.3- L'orge en Algérie :

L'orge est souvent considérée comme une céréale secondaire, alors qu'elle a des potentialités voisines de celle du blé ; soignée comme le blé, les orges d'hiver peuvent donner des rendements équivalents (Gate et al., 1996).

Cette spéculation est une culture contre aléatoire par excellence, pour lutter contre la sécheresse, en valorisant les sols les moins favorables aux blés et en assurant une bonne répartition dans le temps des produits et sous produits qu'elle permet de dégager pour les besoins des animaux (Sefrioui et al. 1990)

Toutefois, l'importance et les multiples usages de cette céréale (déprimage, grain, paille) lui confèrent une valeur stratégique dans l'alimentation animale, comme plante fourragère et céréalière, et lui permettent, en outre, de jouer un rôle déterminant dans le comportement des marchés de l'ensemble des aliments du bétail (Sekkatte et Leghzali, 1999).

L'orge permettrait à l'agriculteur qui dispose de peu de surface d'exploiter du fourrage pour son cheptel et du grain pour lui-même ou pour ses animaux (Bœuf et Vasseran., 1948)

Elle contribue à l'augmentation de la concentration énergétique des rations que doivent recevoir les animaux ayant une capacité de production accrue ou qui sont conduits d'une manière intensive. A titre d'exemple les Britanniques ont développé un système de production de viande bovine basé sur une ration riche en orge grain (90 % de la ration totale) appelée « barley beef ». Mais il faudra adopter une stratégie de complémentation en azote et en minéraux afin d'éviter tout désordre digestif (Araba, 1999). Par ailleurs, son introduction doit se faire progressivement et un temps d'adaptation de quinze jours est nécessaire.

1.4.3.4- L'orge dans la région de Sétif :

Dans les hautes plaines sétifiennes la sole céréalière est occupée annuellement à 40% par le blé dur, à 15% par le blé tendre et à 45% par l'orge (Kribaa, 2003).

En effet, selon la DSA, (1996) les superficies occupées par l'orge sont en augmentations régulières alors que les rendements n'ont pas connu la même évolution, au contraire, ils stagnent. Les superficies varient de 35.882 ha en 1982/1983 à 49.000 ha en 1996/1997 ; alors que les rendements ne montrent aucune tendance et oscillent entre 1,0 qx/ha (1993/1994) et 12,0 qx/ha (1984/1985).

Les systèmes de cultures pratiqués dans cette région, s'articulent autour d'un assolement céréale/jachère pâturée. Ces systèmes sont considérés comme responsables d'une diminution importante du rendement des céréales.

En effet, Kribaa (1992) note que la rotation céréale/jachère pâturée ne favorise pas le renouvellement du stock organique du sol et contribue à la dégradation de sa structure, notamment dans l'horizon travaillé. La jachère dure 12 à 15 mois, le sol pâturé est alors exposé aux vents et aux événements pluvieux qui sont très agressifs. Le travail de la jachère intervient un mois avant le semis de novembre dans des conditions de sécheresse du sol.

En plus, la monoculture telle que pratiquée dans cette région, se résume à l'utilisation continue des mêmes outils agricoles souvent inappropriés (Kribaa, 2003).

L'activité céréalière dans la zone de Sétif est fortement liée à l'élevage qui regroupe un effectif de 633000 têtes ; répartis comme suite : 469000 têtes d'ovins (74 %), 64000 têtes de caprins (10 %) et 100830 têtes de bovins (16 %) (DSA, 1999).

Toutefois, la forte proportion des sous produits de la céréaliculture et d'aliments concentrés (orge, avoine et son) dans l'alimentation du cheptel ovin en fait un élevage fortement dépendant d'une céréaliculture, soumise aux aléas climatiques d'où la grande fragilité de cet élevage. Les fourrages cultivés sont pour l'essentiel destinés aux bovins (Benaouda-Zouaoui et Tadount, 1998)

1.4.3.5- Situation de la production

Les céréales occupent la plus grande superficie agricole cultivée et représentent le premier aliment de base de la population algérienne. En effet, sur les 7,6 millions d'hectares de

surface agricole utile, les céréales d'hiver occupent annuellement 3,5 millions d'hectares. La grande majorité des terres agricoles se situent au nord du pays où les activités sont diverses et peu intéressées par l'élevage intensif des ovins.

L'essentiel du cheptel tire sa subsistance de la pâture des parcours et des résidus des cultures céréalières. La valorisation des ressources naturelles montre que le potentiel de production des différentes zones est au dessus des niveaux de productions actuelles. Ce qui indique que des marges significatives de progrès sont possibles, dont entre autre, les possibilités l'amélioration de la culture de l'orge associée à l'élevage ovin.

L'orge est le fourrage de référence, puisque 1kg de grain est l'équivalent de l'unité fourragère, contenant 75g de matières azotées, qui en font un aliment très apprécié, pouvant se conserver très longtemps et transportable sur de longue distance (Somel, 1990). Elle représente l'alternative là où les fourrages de substitution sont très peu représentés (Oudina et Bouzerzour, 1993).

L'orge a le plus souvent des usages mixtes. Elle constitue presque l'unique ressource des exploitations offerte aux animaux sous forme de grain, de paille, d'orge déprimée à pâturer en hiver et de chaume en été. L'orge offre dans ces écosystèmes, l'avantage d'une utilisation souple selon ce que sera le climat de la campagne. Ceci explique l'attachement des agriculteurs à cette culture, bien que ses rendements soient souvent faibles (Hakimi, 1989).

Du point de vue importance, l'orge occupe la seconde place après le blé dur. Sa superficie varie annuellement de 300.000 à 1.600.000 ha, c'est à dire 35 à 40 % de la superficie réservée aux grandes cultures. Le taux d'augmentation de la superficie était de 0,9 % entre 1967 et 1979 et de 2,2 % entre 1979 et 1989 (Belaid et Morris, 1991). Cependant le rendement reste faible et variable d'une année à l'autre de 5 à 14q/ha et reste l'un des plus bas relativement à ce qui se réalise sur le pourtour méditerranéen (Mekni et Kouraih, 1986). Les agriculteurs apprécient des variétés qui donnent une bonne production de grain et de paille, de manière aussi régulière que possible.

Les besoins nationaux restent mal cernés, probablement à cause de l'utilisation de cette espèce, dont l'importance économique réside dans le fait qu'elle participe d'une façon importante à l'alimentation d'un cheptel assez mobile sous différentes formes : grain, chaume, paille fourrage vert (Mossab, 1991) et à sa faible participation à l'alimentation humaine (Benmahammad, 1995)

Toutefois, les besoins varient entre 15 et 20 millions de quintaux par an, par ailleurs et selon Hakimi (1989) il existe une différence de plus de 500.000 ha par an entre la superficie semée et la superficie récoltée en grain à cause de sa double exploitation sous forme de pâturage et de grain.

1.4.3.6- Les causes de la stagnation de la production

Au cours de la longue histoire des systèmes agraires algérien, les données du problème auquel la culture des céréales fait face n'ont pas fondamentalement changé. La culture des céréales est essentiellement pluviale; elle est soumise à des régimes pluviométriques variables et bien souvent faibles qui se traduisent par de fortes contraintes hydriques et thermiques.

Cet environnement de production, le plus souvent stressant, impose une limite à l'expression des aptitudes génétiques des cultivars et explique en partie la stagnation du

rendement qui n'a pas connu d'amélioration notable durant plus d'un demi siècle (Chehat *et al.* 1993, Bouzerzour *et al.* 1998).

En effet, et à titre d'exemple Benseddik et Benabdelli (2000) notent que le rendement moyen annuel entre 1887 et 1895 est le même que celui de 1991 et 1995 soit 6 à 8 qx/ha.

Les facteurs humains et naturels sont, en général, directement corrélés à l'évolution de la production de céréales. En effet le secteur agricole s'est vu livré, tous les cinq ans, à des remembrements qui ont influé négativement sur la production et ont créé un sentiment d'insécurité au sein du monde rural (Chehat *et al.* 1993),

La comparaison des rendements obtenus, sous conditions des stations expérimentales et dans les conditions des exploitations agricoles, montre que des gains de productions appréciables et significatifs sont possibles avec le savoir faire disponible actuellement (Benmahammed 2004).

La maîtrise des techniques culturales et leur application contribuent à l'augmentation des rendements. En effet, El Mourid *et al.* (2000) précisent que la comparaison des rendements potentiels obtenus par simulation en utilisant le logiciel SIMTAG (SIMulation of Triticum Aestivum Genotypes) et des rendements réels des agriculteurs estimés par MULTISIM permet d'évaluer le gain de production à obtenir au niveau d'une région ou chez un agriculteur. Cette méthode permet de cibler le transfert de technologies. Des gains de 30 q/ha en rendement ont été obtenus (El Mourid *et al.* 2000).

1.4.3.6.1- Les facteurs édaphiques

Selon Monneveux et This (1997), les processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture sont influencés par deux types de facteurs, des facteurs génétiques et des facteurs environnementaux. Les contraintes environnementales affectant une culture peuvent occasionner des pertes de rendements considérables.

Les zones semi-arides d'altitude se caractérisent par des sols peu profonds et peu fertiles suite à l'absence de restitution de la matière organique. La remontée des eaux vers la surface, suite à la forte demande climatique, crée des dalles de tufs à des profondeurs variables du profil (Baldy, 1974 ; OTI, 1974 ; Djili et Daoud, 2000). La profondeur du profil joue le rôle de réservoir d'eau, avec une faible couche travaillée, ce réservoir est très limité ce qui accentue les effets de la sécheresse sur la culture mise en place.

Toutefois, les effets du manque d'eau s'expriment d'une manière différenciée selon que l'on se situe à l'échelle de tout le pays ou à un niveau plus petit comme celui des petites régions naturelles, de communautés rurales, de paysage voire même d'une parcelle (El Mourid *et al.*, 2000)

Dans le contexte semi aride, la sécheresse joue un rôle d'amplification de la situation aléatoire en agissant comme un déterminant notable dans les modalités d'évolution et de fonctionnement que les exploitations situées dans ces zones mettent en œuvres. En revanche, de nombreuses observations démontrent que cette contrainte climatique n'a pas fondamentalement altéré la place que continue d'occuper l'orge dans les assolements pratiqués dans les exploitations agricoles.

En effet, Brown *et al.* (1987) notent que l'orge possède une bonne efficacité d'utilisation de l'eau en conditions de déficit hydrique, bien qu'elle semble, selon Bensalem (1993), plus sensible que le blé et le triticale à un stress hydrique intervenant en début du cycle de développement.

1.4.3.6.2- Les Pratiques culturales

La faible maîtrise de l'itinéraire technique, intégrant le précédent cultural, le travail du sol, les dates et doses de semis, la fertilisation et le désherbage, constitue un autre facteur limitant, non moins important, de la production céréalière. En effet, même si les variétés adoptées sont performantes, la faiblesse de l'itinéraire technique conduit à une mauvaise installation avec des effets plus ou moins négatifs sur la production finale (Baldy, 1974).

1.4.3.6.3- Les facteurs climatiques

Il est évident que le facteur principal interagissant dans la réponse des géotypes est la variation des conditions climatiques observées dans les zones semi-arides. Parmi les paramètres climatiques mis en cause : la température minimale et la pluviométrie du début de printemps sont les plus déterminants (Benkharbache, 1998 ; Benkharbache et al., 2002).

Selon qu'elles soient basses ou élevées, les températures ne deviennent contraignantes qu'en fonction du stade de développement de la plante. Les températures basses sont à craindre au stade levé, lorsque le coléoptile émerge du sol, la plante tolère jusqu'à -4°C. A partir de ce stade, la sensibilité de la plante est moindre jusqu'à ce qu'elle aborde le stade montaison, où le seuil de tolérance est de l'ordre de -4°C. Ce seuil de température détruit les jeunes épis (Fletcher, 1983 ; Couvreur, 1985).

La plus grande sensibilité est observée à partir du stade gonflement jusqu'à la floraison, où des seuils de l'ordre +4°C détruisent l'ovaire et le grain de pollen (Gate et al. 1990). L'épi en pleine croissance est très sensible au gel tardif, de printemps pendant une longue période, s'étalant sur 20 jours avant et après l'épiaison, moment où le grain est complètement formé (Bœuf, 1932). La stratégie appliquée pour éviter les effets du gel tardif au pic de son avènement repose sur le choix de la variété et de la date de semis (Bouzerzour et al. 2002).

Les hautes températures influent sur la durée du cycle de développement et la production de la plante. La précocité, utilisée comme stratégie pour éviter les stress de fin de cycle de la plante, est néanmoins associée à la réduction de la productivité, en année favorable à la durée du cycle (Baldy, 1974 ; Fischer, 1985).

Il faudra noter que quelque soit le cumul de pluie enregistrée durant le cycle de développement des céréales, c'est la bonne répartition de ces dernières qui conditionnent en très grande partie leur productivité (Feliachi et al., 2001)

La pluviométrie est irrégulière tant du point de vue quantitatif que celui de la répartition dans le temps. La contrainte hydrique est relativement présente tout au long du cycle de développement de la plante suite à une distribution aléatoire de la pluie.

Cette contrainte environnementale, bien que mise en évidence depuis longtemps, reste mal définie dès que l'on résonne à l'échelle de la plante ou de l'organe. Ce niveau de perception correspond d'ailleurs, selon Benseddik et Benabdelli (2000) le mieux aux changements phénomorphologiques ayant lieu au niveau de l'organe (émission de feuille, de talle, initiation florale...) ou même de la cellule pour les caractères physiologiques (teneur en eau, transpiration épidermique...). Le risque de la contrainte hydrique considérée à l'échelle journalier semble être selon Benseddik et Benabdelli (2000) appropriée pour une analyse prenant en compte conjointement l'intensité de la contrainte et la réponse de la plante.

En effet, il est estimé en terme de séquence sèche – nombre de jours successifs sans pluie depuis le dernier jour pluvieux -, de leur longueur et de leur occurrence. Ces

paramètres ont fait ressortir que le risque hydrique constitue un risque pratiquement présent à tous les stades de croissance et de développement de la céréale et affecte à des degrés divers le rendement. Les réponses de la plante sont traduits par une forte régression des talles herbacées (- 70%), une faible fertilité des épis ou une réduction du nombre de grain par épi (- 80 %) et une dépression importante du rendement final (70 à 80 %) L'effet indésirable du stress hydrique est la réduction des phases de formation des épis. La résultante est la diminution du nombre de grains/ m² et donc du rendement en grain (Bouzerzour, 1998).

Sahnoun, (2005) note que qu'en situation d'alimentation hydrique limitante, l'élaboration du rendement en grain est grandement conditionnée par un peuplement épi élevé et l'influence du poids de mille grain reste très variable d'une campagne à une autre.

Selon Gallagher *et al.* (1976), la variation du poids du grain, sous stress hydrique, est assez faible pour induire une forte variation du rendement en grain. C'est surtout la variation du nombre de grains/m² qui est la cause de cette variation. Le déficit hydrique est à craindre dès que les vents chauds et secs se manifestent tôt en cours du cycle, et coïncident avec le pallier hydrique du grain affectant ainsi le poids de mille grains (Baldy, 1974).

Par ailleurs, Seltzer (1946) signale que l'impact de la sécheresse qui peut endommager sérieusement la production, peut être mesuré par la fréquence des années dont la pluviométrie est inférieure à 25 % par rapport à la moyenne.

Dans notre zone d'étude (Sétif) la comparaison des données relatives à la répartition saisonnière de la pluviométrie pour la période de 1980 à 1996, avec le rendement réalisé en milieu producteur montre que le déficit pluviométrique printanier (sécheresse terminale) est celui qui conditionne en grande partie le niveau de production (Feliachi *et al.*, 2001)

1.4.3.6.4- Les variétés

La variété est l'un des facteurs les plus importants dans l'amélioration des rendements. En région semi aride des hauts plateaux, l'orge n'est représentée que par Tichedrett et Saida, deux variétés populations qui ont atteint un degré d'homogénéité élevé (Bouzerzour, 1998). Par ailleurs, l'adoption de nouvelles variétés a été peu suivie, en raison de leur grande sensibilité aux variations environnementales. Ces dernières sont fortes sur de très courtes distances (Hakimi, 1989). De nouvelles variétés ont été sélectionnées mais le degré d'adoption par les agriculteurs a été le plus souvent très faible voir nulle dans les zones semi arides d'altitude (Bouzerzour et Monneveux, 1992 ; Bouzerzour et Djekoun, 1996).

En effet, les nouvelles obtentions se caractérisent par une forte sensibilité à la variation environnementale d'où leur instabilité de production (Benlaribi *et al.*, 1990 ; Ali Dib et Monneveux, 1992 ; et Khaldoun *et al.* 2001)

Toutefois, El Mourid *et al.* (2000) signalent qu'au Maroc l'emploi de variétés précoces et semi précoces combiné aux techniques culturales appropriées permet de réduire de la fluctuation des rendements et stabiliser ainsi la production agricole. Benmahammed (2004) mentionne que dans le cadre des activités de l'Institut Technique des Grandes Cultures, celui -ci a sélectionné 43 variétés d'orge dont 9 variétés sont adoptées par les agriculteurs.

Dans une autre approche, El Hafid *et al.* (1996) notent que la date de réalisation des stades critiques de développement d'une culture ainsi que ses réponses aux conditions de l'environnement sont des informations utiles pour la prise de décision concernant le management et aussi les modèles de production. La productivité relativement plus élevée des variétés récentes par comparaison aux anciennes serait le résultat d'un taux de

remplissage de grain plus élevé et une meilleure efficacité de la conversion de la matière sèche en nombre de grain rempli.

En plus l'efficacité de cette conversion a été améliorée par l'irrigation ; et une variabilité génétique importante existe. El Mourid et Watts (1993), indiquent que ce paramètre explique 67% de la variabilité du nombre de grain/ m².

Ces variétés améliorées se caractérisent par de hauts rendements en comparaison avec les variétés locales en conditions climatiques favorables. Cependant, elles donnent des rendements faibles si les conditions sont défavorables. Il apparaît donc que l'amélioration de la production est possible en adoptant un itinéraire technique plus intensif, bien vulgarisé, dans les plaines intérieures où les conditions de production sont nettement plus favorables en adoptant de cultivars plus flexibles vis à vis des contraintes climatiques (Bouzerzour et *al.* 2000).

Ces variétés nouvelles doivent se distinguer par la tolérance aux stress et des capacités de productions plus fortes que celles des variétés locales pour qu'elles puissent les remplacer. Les facteurs que nous venons de décrire peuvent donc intervenir seuls ou en interaction. Le facteur hydrique occupe toutefois une place particulière du fait de sa fréquence d'occurrence et de la place que l'eau occupe dans les phénomènes métaboliques.

1.5- Sélection pour l'adaptation aux zones arides et semi-arides :

1.5.1- Sélection pour le rendement en grain :

1.5.1.1 Aperçu sur les mécanismes d'adaptations à la sécheresse

L'adaptation se définit comme la capacité d'une plante à croître et à donner des rendements satisfaisants dans des zones sujettes à des stress de périodicités connues. Selon Levitt (1982), l'adaptation peut prendre trois formes distinctes. L'évasion ou échappement, qui est la situation où la plante grâce à un rythme de développement spécifique, réussit à s'harmoniser à l'environnement de production, en échappant partiellement ou complètement au stress.

L'évitement de la déshydratation (ou résistance), qui prend forme grâce au maintien, par divers mécanismes, d'un état interne satisfaisant. Cet état permet à la plante de continuer ses activités métaboliques sans être fortement perturbée par le milieu extérieur qui peut être très stressant. Enfin la tolérance du stress qui s'installe dans les tissus de la plante et qui est la capacité de maintenir une activité métabolique. Cette activité assure l'intégrité fonctionnelle aux structures cellulaires et autorise la reprise des activités de la plante dès que les conditions de croissance redeviennent plus normales, tout en résistant aux effets d'un faible potentiel hydrique (Belhassen et *al.*, 1995).

Sehabi (2000) pour sa part note que la plante soumise à une contrainte hydrique manifeste son adaptation à travers trois mécanismes qui sont (1) physiologiques se traduisant par une courte durée de croissance (évitement du stress), (2) morphologiques qui permettent à la plante de conserver un potentiel hydrique faiblement négatif en conditions

de stress, évitant ainsi la déshydratation des tissus, se manifestant soit par la présence de cire cuticulaire, soit par la réduction de la surface foliaire pour minimiser les pertes d'eau à travers la diminution de la transpiration, soit par l'enroulement des feuilles, soit par la sénescence des feuilles, soit par la présence des barbes, soit par la croissance continue des racines, soit enfin par la fermeture des stomates afin de conserver son alimentation en eau, (3) physiologiques matérialisés soit par un ajustement osmotique permettant à la plante de garder une bonne turgescence sous contrainte hydrique.

Monneveux et This (1997) considèrent que ce paramètre apparaît comme un mécanisme majeur d'adaptation à la sécheresse car il permet de maintenir de nombreuses fonctions physiologiques (photosynthèse, transpiration, croissance...) et son caractère inductible suppose qu'il n'a pas ou peu d'incidence sur le rendement en grain.

Cet ajustement osmotique se manifeste, selon Turner (1986) grâce à l'accumulation de molécules telles que le glycol et des polyols (Salsac et Monneveux, 1991), ou des matières azotées telles que de la bétaine ou de la proline (Bates et *al.* 1973; Aspinall et Peleg, 1981), soit par une translocation des assimilats par accumulation d'hydrates de carbone au niveau du grain en cas de déficit hydrique plus fort chez les variétés à gros grain selon Gate et *al.* (1993), soit enfin par une élasticité cellulaire par réduction de la taille des cellules en conditions de stress observée par Pritchard et *al.* (1991).

Toutefois, Gillet et *al.* (1984) notent que si la sécheresse affecte bien la photosynthèse ce n'est pas son 1^{er} effet; ainsi, elle ralentit la croissance des parties aériennes en ralentissant l'élongation cellulaire de leurs méristèmes.

Samir et *al.* (1997) notent que la forte corrélation entre la résistance stomatique et le rendement en grain indique que l'utilisation de ce paramètre physiologique pour la sélection de variétés tolérantes à la sécheresse pourrait être prometteur. En effet, la mesure du potentiel hydrique au stade reproducteur permet d'estimer les performances agronomiques d'une variété, de même la corrélation élevée et négative entre la résistance à la sécheresse et le rendement en grain permet de dire que la mesure de la résistance stomatique à n'importe quelle phase du cycle permet de donner des informations sur le matériel végétal étudié.

Par ailleurs, Hayek et *al.*, (2000) précise que la sélection pour un mécanisme donné de résistance à la sécheresse, même bien corrélé au rendement, n'aboutit pas automatiquement à l'amélioration de ce dernier. En effet, les variétés de céréales (blé, orge et triticale) résistantes au déficit hydrique se caractérisent par une stratégie regroupant en même temps, un ensemble de mécanismes d'adaptation. Cette stratégie est efficace pour surmonter les aspects imprévisibles du climat.

Cependant, le déterminisme génétique des caractères d'adaptations est souvent peu connu, Teulat-Merah et *al.* (2000) pensent que pour mieux comprendre les composantes physiologiques, génétiques et moléculaires de la tolérance à la sécheresse il faudra identifier les locus impliqués dans la variation quantitative du caractère étudié ou QTL (Quantitative Trait Loci) et en étudiant leur nombre, leur effet et leur stabilité.

Dans ce cadre l'orge est une espèce de choix. Elle présente des capacités d'adaptation à plusieurs stressés abiotiques (sécheresse, salinité...). Certains caractères morpho physiologiques susceptibles de contribuer à la stabilité du rendement peuvent être introgressés dans des variétés améliorées (Ceccarelli, 1984 ; Ceccarelli et *al.*, 1995 ; Teulat-Merah et *al.*, 2000).

1.5.1.2- Critères de sélection pour le rendement en grain :

Toutefois, Gillet (1980) indique que la plante, d'une manière générale, tente de résister par divers mécanismes, à la sécheresse, mais ceux-ci, même efficace, nuisent au rendement.

L'orge est considérée, à tort ou à raison, comme une espèce très tolérante aux stress abiotiques. Elle vient avec l'élevage ovin tirer le meilleur parti des zones marginales où la culture des blés ne réussit pas toujours à donner des rendements acceptables (Bouzerzour et Oudina, 1989). La sélection de cette espèce vise un double objectif, l'amélioration et la stabilité des rendements. Il est donc admis que l'amélioration doit se faire dans des environnements dont les conditions climatiques sont proches de celles des milieux pour lesquels les nouvelles variétés sont destinées (Ceccarelli *et al.* 1992).

Néanmoins, l'amélioration des variétés pose des problèmes complexes, du fait de son déterminisme multi caractères et multi géniques et du fait des stratégies différentes d'adaptation à la sécheresse (Belhassen *et al.* 1995).

Bouzerzour *et Oudina*, (1989) montrent que la sélection dans des environnements favorables identifie des génotypes performants mais sensibles aux stress abiotiques, alors que la sélection faite dans les environnements stressants, isole des génotypes tolérants aux stress mais ne valorisant pas le milieu.

Guerbali, (2003) note que sur orge et dans un essai réalisé en Syrie (Tel Hedyia : 311 mm/an, et Breda : 262 mm/an), sur un ensemble de neuf paramètres étudiés (port de la plante, nombre de jour levée maturité, longueur de l'épi, hauteur de la paille, rendement en grain, poids de mille grain, nombre de grain par épi, taux de protéines), seules deux paramètres se rapportent à l'aspect génotypique : la longueur de l'épi et le nombre de grain par épi ; par ailleurs, la longueur de l'épi et le rendement montre une corrélation négative et significative liée aux conditions du milieu, car dans les deux sites d'essai il y a confirmation des mêmes relations.

En Algérie, la presque totalité des surfaces cultivées en orge sont localisées sur les hautes terres, semi-arides, là où les possibilités d'intensification sont très réduits. La pluviométrie et les températures y sont sujettes à de grandes variations intra et inter annuelles, qui affectent sérieusement les rendements des cultures (Baldy, 1974).

Les contraintes climatiques le plus souvent mises en cause, dans de tels cas, sont le gel tardif pour Bouzerzour et Monneveux, (1992) ; la sécheresse et les hautes températures en fin de cycle pour Acevedo *et al.* (1991); Ceccarelli *et al.* (1992) et Bouzerzour et Benmahammed, (1994). L'utilisation des variétés locales est presque la règle et l'adoption de nouvelles variétés est conditionné par la stabilité de leur production (Bouzerzour et Sahraoui, 1989 ; Bouzerzour et Monneveux, 1992).

L'amélioration de la tolérance aux stress reste un objectif majeur de la sélection dans les zones soumises à une forte variabilité climatique (Blum, 1985 ; Ceccarelli *et al.*, 1992). La tolérance aux stress doit être quantifiée sur la base du niveau de productivité obtenu sous contrainte.

Khaldoun *et al.*, (1990) rapporte une nette différence variétale sous l'effet d'un déficit hydrique sur les caractéristiques des parties aériennes et souterraines (nombre de racines principales, volume racinaire, rapport matière sèche partie aérienne et matière sèche souterraine) chez l'orge.

La comparaison des performances génotypiques dans des environnements favorables et non favorables à l'expression de hauts rendements est souvent utilisée pour identifier les génotypes tolérants et productifs. Cette approche vise à minimiser les baisses

de rendements en grains dans les environnements non favorables relativement aux rendements obtenus en milieux favorables (Bouzerzour et al. 2000)

La sélection est pratiquée sur la base du rendement, or les résultats de certaines études s'accordent à montrer que le rendement est un caractère très variable, soumis à des interactions génotype x milieu fortes et que son coefficient d'héritabilité est plutôt faible (Ceccarelli et Grando, 1991 ; Acevedo et al. 1991; Ceccarelli et al. 1992 ; Bouzerzour et Benmahammed, 1994 ; Bouzerzour et Djekoun, 1996 et Boubaker et al. 1999).

En effet, le rendement héréditaire est difficile à estimer car l'ontogénie de la céréale ne dépend pas seulement du patrimoine génétique, elle est largement influencée par les facteurs écologiques (Boubaker et al., 1999)

Le recours à d'autres caractères agronomiques, utilisés en parallèle avec le rendement en grain dans le cadre d'une approche intégrative pourrait constituer une alternative dans la recherche d'une meilleure stabilité de la production (Marshall, 1987 ; Monneveux, 1991). La hiérarchisation de caractères mesurables est souhaitable pour ne prendre en compte que les plus intéressants.

Ainsi, Bouzerzour et al., (1998) notent que l'inefficacité relative de certains caractères étudiés (biomasse, indice de récolte et la précocité par rapport au rendement en grain) à être corrélatif du rendement en grain indique que la sélection mono caractère semble peu efficace, même si la sélection sur la base de la biomasse aérienne tend à réduire l'irrégularité des rendements en grains, chez l'orge.

Par ailleurs, Kermiche (2000) note que la biomasse aérienne explique le plus le rendement, suivie de l'indice de récolte, du nombre d'épis/m² et de la hauteur de la plante. Par ailleurs, les lignées issues de la sélection sur la base de la combinaison de variables « hauteur + nombre d'épis/m² + indice de récolte » montrent une plus grande stabilité, inter années, du rendement, cette combinaison pouvant être utilisée efficacement pour réduire la variation des caractères liés à la biomasse et par conséquent stabiliser le rendement en grain. Des croisements entre les lignées de bonnes valeurs propres, peuvent être réalisés ensuite.

L'avènement du déficit hydrique laisse apparaître des différences variétales, chez le blé dur, Larbi et al., (2000), notent que le rendement est réduit. Toutefois, il est corrélé positivement avec le nombre d'épi/m² et le poids de mille grains pour une variété alors qu'il ne l'est qu'avec le nombre d'épi/m² chez une autre variété.

Chery (1982) note que l'amélioration de l'orge pour la teneur en protéines du grain est possible par recombinaison génétique en accumulant sur un même génotype des gènes favorables à l'enrichissement du grain en protéine et en utilisant comme critère de sélection le rendement en protéine à l'hectare et le poids en protéine de 1000 grains. Certaines variétés d'orge à deux et six rangs réalisent un compromis intéressant entre rendement et richesse en protéines.

Toutefois, il faudra tenir compte de la répartition des assimilats entre paille et grain, en effet une forte corrélation négative est observée entre la teneur en protéines du grain et l'indice de récolte lui-même fortement lié au rendement (Chery, 1982).

En pratique, il existe deux types de sélection, la sélection directe et la sélection indirecte. La sélection directe utilise le rendement grain comme critère de sélection, du moment qu'il est l'objectif final du sélectionneur. Ce caractère présente une faible héritabilité et il est fortement influencé par l'environnement, il a une faible héritabilité notamment en conditions

défavorables (Austin *et al.*, 1980). Pour sa part, Sharma, (1993) indique que la sélection sur la base de ce critère est peu efficace.

En effet, Gill *et al.* (1979) rapportent que le rendement est sous le contrôle d'effets génétiques non additifs, qui se reflètent par une réponse positive en conditions favorables et négatives en conditions défavorables. Cette instabilité a orienté la recherche vers d'autres critères qui s'avéreraient plus efficaces dans l'amélioration de la régularité de la production.

La sélection indirecte utilise les caractères liés au rendement grain comme critères de sélection. Elle nécessite beaucoup d'effort pour l'identification et l'étude du déterminisme génétique de ces caractères dans le milieu pour lequel l'amélioration génétique est envisagée. Parmi les composantes du rendement grain, le nombre d'épis/m² est le facteur le plus déterminant du rendement en l'absence de gel tardif, suivi du nombre de grains par épi et du poids de mille grains (Bahlouli *et al.* 2005). En présence de gel, le nombre de grains/épi devient le facteur déterminant (Bouzerzour et Benmahammed, 1994).

Le coefficient d'héritabilité du nombre d'épis et celui du nombre de grains par épi sont élevés, alors que ceux du poids moyen de mille grains et du rendement grain sont faibles. Ce dernier semble être plus corrélé au nombre d'épis par plante et au poids moyen de mille grains qu'au nombre de grain par épi, selon Fonseca et Patterson (1968).

En effet, Bouzerzour et Benmahammad (1995) notent qu'en tenant compte des liaisons positives du nombre d'épi par plante et du nombre de grain par épi avec le rendement et négative entre eux, l'amélioration du rendement est possible par sélection simultanée de ces deux composantes, en effet, l'augmentation simultanée des valeurs moyennes de ces deux composantes amène un gain génétique certain dans le rendement qui en est la résultante.

Karrou (2003), pour sa part, note que le rendement est plus corrélé au taux de remplissage du grain et au nombre de grain par épi et par m² qu'au poids de mille grains. Quand au poids de mille grains, il est positivement corrélé au taux de remplissage du grain. Des relations négatives ont été enregistrées entre le nombre de grains par épi et le taux de remplissage du grain, chez l'orge.

Il est nécessaire aussi de vérifier l'efficacité des variables retenues comme caractères réellement capable de jouer un rôle effectif dans la stabilité de la production. S'agissant de zones semi-arides, la biomasse aérienne est une caractéristique qui traduit bien les capacités d'un génotype à utiliser au mieux les potentialités du milieu (Meynard, 1987; Siddique *et al.* 1990). L'indice de récolte donne une mesure du degré de reconversion d'une partie de la biomasse aérienne produite en grain (Sharma et Smith., 1986).

L'utilité de la caractérisation phénotypique est de déterminer l'étendue de la variabilité génotypique pour les caractères morphologiques qui contribuent à l'adaptation et à la productivité de la plante dans un milieu donné. L'étude de la variabilité est nécessaire pour évaluer les progrès possibles en sélection d'un caractère donné (Kervalla *et al.* 1991).

La tolérance des plantes aux stress est une résultante de l'interaction des caractéristiques d'ordre phénologiques, morphologiques, physiologiques et biochimiques qui ne sont pas encore fortement utilisés en sélection. Cette dernière est faite, le plus souvent, sur la seule base du rendement en grain (Edhaie *et al.* 1988 ; Bouzerzour, 1998).

L'obtention d'un rendement élevé et stable, nécessite de sélectionner des génotypes sur la base des caractéristiques qui contribuent à l'adaptation au milieu (Acevedo *et al.* 1991). Les caractères liés au rendement sont utiles à identifier dans le milieu pour lequel la sélection est souhaitée, parce qu'ils déterminent la réalisation d'un niveau de rendement en grains donné comme ils déterminent, souvent, sa stabilité (Ceccarelli, 1994).

Bahlouli *et al.* (1998) trouvent que la hauteur des plantes est positivement corrélée à la durée d'épiaison, à la biomasse aérienne produite à maturité, au poids moyen de 1000 grains et au nombre d'épis/m². Ils observent aussi que le poids de 1000 grains est positivement corrélé à la biomasse aérienne produite à maturité.

Sehabi (2000), note de son côté que la forte héritabilité du poids du grain, de la hauteur du maître brin et de la longueur du col de l'épi ainsi qu'une corrélation génétique élevée et significative avec le rendement en grain jouent en faveur de leur utilisation dans la sélection indirecte du rendement en grain. Sans toutefois, exclure l'importance de la précocité comme caractère d'évitement dans les zones où le stress terminal est fréquent.

Bouzerzour et Monneveux (1992) notent que la hauteur des plantes est corrélée positivement à la biomasse aérienne produite à maturité, et qu'elle est donc indicatrice d'une forte production de paille. Ils observent aussi que les variétés, les plus hautes, produisent un grain plus gros et elles sont plus tardives à l'épiaison. La grosseur du grain contribue donc aux différences génotypiques de la biomasse aérienne produite à maturité.

Oosterom *et al.* (1993) montrent, qu'en conditions de sécheresse, la précocité à l'épiaison est positivement corrélée au rendement en grain. Comme la sécheresse et les hautes températures de fin de cycle sont les caractéristiques dominantes des zones semi-arides d'altitude (Baldy, 1974), il serait plus judicieux de privilégier la sélection vers une plus grande précocité au stade épiaison.

Bœuf (1932), signalait déjà les dommages causés par le froid tardif de printemps sur les blés des hauts plateaux où les rendements sont réduits à des seuils inférieurs à 10 qx/ha.

Cette caractéristique n'est, cependant, d'aucune utilité pratique en sélection dans les régions où la présence du gel tardif pénalise les génotypes trop précoces (Ceccarelli *et al.* 1992), alors que Bahlouli *et al.* (1998) notent que la réponse à la sélection de la précocité est effective et positive. Elle est égale à 4,4 jours pour une différentielle de sélection de 8 jours d'où un coefficient d'héritabilité réalisée de 0,55.

Balkema Boomstra (1988), en sélectionnant sur la base de la précocité au stade gonflement, réussit à réduire de la durée à l'épiaison de 5 jours, chez trois populations de blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Bahlouli *et al.* (1998) notent que la réponse directe à la sélection sur la base de la précocité s'accompagne de réponses corrélatives significatives. Ces réponses corrélatives sont notées chez la biomasse aérienne produite à l'épiaison, le nombre d'épis/m² et le rendement en grain dont les moyennes sont en faveur du groupe de génotypes précoces.

Bouzerzour et Benmahammed (1991) ; Bouzerzour et Djekoun (1996) trouvent par contre que le nombre de grains/épi est positivement corrélé à la durée à l'épiaison. La moyenne de ce caractère augmente à mesure que la durée de la phase, qui va du semis à l'épiaison, est plus longue. Cette divergence des résultats indique l'existence d'interactions génotype x année qui diminuent de l'information apportée par les liaisons inter caractères basées sur les données d'une seule année.

Bahlouli *et al.* (1998) observent des interactions génotype x année significatives pour la précocité à l'épiaison, la hauteur des plantes et le rendement en grains. Le niveau des moyennes affichées par les variables mesurées change, donc, fortement en fonction des années. Les différences génotypiques changent, aussi de sens ou d'amplitude, selon l'année, pour la durée de l'épiaison, la hauteur des plantes et le rendement en grains.

L'interaction génotype x année significative indique que les génotypes sélectionnés ne sont pas stables pour les caractères analysés, d'une année à l'autre. Ceci est très

important parce que le recours à la sélection sur la base des caractères autres que le rendement en grain est réalisé sous l'hypothèse que ces derniers sont moins soumis à la variation environnementale comparativement au rendement en grain (Ceccarelli et al. 1992 ; Bouzerzour et Djekoun, 1996 ; Bouzerzour et al. 1998).

En effet, la variation environnementale est d'ordre temporel mais aussi spatial. Il est nécessaire, dans ce cas, de caractériser le milieu de sélection pour identifier l'environnement le plus fréquent. Ainsi la sélection est faite sur la base d'une combinaison de caractères, et de sorte que les lignées, qui en sont issues, soient le mieux assorties à de tel environnement (Bouzerzour, 1998).

Toutefois, les génotypes ainsi sélectionnés se montreront souvent moins productifs en dehors de l'environnement pour lequel ils ont été sélectionnés. Il semble donc que ce c'est le prix à payer quand on travaille dans des environnements dont la variabilité est de nature imprévisible.

L'utilité de la sélection sur la base de la précocité au stade épiaison est justifiée aussi par le souci de donner à la plante un cycle de développement qui lui permet d'éviter les contraintes climatiques tel que la sécheresse et les hautes températures de fin de cycle pour Oosterom et al. (1993), le froid tardif pour Bouzerzour et Benmahammed, (1994).

Dans cet objectif, la stabilité de la précocité au stade épiaison est très importante pour pouvoir limiter les risques liés à la variabilité climatique (Hadjichristodoulou, 1987 ; Abbassene et al. 1997). Un génotype précoce à tendance à épier plus tôt ou plus tard, selon que l'hiver est plus doux ou plus rigoureux. Les génotypes tardifs ont tendance, par contre, à épier à une date plus ou moins fixe (Bahlouli et al. 1998).

Ces auteurs observent que certains génotypes d'orge, tardifs à l'épiaison, se caractérisent par leur capacité à épier à plus ou moins la même date, quelle que soit l'année. Abbassene et al. (1997) ont observé le même phénomène chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Ceci s'explique probablement par le fait que les génotypes précoces répondent plus aux sommes de températures accumulées, alors que les génotypes tardifs répondent en plus à la vernalisation et à la photopériode (Worland et al. 1994).

Hadjichristodoulou (1987) trouve que les variétés tardives sont plus régulières du point de vue date d'épiaison et production. Abbassene et al. (1997) recommandent que les mécanismes génétiques et physiologiques qui sont à la base du contrôle de la précocité à l'épiaison soient étudiés pour faciliter le choix de génotypes approprié dans la recherche d'une plus grande adaptation à la variabilité climatique de la région.

Cependant ce choix reste limité vu qu'il comporte les risques encourus vis à vis du gel tardif, qui est une autre contrainte, certes moins présente comparativement à la sécheresse, mais qui existe néanmoins en zones semi-arides d'altitudes (Ceccarelli et al. 1992 ; Oosterom et al. 1993 ; Bahlouli et al. 1998 ; Benkherbache et al., 2002). La recherche sur la tolérance ou la résistance au froid tardif est nécessaire pour pouvoir exploiter d'avantage en productivité des génotypes précoces et échapper ainsi aux stress de fin de cycle.

La capacité de produire une biomasse aérienne acceptable à maturité est une caractéristique désirable dans les zones semi-arides vu la variabilité du climat. Dans ces zones l'eau est un facteur le plus limitant à l'obtention de hauts rendements. Le génotype le plus intéressant est celui qui adopte un rythme de développement qui lui permet de valoriser au mieux les quantités de pluies reçues.

L'effet du stress hydrique sur le rendement dépend du stade végétatif auquel survient la contrainte hydrique. Ainsi, plusieurs auteurs notent que les réductions du rendement les plus larges se produisent quand la sécheresse survient la période coïncidant avec l'initiation florale (Fischer et Kertesz, 1976). Ces derniers indiquent que si la sécheresse survient durant les deux dernières semaines avant l'épiaison, elle peut réduire le nombre de grain par épillet.

Une forte quantité de biomasse produite à maturité est la résultante de différentes vitesses de croissance et de la contribution des différentes parties de la plante. Un taux de croissance élevé, dès la levée, nécessite une insensibilité aux températures froides. Il améliore l'utilisation des pluies hivernales et permet l'obtention d'une biomasse acceptable à maturité.

De tels génotypes tendent à éviter la sécheresse et les hautes températures de fin de cycle. Cependant, ce type de croissance entraîne souvent une précocité excessive au stade épiaison et fait donc courir les risques de destruction des organes floraux par le gel tardif en zones d'altitudes (Bouzerzour et al. 2002).

Il sera donc judicieux d'étudier les mécanismes d'adaptation de la plante à la sécheresse et chercher identifier les gènes impliqués.

L'objectif étant d'obtenir une plante (variété) capable de produire dans des situations de manque d'eau.

L'étude de l'adaptation des plantes à la sécheresse est au carrefour de la physiologie, de l'agronomie et de la génétique. Elle illustre des approches pluridisciplinaires et de la modélisation pour aborder des phénomènes complexes.

La sensibilité plus ou moins importante aux températures froides induit une vitesse de croissance relativement plus lente en début de cycle. Les génotypes qui possèdent cette caractéristique ont tendance à végéter en hiver ; ils couvrent complètement le sol, limitent l'évaporation et leur croissance ne deviennent active rapide, qu'une fois leurs besoins en froid ou en photopériode sont satisfaits.

Kabouche et al., (2001), notent que pour les zones des hauts plateaux sétifiens les pluies automnales et celles du mois de mai ainsi que le gel au cours du mois d'avril ressortent comme les facteurs climatiques les plus prépondérants dans l'élaboration des hauts rendements chez l'orge. Et précisent par ailleurs que les variétés sélectionnées au cours des quinze dernières années ne semblent pas capables d'éviter le gel tardif, s'il se présente.

Ainsi la préconisation d'utiliser des variétés tardives, plus productives que le cultivar Tichedrett, ne semble avantageuse que pour tirer profit des pluies tardives du mois de mai qui ont une forte probabilité de dépasser les 35 mm/mois dans 66% des cas. Ainsi, la recherche de la tolérance génétique au gel tardif peut devenir un axe d'orientation pour stabiliser les rendements de l'orge et améliorer le taux d'adaptation des nouvelles obtentions dans ces régions

En général, ces génotypes sont tardifs au stade épiaison, ils échappent aux risques du gel tardif. La tardiveté au stade épiaison se répercute en général au stade maturité, ils sont donc plus soumis aux effets de la sécheresse et des hautes températures de fin de cycle. Le génotype adapté est celui qui accumule de la matière sèche, assez vite, tôt en début du cycle et en même temps, se développent assez lentement pour arriver à épier après que le risque de gel tardif soit acceptable et avant que les risques de la sécheresse

et des hautes températures ne deviennent assez conséquents. Il est relativement tardif à l'épiaison et précoce à maturité (Bouzerzour et al. 2002).

1.5.2- Effets de la coupe sur la graminée et aptitude des variétés d'orge à la double exploitation :

1.5.2.1- Effets de la coupe sur la graminée :

Gillet (1980) note qu'après fauche, la plante doit pouvoir compter sur des réserves pour assurer le redémarrage tant que le relais n'est pas pris par la photosynthèse. Ces réserves (glucides simples : fructosane...) sont surtout localisées à la base des parties aériennes, dans les chaumes et dans les gaines, donc très près des zones à partir desquelles se fera la repousse. En effet, la plante doit résister à une ou plusieurs coupes qui lui supprime pratiquement toutes les sources de carbone : les organes verts, en effet, il reste une « chaume » avec beaucoup de débris et peu d'organes verts. La morphologie de cette dernière pourra prendre des aspects variables selon la date d'exploitation ; deux cas peuvent se présenter :

- Cas d'une coupe en phase végétative : C'est le cas d'une exploitation précoce au printemps, les apex végétatifs situés au ras du sol risquent peu d'être prélevés; ainsi la repousse se fera soit à partir des organes verts restants soit à partir des bourgeons axillaires, tant que les conditions restent favorables au tallage (figure 1, situation A).

La rapidité de reprise dépend surtout des réserves accumulées, de l'intensité de la défoliation et des conditions du milieu (température ambiante, nutrition azotée, sécheresse...) qui continuent d'agir et exercent leur influence après coupe (Volenc et al., 1996).

En effet, il faut remarquer les effets négatifs d'un déficit hydrique ou d'un déficit en nutrition azotée sur la répartition des assimilats et en particulier sur la croissance des racines ont des conséquences non seulement immédiates sur la croissance des parties aériennes mais également à moyen terme. En effet, une croissance racinaire accrue à un moment donné contribue à diminuer le déficit de nutrition minérale et l'alimentation hydrique pouvant intervenir ultérieurement.

Lemaire, (1991), pense que ce type de fonctionnement est le résultat d'une adaptation des plantes aux variations des ressources du milieu. En situation de faibles ressources (eau, azote), la limitation de la croissance aérienne constitue une « économie » qui en se traduisant par une plus grande utilisation du carbone dans la croissance racinaire, permet à la plante d'avoir une meilleure exploration des ressources les plus limitantes du milieu.

- Cas d'une coupe en phase reproductrice : Dans ce cas l'apex risque d'être enlevé, plusieurs situations sont possibles (figure 1, situation B):
 - Exploitation en déprimage : généralement effectué en début de printemps, avant que les apex ne soient trop montés dans les tiges. Les apex ne sont donc pas enlevés à conditions toutefois de ne pas laisser les animaux pâturer trop ras. Le développement des talles va alors se poursuivre presque normalement. L'épiaison sera retardée de quelques jours. Dunn et al. (1977) précisent que ce mode d'exploitation retarde la date de réalisation du stade épiaison, il permet aussi, selon Makhlouf

et *al.* (2000) d'éviter le gel tardif chez les génotypes qui répondent aux sommes des degrés - jours cumulés.

- Exploitation au stade « épi à 10 cm » : il ne s'agit pas d'un stade physiologique mais d'un repère agricole qui garde son intérêt

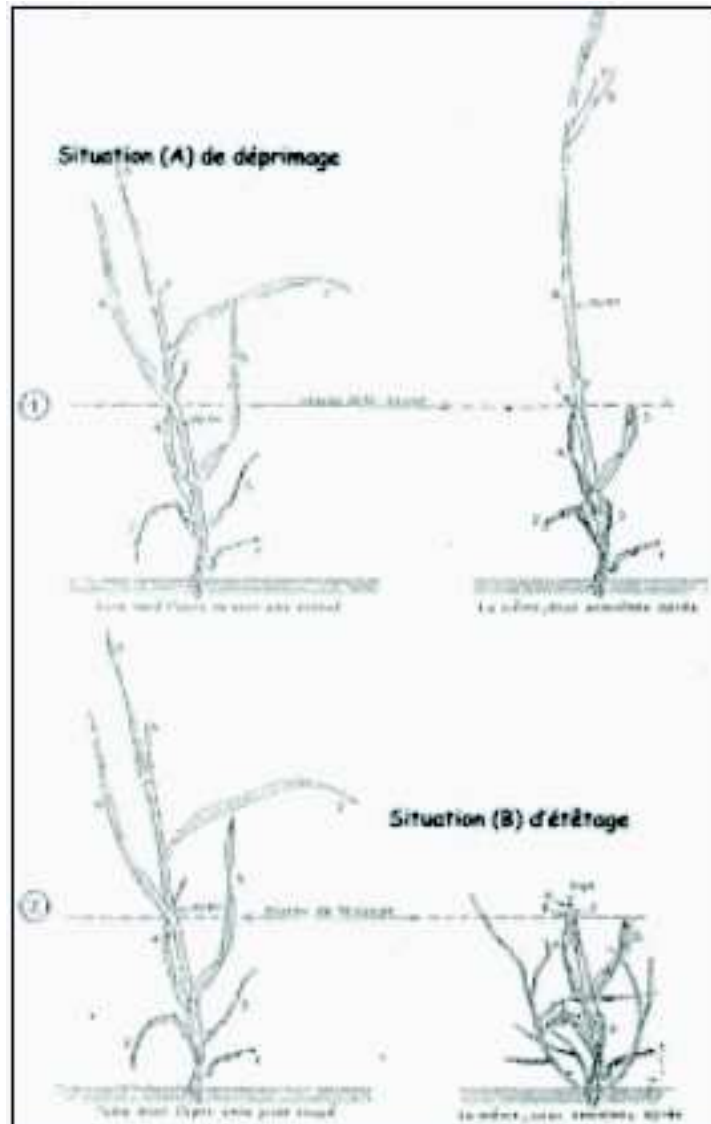


Figure 1- Evolution d'une talle coupée en cours de montaison (Gillet, 1980)

lorsqu'il permet de concilier différents aspects intéressant l'utilisation de la plante.

C'est le moment où les 1^{ers} talles qui montent ont la base de leur inflorescence à 10 cm du sol (observation réalisable en fendant les tiges longitudinalement).

Une exploitation à ce stade détruit une forte proportion d'apex, la repousse se fait essentiellement à partir des bourgeons de la base inhibés jusque là. Dans ce cas, la repousse peut être assez rapide si le niveau des réserves est suffisant et si les conditions du milieu restent favorables.

Exploitation après le stade « épi à 10 cm » : Le terme étêtage est souvent employé pour désigner ce type d'exploitation, ainsi la totalité des apex est alors supprimée

par la coupe et la repousse se fera par un renouvellement des talles à partir des bourgeons de la base. En conséquence, le redémarrage va être retardé d'autant plus que les conditions du milieu risquent de devenir moins favorables à cette époque de l'année. Un autre repère biologiques méritent d'être cité : l'épiaison (Amara, 1983 ; Amara et al., 1985).

En effet, la hauteur d'exploitation (ou intensité de défoliation) et la durée de repousse sont deux paramètres agronomiques ayant une importance capitale dans la gestion d'une plante à faucher, ou d'une prairie.

Mais si l'on considère l'assimilation du carbone via la chlorophylle après une fauche ou une pâture, ce n'est pas la hauteur de coupe qui a est la variable pertinente mais l'indice foliaire résiduelle (surface des feuilles laissées en place par la lame de coupe ou l'animal) (Avice et al., 2001).

Chez les légumineuses, il apparaît qu'une plus faible disponibilité en réserves azotées au moment de la coupe se traduit par une réduction du potentiel de repousse, alors que chez certaines graminées une compensation intervient suite à une augmentation de l'absorption de l'azote par la plante.

Il en ressort des différences de stratégie entre plantes pour la mobilisation du carbone et de l'azote pour la repousse.

1.5.2.2- Aptitude des variétés d'orge à la double exploitation :

Un génotype sélectionné pour la production grain n'a pas forcément toutes les caractéristiques pour en faire une variété bonne pour la production fourragère ou tolérante à la pâture. La variabilité des réponses incite à incorporer les caractéristiques désirables en production fourragères avec celles désirables en production de grains.

Cependant, la corrélation positive ($r= 0,75$) observée entre le rendement grain après fauche et celui en conduite normale laisse penser que les variétés sélectionnées pour leurs potentiel en rendement peuvent être préconisées sans risque pour la double exploitation (Hadjichritodoulou, 1983 ; Anderson, 1985 ; Hadjichritodoulou, 1990 ; Royo et Tribo, 1997).

Par contre, Yau et Mekni, (1985) notent le contraire et montrent que le rendement en grain du témoin (non fauché) n'est pas corrélé au rendement en grain après déprimage. Ce qui indique que les génotypes qui produisent mieux en culture normale ne sont pas nécessairement ceux qui donnent de meilleurs rendements en grain après la mise sous pâture.

Un génotype destiné à la production fourragère et de grains doit être palatable, possède une digestibilité élevée, un taux de protéines brutes conséquent et en plus, être capable de faire un bon rendement grain, lorsque les conditions s'y prêtent et que l'objectif est tel (Hadjichritodoulou, 1995).

En plus, l'intérêt suscité par la pâture rend nécessaire pour la sélection et l'évaluation du génotype, la caractérisation de son aptitude au pâturage, toutefois cette dernière doit être aussi déterminée en terme de quantité ingérée. En effet, l'herbe pâturée, moins préhensible qu'un fourrage coupé offert à l'auge, est ingérée moins rapidement par l'animal (Gillet, 1980)

Aux critères de sélection pour l'augmentation du rendement doivent donc s'ajouter les critères de sélection pour le double usage : fourrage et grains. Une forte proportion de feuillage améliore la qualité du fourrage.

Ainsi, l'exploitation de l'orge ou de toute autre graminée en vue de la préparation des fourrages conservés doit satisfaire à un compromis, à faire entre la valeur nutritive et l'ingestibilité qui diminue et la quantité de matière sèche produite à l'hectare qui augmente avec l'âge. Il convient pour cela de se baser sur la quantité d'éléments nutritifs (UFL, MAD...) récoltés à l'hectare. La quantité d'UF/ha atteint son maximum dès le début épiaison chez la graminée (Demarquilly et Andrieux., 1998).

Des variétés sans barbes ou à barbes lisses sont plus palatables que ceux qui ont des barbes rugueuses (Yau et *al.* 1989).

Les barbes jouent un rôle important dans l'adaptation aux environnements difficiles (Blum et Ebercon, 1981). Hadjichristodoulou (1994) réussit à sélectionner des lignées sans barbes qui ont des rendements grains équivalents à ceux du témoin mais présentent l'avantage de produire plus de matière sèche que ce dernier.

Bouzerzour et Benmahammad, (1994) notent que le degré de précocité au stade épiaison est pris en compte pour faire en sorte que les nouvelles sélections aient un cycle de développement qui soit assorti à l'environnement de production en évitent les contraintes aux pics de leurs avènements. Hadjichristodoulou (1995) considère la largeur des feuilles, le nombre de feuille, la hauteur de paille et la résistance aux maladies foliaires comme critères pour sélectionner des variétés de type fourrager.

La réponse à la double exploitation est dépendante du génotype et de sa réponse aux divers stimuli environnementaux. Ces stimuli sont représentés par la date de semis, le stade de fauche ou de pâture, la durée de la pâture, la charge et l'environnement de production (Amara, 1983 ; Mouden, 1987 ; Khaldoun, 1989; Amri et Boulanouar, 1990 ; Mossab, 1991; Amara, 1991; Kang et Kang, 1991 ; Mantouche et Boussaid, 1993).

La réponse est le plus souvent négative, avec une réduction du rendement grain chez les génotypes pâturés. La diminution du rendement est liée à une réduction de la fertilité et du poids de 1000 grains, suite à l'allongement du cycle de développement de la plante qui est affectée par l'effet des stressés abiotiques de fin de cycle. Cet allongement du cycle est souvent bénéfique pour les variétés trop précoces, de type alternatif, qui évitent, ainsi, les risques du gel tardif et dans ce cas elles font un rendement grains nettement meilleur (Dann et *al.*, 1977 ; Mossab, 1991).

D'après, (Garcia del Moral, 1992 ; Royo et *al.*, 1993 ; Royo, 1997 ; Royo et *al.*, 1997), c'est le nombre de grain par unité de surface qui est affecté ; la réduction du rendement est d'autant plus grande que la fauche est tardive.

La baisse de rendement peut varier de 09 à 51 % par rapport au génotype non fauchée ; Khaldoun, (1989), observe une réduction moyenne de 09 qx/ha, pour Herrabi et *al.* (1986), observent une réduction du poids de mille grains allant de 12 à 16 % pour une fauche totale de l'orge au stade épiaison ; alors que Anderson (1985) observe des augmentations et des réductions du rendement en grain après pâturage, selon les variétés et les années.

Cette effet réducteurs ou améliorateur se manifeste à travers un processus complexe qui dépend de plusieurs facteurs tels que le type d'élevage, les conditions édaphiques et climatiques, le génotype et le stade phénologique à l'exploitation (Ismaili, 1982 ; Dunphy et *al.*, 1982 ; Hadjichristodoulou, 1990 ; Redmont et *al.*, 1995). La réduction du rendement en grain peut avoir lieu même si la coupe ou le pâturage n'élimine pas les apex (Droushiotis, 1984 ; Dunphy et *al.*, 1982 ; Slim Amara, 1987 ; Winter et Thompson, 1990 ; Mossab, 1991 ; Mekni et Yau, 1995 ; Royo, 1999 et Ben Youssef et *al.*, 2001).

Dans ce cas, d'autres facteurs interviennent tels que l'inhibition de la formation des talles, l'avortement d'une partie des talles, la diminution de la surface foliaire et la durée d'interception photosynthétique entre le stade tallage et l'épiaison, ce qui réduit la disponibilité des assimilats pour assurer un remplissage adéquat et un développement normal des grains (Dunphy et al., 1982 ; Royo et al., 1999)

Pour sa part, Hadjochristodoulou, (1990) note que l'aptitude des variétés de céréales à régulariser leur activité photosynthétique dans les parties reproductrices (indice de récolte) est l'un des mécanismes les plus déterminant dans l'aptitude à la repousse ; les variétés les plus adaptées à la double exploitation sont celles qui peuvent restituer rapidement leur réserves pour assurer une bonne repousse.

Lors d'une double exploitation le choix de la date de semis est prépondérant, en effet, plus la durée entre la levée et fin tallage est longue, plus la production fourragère atteinte à ce stade est élevée (Ramos et al., 1993 ; Royo et Tribo, 1997). On observe une unanimité chez les chercheurs sur le fait que la réduction du rendement en grain après fauche est intimement liée avec le retard de semis (Day et al., 1968 ; Ramos et al., 1993 ; Royo et al., 1997 ; Yau, 1999)

Herrabi et al. (1986), Boualouar et Amri, (1988) rapportent que certains auteurs ont trouvé une corrélation significative entre la surface foliaire de la dernière feuille et le rendement en grain, alors que dans ses essais cette corrélation n'est pas significative, sans doute à cause du fait que la date de défoliation ne correspond pas à la date optimale. Le choix de la dernière feuille comme caractère morphologique de sélection a été fixé pour l'intérêt qui lui a été attribuée par plusieurs chercheurs comme organe d'accumulation et de translocation des carbohydrates vers la graine durant sa croissance et sa maturité.

Par ailleurs, Hadjichristodoulou, (1991) rapporte qu'à Chypre, le rendement en grain, après fauche au stade tallage de l'orge, est réduit de 33 % en moyenne par rapport au témoin non fauché en condition pluviale, alors que le rendement grain est augmenté en conduite irriguée. L'effet sur le rendement en grain dépend de la variété, de l'intensité du pâturage, de la densité de semis et de la nutrition azotée.

Par contre, un accroissement de la teneur en protéine du grain, après coupe, a été reportée par Anderson et Hadjichristodoulou (1979) qui observent une augmentation de ce taux chez le triticale, le blé et l'orge avec un accroissement moindre pour cette dernière.

En effet, la fumure azotée, bien que nettement supérieure aux doses habituelles, est pratiquée afin d'assurer la repousse dans des conditions correctes et traiter l'orge comme une plante fourragère à part entière, en effet Khaldoun (1990) montre que la coupe favorise l'émission de nouvelles talles à partir de bourgeons latéraux latents. Cette émission est fortement stimulée par l'apport d'azote et une bonne alimentation hydrique, El Shatnawi et al., (2004) obtiennent les mêmes résultats.

Slim, (1982) note que si l'exploitation en vert risque de retarder la maturité, une telle pratique permet par contre un étalement de la production du fourrage pendant l'hiver et le printemps, et un raccourcissement des tiges supprimant ainsi la verse chez les cultivars les plus sensibles (Khaldoun, 1989 ; Mossab, 1991 ; Ounes, 1991 ; Hammouche, 2001).

Les rendements en matière sèche, quand à eux, varient selon le traitement et surtout selon les cultivars, il faut noter que plus la coupe est tardive, plus le rendement en matière sèche est élevé et plus le rendement en matière azotée totale est faible, c'est le phénomène de « dilution » (Slim, 1982), la teneur en du fourrage en cellulose brute et en glucides solubles est aussi augmentée.

Par ailleurs, Yau et *al.*, (1989) mentionnent que la biomasse aérienne produite après coupe est généralement comparable à celle produite sans coupe.

La capacité des génotypes à accumuler beaucoup de biomasse aérienne tôt en début cycle est liée à certaines caractéristiques dont la capacité d'extraire de l'eau due à un système racinaire assez développé, un taux de croissance élevée en début de cycle. Ce type de génotype possèdent la capacité de couvrir le sol, très tôt, en réduisant l'évaporation, maximisant la transpiration et en augmentant la vitesse d'élongation des feuilles sous basses températures (Cantéro-Martinez et *al.*, 1995). Une différence génotypique existe dans le seuil des basses températures, allant jusqu'à 04° C.

De telles caractéristiques doivent être étudiées afin de déterminer celles qui jouent un rôle important dans l'adaptation à la double exploitation et servir comme aide à la sélection de génotypes adaptés.

Toutefois, il faut noter que l'augmentation de la matière sèche produite en début de cycle, est capitale dans le rendement en grains en zones ou l'eau, en fin de cycle, devient facteur limitant la production (Turner et Nicolas, 1987)

Slim, (1982) estime que la variabilité génotypique observée pour les paramètres matière verte, matière sèche et teneur en azote est due à une action génétique du type additif (effet AGC) pour les deux premiers paramètres, pouvant être exploitée en sélection amélioratrice et à un effet non additif (effet ASC) pour le troisième paramètre, peu efficace en sélection.

La double exploitation réduit le rendement en paille de 25 à 42 % selon, Royo et Tribo, (1997) et Royo et *al.*, (1997), l'indice de récolte est peu affecté mais la date d'épiaison est retardé en moyenne de 03 jours la maturité de 02 jours.

Par ailleurs, avec une teneur moyenne en matière azotée totale évaluée par Khaldoun, (1989) et Royo et *al.*, 1997), entre 20 et 30 % ; l'orge pâturée peut ainsi, suppléer avantageusement à la majorité des espèces fourragères annuelles cultivées en sec, qui en hiver, ne sont pas encore productive.

Par ailleurs, Khaldoun, (1989) rapporte que la corrélation positive entre le rendement en grain après coupe et la durée en jour de la période semi épiaison suggère que les variétés les plus tardives donnent les meilleurs rendements après coupe.

Chapitre II Matériels et Méthodes

2.1- Caractéristiques de la région d'étude :

2.1.1- Les différentes zones agro climatiques

La région des hautes plaines de Sétif, située à plus de 1000m d'altitude, en moyenne, constitue une vaste zone qui s'étend d'El Yachir à l'Ouest jusqu'à Chelghoum Laid à l'Est et au Nord, des monts de Kherrata jusqu'à ceux du Hodna au Sud. La région est subdivisée en trois grandes ensembles qui se différencient surtout par un gradient pluviométrique Nord - Sud et des différences très marquées du point de vue sol : lourds et profonds au nord, pour devenir légers, superficiels et sableux au Sud (OTI, 1974).

2.1.1.1-La zone Nord

Limitée au Sud par la route nationale 5 qui chevauche le tracé de l'isohyète 300 mm/an, cette zone reçoit plus de pluie. Elle est plus froide et la période de gel s'y prolonge jusqu'au mois de mai. Le départ de la végétation est plus tardif au printemps.

Son relief est très ondulé, elle porte dans sa partie sud, des terres agricoles de très bonne qualité sous forme de vallées ouvertes en pentes douces. Les sols, argileux et profonds, sont de couleur brune à noire avec une faible charge caillouteuse. Ils sont très favorables à la production des céréales. Les rendements de pointes y sont le plus souvent observés (DSA, 1996).

2.1.1.2- La zone centre

Comparativement à la zone Nord, celle ci est moins importante en superficie. Presque inexistante à l'ouest de Bordj Bou Arreridj, elle prend naissance à hauteur de Sidi M'Barek pour s'élargir au niveau d'El Eulma. C'est une zone intermédiaire, au relief plat et monotone, formant un vaste plateau sillonné, ça et là, par quelques oueds, souvent secs en été. Le climat est plus doux mais très contrasté et les précipitations sont plus réduites (350 mm/an).

Les sols, qui se rattachent au groupe des sols steppiques de la classification française, présentent une forte teneur en calcaire et des phénomènes d'encroûtement d'autant plus marqués que les sols sont anciens. Ces encroûtements limitent l'enracinement en profondeur et réduisent la capacité de stockage en eau.

Seuls les sols d'alluvions récents, le long des oueds, sont dépourvus des ces dalles de tuf. Il y a plus de choix en matière de systèmes agricoles et les espérances de rendements attendues sont plus élevées (2 à 3 t/ha).

2.1.1.3- La zone sud

C'est la plus vaste en superficie, et la plus sèche du point de vue pluviométrie (250 mm/an). L'avènement de la sécheresse et celui des hautes températures y sont plus précoces et plus fréquents. Les terres sont légères, caillouteuses et sableuses. On y trouve des zones salées.

Cette zone offre peu de possibilités en ce qui concerne les cultures en secs. On y emblave plus d'orge et on y pratique l'élevage ovin. L'orge est la seule culture pluviale qui présente relativement moins de risque, lorsqu'elle est conduite dans le système jachère/céréale. Les échecs de production, liés à la variabilité climatique sont plus fréquents et la moyenne des rendements attendue est inférieure à 0.8 t/ha.

1 – 1 Le climat moyen :

Malgré la proximité de la mer, à moins de 100 km, la région de Sétif est sous la dominance d'un climat continental à fortes amplitudes thermiques, tant annuelles que journalières. Les moyennes mensuelles pluviométriques, pluriannuelles, prennent des valeurs très proches pour les mois de septembre à mai. Ces valeurs chutent fortement au cours des mois de l'été. Les variations mensuelles et inters annuels sont les plus problématiques et prennent des valeurs considérables, de sorte que les saisons intermédiaires, automne et printemps, sont pratiquement effacées (ITGC, 1992).

Deux accidents climatiques majeurs, le sirocco et le gel, influent souvent très défavorablement sur les rendements. Le sirocco, dont l'apparition est probable dès les premières semaines du mois de mai, affecte le remplissage du grain et peut causer l'échaudage, de sorte que le poids de 1000 grains de la variété population Mohamed Ben Bachir varie en fonction des environnements de 30 à 48g (Bouzerzour, 1992). Les gelées tardives, dont les risques d'apparition reste assez important (plus de 2 années / 8) jusqu'à la première décade du mois de mai, affecte la fertilité des épis. Elles peuvent dans ce cas anéantir tout espoir de récolte (Bounachada, 1990 ; Bouzerzour, 1990).

2.2- Caractéristiques de l'expérimentation

2.2.1- Localisation

L'étude a été conduite à la Station ITGC de Sétif. Le site est situé au coordonnées 36° 9N et 5° 21E à une altitude de 1081m. La région appartient à l'étage bioclimatique semi aride caractérisé par un climat continental typiquement méditerranéen. L'essentiel du cumul pluviométrique est enregistré au cours de la saison froide. L'été est chaud et sec, alors que le printemps et l'automne sont brefs et peu marqués. Les analyses du sol indiquent que la texture de l'ensemble des parcelles est argilo – limono - sableuse. Ce sol se caractérise par une forte teneur en calcaire total de 33,5%, le pH eau est basique et de l'ordre de 8,5 (Chenafi, 1998, Kribaa, 2003).

2.2.2- Dispositif expérimental

L'expérimentation a été conduite au cours des années universitaires 1997/98, 1998/99 et 2000/01. L'essai est constitué de 10 génotypes d'orge (Tableau 17) issues des sélections

faites par les stations de l'ITGC et qui sont relativement adaptées à la région de Sétif (Bouzerzour *et al.* 2002).

Tableau -17- Caractéristiques des variétés d'orge évaluées.

Pedigree	Randomisation			Type	Origine	Cycle	Sélection/Station
1- Tichdrett	9	19	27	6	Algérie	Tardive	Sétif
2- Tina	4	13	22	6	Espagne	Tardive	Sétif
3- Soufara	7	20	28	2	Syrie	Précoce	Sétif
4- Acsad 176	2	14	24	6	Syrie	Précoce	Sétif
5- Barberousse	5	11	30	6	France	Tardive	Tiaret
6- Rahma	8	16	26	2	Syrie	Demi Tard.	Sétif
7- Rihane	6	18	29	6	Syrie	Précoce	Sidi Bel Abbés
8- Bégoha	1	15	21	6	Syrie	Tardive	Sétif
9- Plaisant	3	12	25	6	Syrie	Demi Préc.	Khroub
10- Saida	10	17	23	6	Algérie	Précoce	Saida

Type : Nombre de rangs 2 ou 6 rangs.

Le matériel végétal est mis en place sur des parcelles élémentaires de six rangs de 10m de long avec un espace inter rangs de 20cm, soit une superficie parcellaire de 12m². Chaque parcelle est subdivisée en deux sous parcelles servant respectivement l'une à la fauche de la sortie d'hiver qui simule le déprimage, l'autre est gardée jusqu'à maturité pour estimer la production sans fauche.

La fauche à la sortie de l'hiver à l'été faite au stade épi-1cm. Le suivi de ce stade est débuté au mois de février. Chaque début de semaine, 5 plants sont pris par parcelle des rangs de bordure, le brin maître est disséqué le long de la longueur et la distance, entre la couronne et le sommet de l'épi naissant, est mesurée (Figure 2). Dès que cette distance atteint 1cm ou dépasse légèrement, la fauche de la variété concernée est réalisée.



Figure -2- Talle disséquée montrant le stade "épi-1cm"

Le semis a été effectué au cours de la deuxième décennie de novembre, les 22, 20 et 27 novembre pour les trois années 1997, 1998 et 2000 dans cet ordre. La levée a été notée les 3, 7 et 15 du mois de décembre pour les mêmes années dans l'ordre cité ci-dessus. La récolte de l'expérimentation s'est faite les 26, 20 et 15 du mois de juin pour les trois campagnes de l'étude.

Ce facteur n'est pas randomisé pour des raisons de modalités pratiques. Le facteur étudié génotype est réparti dans un dispositif expérimental constitué de blocs compléments randomisés avec trois répétitions. Chaque année, l'expérimentation est reprise sous le même dispositif.

Elle est installée sur une parcelle avec comme précédent une jachère intégrale dont les techniques culturales appliquées sont rapportées par Benmahammed et al. (1998) et Benkharbache (2002) ; un labour profond suivi de deux recroisages sont réalisés au cours de l'année de jachère. Le lit de semis est préparé par un troisième recroisement, avant l'épandage de l'engrais phosphaté dosant 46% à savoir de 100 kg/ha. L'engrais azoté est épandu au cours du tallage. Le désherbage est réalisé manuellement lorsque le printemps est sec et il est fait chimiquement avec le 2-4D à raison de 0,75 l/ha dans 300 litres d'eau. Les opérations les plus pertinentes relatives à l'expérimentation sont énumérées au Tableau 18

	Date / Année		
	1997/98	1998/99	2000/01
Date de semis	22/11	20/11	27/11
Date de levée	3/12	5/12	15/12
Fertilisation N (urée 46% kg/ha)	75	75	75
Date de récolte	26/06	20/06	15/06

Tableau -18- Dates de réalisation des opérations les plus pertinentes durant les trois campagnes

2.2.3- Suivi et notations

Pour typer les géotypes étudiés, des mesures ont été faites sur la phénologie et la morphologie de la plante tout le long du cycle de développement.

2.2.3.1- La matière sèche produite

La matière sèche produite au stade épi-1cm (MS1, g/m²) est déduite de la matière fraîche produite par la fauche d'une station de 4 rangs de 1m de long par parcelle (MF1, g/0.80m²). Un échantillon de 250g de matière fraîche est mis dans l'étuve pendant 24 heures à 85° C pour estimer la matière sèche qui est déduite par parcelle élémentaire par :

$$MS1 (g/m^2) = (MF1 \square MS250) / (0,80 \square 250)$$

La matière sèche produite au stade épiaison par les deux parcelles fauchées (MS1E, g/m²) et témoin (BIOE, g/m²) est déterminée selon la même procédure. Celle produite à maturité par les sous parcelles fauchées (MS1M, g/m²) et non fauchées (BIOM, g/m²) est déterminée directement sans passage à l'étuve.

2.2.3.2- La précocité à l'épiaison et le comptage des épis produits/m²

La durée de la phase semis – épiaison est estimée par le nombre de jours calendaire du semis à la date de sortie de plus de 50% des épis par parcelle élémentaire. Cette datation est faite pour les deux types de sous parcelles. En parallèle, le rang de 1m de long fauché, à ce stade pour estimer la surface foliaire et la matière sèche accumulée, est utilisé pour le comptage du nombre d'épis produits par unité de surface.

2.2.3.3- La hauteur du chaume, le rendement et les composantes

La hauteur du chaume est mesurée juste avant la récolte au champ, sur l'ensemble des parcelles. Elle est prise en un seul point du sol jusqu'au sommet de la strate moyenne des épis, barbes non incluses. Le rendement grain est déterminé sur la base du poids du grain obtenu après la récolte à la moissonneuse batteuse des sous parcelles étudiées.

Le poids de 1000 grains est déterminé par comptage et pesage de 250 grains par parcelle élémentaire. Le nombre de grains/épi et l'indice de récolte sont déterminés par calcul:

- $NGE = 1000RDT / NE \square PMG$
- $HI (\%) = 100(RDT / BIOM)$

Avec :

- NGE = nombre de grains/épi
- RDT = rendement grain
- NE = nombre d'épis/m²
- PMG = poids de 1000 grains
- HI = indice de récolte
- BIOM = biomasse aérienne à maturité.

2.3- Analyse des données

La matière sèche produite au stade épis 1cm a été soumise à une analyse de la variance à deux critères de classification (année et génotype). Le modèle adopté est le suivant : (Steel et Torrie, 1982)

- $Y_{ijk} = \mu + E_i + G_j + G \times E_{ij} + B/E_{ik} + e_{ijk}$
 - Y_{ijk} = matière mesurée au cours de l'année i, du génotype j et du bloc k
 - μ = moyenne générale des essais conduits au cours des trois années
 - E_i = effet des années
 - G_j = effet génotype
 - $G \times E_{ij}$ = interaction entre génotype \square année
 - B/E_i = effet bloc hiérarchisés aux années
 - e_{ijk} = résiduelle du modèle adopté

La matière sèche produite au stade épiaison et à maturité ainsi que les autres variables mesurées sont soumises à une analyse de la variance avec trois critères de classification, année, génotype et fauche. Le modèle adopté est le suivant:

- $Y_{ijkl} = \mu + E_i + F_j + E \times F_{ij} + B/E \times F_{ijl} + G_k + E \times G_{ik} + F \times G_{jk} + E \times F \times G_{ijk} + e_{ijkl}$
 - Y_{ijkl} = matière sèche mesurée au cours de l'année i, du génotype j, du bloc k et de la fauche l.
 - μ = moyenne générale des essais des trois années
 - E_i = effet des années
 - F_j = effet fauche
 - $E \times F_{ij}$ = interaction année \square fauche
 - $B/E \times F_{ijl}$ = effet blocs hiérarchisés à l'effet année \square fauche

- G_k = effet génotype
- ExG_{ik} = interaction génotype \square année
- ExG_{jk} = interaction génotype \square fauche
- $ExFxG_{ijk}$ = interaction génotype \square fauche \square année
- E_{ijkl} = résiduelle du modèle

Les effets année et fauche sont considérés comme aléatoires alors que l'effet génotype est considéré comme fixé. Les effets années, fauche, interaction année \square fauche, génotype et les interactions génotype \square année, génotype \square fauche et génotype \square fauche \square année sont testés par rapport à la résiduelle dans le cas où l'interaction $ExGxF$ n'est pas significative (Mc Intoch, 1983).

Les différences entre effets étudiés pour une variable donnée sont comparées relativement à la plus petite différence significative calculée pour le seuil de 5% ($P_{pds5\%}$). Les liaisons entre les différentes paires de variables sont étudiées suite au calcul du coefficient de simple corrélation. Les relations entre les variables dépendantes (à expliquer) et indépendantes (explicatives) sont étudiées en utilisant la régression linéaire progressive.

Chapitre III- Résultats et discussions

3.1- Caractéristiques climatiques et rythme de développement variétal

La comparaison des cumuls pluviométriques des trois campagnes concernées par l'étude indique que 1997/98 a été une année meilleure du point de vue distribution et cumul relativement à la moyenne de la période allant de 1980/81 à 2000/2003 (Figure 3). En début du cycle, la campagne 1998/99 a une répartition qualitative et quantitative similaire à celle de la campagne 1997/98. Elle enregistre cependant un fort déficit à partir du mois de mars pour terminer avec un cumul total inférieur à celui de la moyenne 1980/2003 (Figure 3).

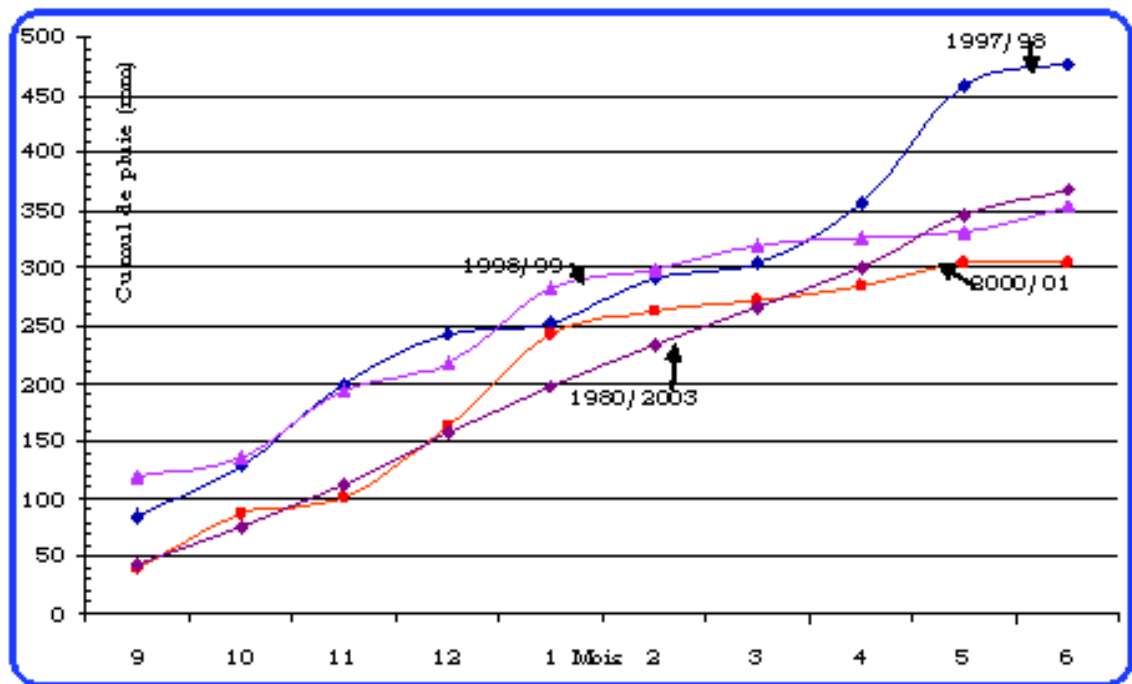


Figure -3- Variation du cumul pluviométrique enregistré tout le long du cycle de la plante au cours des trois campagnes 1997/98, 1998/99, 2000/01 et le cumul moyen de la période 1980/2003 du site expérimental ITGCde Sétif.

La campagne 2000/01 enregistre un cumul similaire à celui de la moyenne 1980/2003, en début de cycle. Elle accumule plus de pluie en janvier et février, puis devient nettement moins pluvieuse et déficitaire pour les mois de fin de cycle (Figure 3). Les pluies enregistrées pour ces trois campagnes dans l'ordre ont totalisé un cumul du mois septembre au mois de juin de 477.3, 353.1 et 303.7mm. Le cumul moyen de la période 1980/2003 a été de 367.3mm. La variation de la température montre que la campagne 1997/98 a été relativement plus fraîche et comparable à la moyenne de la température de la campagne normale (Figure 4).

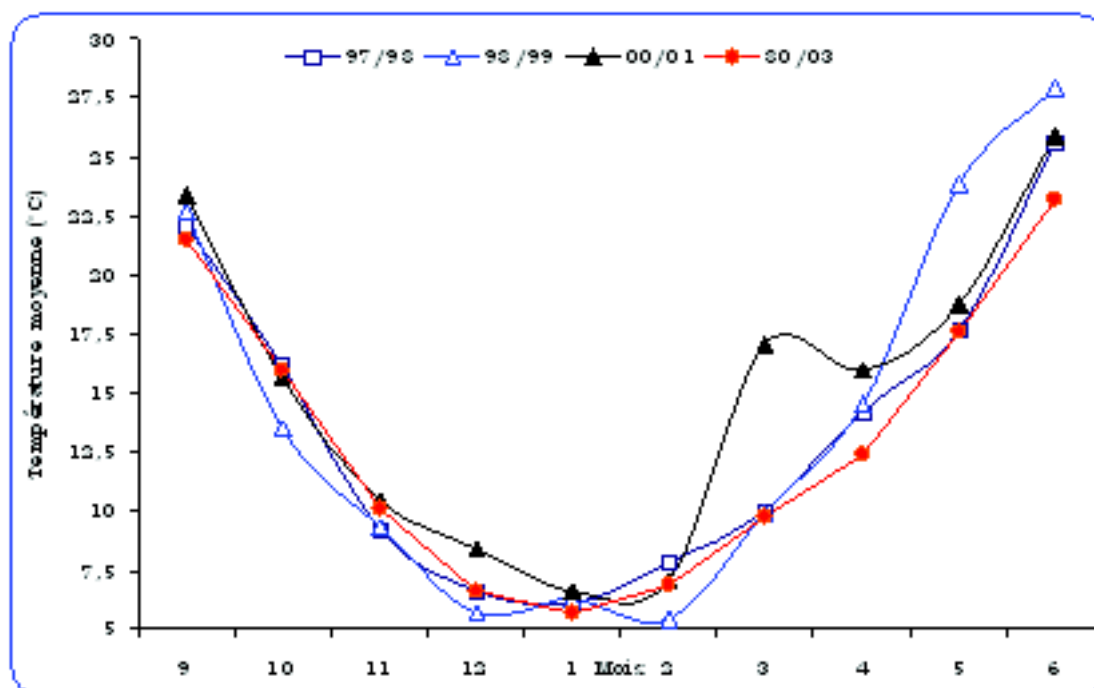


Figure -4- Variations des moyennes mensuelles de la température des trois campagnes 1997/ 98, 1998/99, 2000/2001 et la moyenne 1980/2003 pour le site expérimental ITGC de Sétif.

Les deux campagnes suivantes ont été relativement plus chaudes. La campagne 2000/01 l'a été surtout au cours de l'hiver et du printemps. Alors que la campagne 1997/98 était plus chaude surtout en début et à la fin du cycle de la culture (Figure 4). A la faiblesse de la pluviométrie était associé l'élévation de la température de l'air. La plante subissait donc l'interaction des stress hydriques et thermiques qui affectaient le rythme de développement et la production.

La faiblesse de la pluie et l'élévation de la température qui lui est associée, induisaient un raccourcissement de la durée, comptée en jours calendaires, des phases constitutives du cycle de la culture. La durée de la phase levée -épi 1cm a une valeur moyenne de 91.4 j en 1997/98. Elle est réduite de 7.7 jours en 2000/01. Comptée en degrés-jours, elle a une moyenne de 667.7 °C-J, et augmente de 41.5 °C-J en 2000/01 (Tableau 19).

Génotypes	Durée (J)			Durée (°C-J)		
	97/98	98/99	00/01	97/98	98/99	00/01
Levée - épi 1cm						
Groupe précoce						
Acsad 176	84	4	10	570.1	-48.0	43.4
Rahma	86	3	10	585.7	-53.7	26.4
Rihane	88	4	12	605.7	-42.9	47.1
Soufara	86	0	9	625.7	-42.7	51.1
Moyenne groupe	86	2.75	10.25	596.8	-46.8	-42.0
Groupe tardif						
Saida	90	-2	3	625.7	-102.1	-108.9
Tichedrett	96	3	9	745.7	8.0	11.1
Tina	98	2	8	785.7	18.3	3.1
Barberousse	92	0	4	680.5	-47.3	-70.1
Bégoha	96	2	8	745.7	-2.1	-4.9
Plaisant	94	-1	4	705.7	-51.9	-76.9
Moyenne Groupe	94.3	0.7	6.0	714.8	-29.5	-41.1
Moyenne	91.4	1.5	7.7	667.7	-36.4	-41.5
Levée - épiaison						
Groupe précoce						
Acsad176	149	7	12	1286.5	96.0	-325.9
Rahma	150	8	8	1316.4	-69.9	-451.5
Rihane	150	7	10	1304.0	84.7	-412.1
Soufara	153	8	13	1357.1	88.6	-359.3
Moyenne groupe	150.5	7.5	10.8	1316.0	49.9	-387.2
Groupe tardif						
Saida	155	5	12	1445.6	59.1	-348.9
Plaisant	156	4	10	1495.6	45.3	-375.9
Barberousse	157	7	15	1541.5	85.4	-325.6
Begonia	157	4	12	1481.0	70.3	-364.6
Tichedrett	160	6	15	1534.1	75.6	-311.5
Tina	161	6	13	1551.8	69.3	-371.7
Moyenne Groupe	157.7	5.3	12.8	1508.3	67.5	-349.6
Moyenne	154.8	6.2	12.0	1431.4	60.5	-364.6

Tableau -19- Durées en jours (J) et degrés-jours (°C-J) des phases végétatives levée- épi 1cm et levée- épiaison des différentes variétés évaluées.

La différence entre les groupes précoce et tardif est de 8.3 j en 1997/98 et de 12.6 j en 2000/01. En degrés jours, la différence entre groupes est de 118.0°C-J en 1997/98 comme en 2000/01. La durée de la phase levée – épiaison prend les valeurs de 154.8j et 1431.4°C-J en 1997/98. Elle diminue de 12 jours et augmente de 364.6°C-J en 2000/01.

La différence entre les groupes précoce et tardif est 5 jours et 115°C-j en 1997/98, en faveur des génotypes tardifs. Sous l'effet des stress hydrique et thermique, les variétés réagissent en réduisant la durée de leur cycle, comptée en jours calendaires, mais la durée du cycle, comptée en degrés jours, augmente sous l'effet des stress.

3.2- Capacité différentielle de production de la matière sèche au stade épi-1cm

L'analyse de la variance des quantités de la matière sèche, produite au stade épi 1cm des trois années, montre des effets année, génotype et une interaction génotype × année

significatifs (Tableau 20). Selon Royo *et al.* (1997), une interaction génotype x conduite significative suggère que le comportement variétal doit être étudié par campagne et non en moyenne des trois campagnes.

Source de variation	Ddl	Carrés moyens des écarts
Environnement (E)	2	41256.1**
Blocs/Environnements	6	432.7
Génotype (G)	9	3597.1**
G x E	18	1635.0**
Résiduelle	58	378.4

**= effet significatif au seuil de 1%.

Tableau -20- Carrés moyens des écarts de l'analyse de la variance de la matière sèche produite au stade épi-1cm pour les trois campagnes.

L'étude des moyennes indique que les conditions climatiques de la campagne 1997/98 ont permis une meilleure expression des capacités productives des génotypes testés avec un moyenne de 183,3 g de matière sèche produite par m². Les deux campagnes, qui suivirent, ont été nettement moins productives et assez proches l'une de l'autre, avec respectivement 126,3 et 111,1g/m² de matière sèche (Tableau 21).

Variété	Matière sèche					Taux de croissance		
	97/98	98/99	00/01	1-L/H	moyenne	97/98	98/99	00/01
Tichedrett	204.3	136.7	100.8	0.51	147.3	2.13	1.47	1.16
Tina	220.0	160.0	127.0	0.42	169.0	2.24	1.67	1.41
Soufara	193.3	136.5	129.2	0.33	153.7	2.25	1.59	1.68
Acsad 176	143.3	90.0	111.7	0.22	115.0	1.71	1.13	1.51
Barberousse	161.7	103.3	85.0	0.47	116.8	1.76	1.12	0.97
Rihane	195.0	116.7	120.0	0.38	143.9	2.22	1.35	1.58
Rahma	183.3	140.0	121.7	0.34	148.0	2.13	1.69	1.60
Begonia	163.3	120.0	90.0	0.45	124.4	1.70	1.28	1.02
Plaisant	153.3	98.0	78.3	0.49	109.9	1.63	1.04	0.87
Saida	215.0	161.7	146.9	0.32	174.5	2.39	1.80	1.69
Moyenne	183.3	126.3	111.1	0.39	140.2			

Ppds 5% = 18.3 g/m², sur la base de la variance résiduelle, 1-L/H = réduction de la production de la matière sèche entre les deux campagnes extrêmes 1997/98 (H) et 2000/01 (L).

Tableau -21- Matière sèche produite (g/m²) par campagne et variété, au stade épi 1 cm, taux de réduction entre années extrêmes et taux de croissance.

En moyenne des trois campagnes, Saida et Tina se placent en tête avec une production de 174.5 et 169.0 g/m² respectivement. Plaisant, Barberousse et Acsad176 présentent les plus faibles moyennes de la matière sèche produite (Tableau 21). Ces moyennes cachent un comportement spécifique, variable selon la variété et la campagne.

On note, en effet, une grande variation des quantités de matière sèche accumulées au stade épi 1cm chez Tichedrett, Plaisant, Barberousse, Begonia et Tina. Les génotypes

tardifs accusent une réduction de la matière sèche produite supérieure à 40%, en passant d'une bonne année comme celle de 1997/98 à une campagne agricole moins favorable comme celle de 2000/01 (Tableau 21).

La minimisation de la variation de la production de fourrage vert est une caractéristique des génotypes précoces au stade épi 1cm, comme Acsad176, Rahma Soufara et Rihane. Les génotypes alternatifs utilisent mieux les disponibilités du milieu, dès que les conditions climatiques le permettent, tôt en début du cycle, alors que les génotypes tardifs se prêtent moins.

Cependant, au cours des trois années Saida183 et Tina produisent plus de matière sèche au stade début - montée. Saida183 est une variété de type printemps alors que Tina est, selon Cantero-Martinez *et al.* (1995), une variété demi hiver. Dumphy *et al.* (1982) mentionnent que la production de fourrage vert au stade début montée varie en fonction de l'alternativité des variétés.

Tina, Soufara, Rahma et Saida se distinguent par le maintien d'un taux de croissance élevé au cours des trois années (Tableau 21). Le taux de croissance au cours de la phase allant de la levée au stade épi 1cm est positivement corrélé avec la quantité de la matière sèche fauchée ($r = 0.843$, $n = 30$). Il est négativement lié à la durée de la phase, mesurée en jours calendaires.

Les génotypes précoces se caractérisent donc par un taux de croissance élevé et une moindre variation inter environnements, de la matière sèche produite. Ceci explique la pratique des agriculteurs qui adoptent la double exploitation de l'orge en semant tôt en automne la variété Saida. Sous les conditions climatiques méditerranéennes, Garcia Del Moral *et al.*, (1995) ; Royo et Ramagosa (1996) ont noté que les triticales de type printemps donnaient une production fourragère plus élevée que les génotypes de type hiver.

3.3- Capacité différentielle de reprise après fauche

L'analyse de la variance des données mesurées indique des effets environnement, génotype et fauche significatifs ainsi que leurs interactions (Tableau 22). Hormis la hauteur du chaume, une réduction de la moyenne des variables mesurées est notée au cours des campagnes 1998/99 et 2000/01, comparativement à la campagne 1997/98.

Source	ddl	RDT X10 ³	NE X10 ³	PMG	NGE	HI	BIOE X10 ³	BIOM X10 ³	HT
E	2	1092.7	842.2	1078	424	0.6	44.2	1458.8	39.6
G	9	21.8	49.4	109	310	0.02	29.3	60.2	403.3
F	1	565.3	2438.9	550	1816	0.05	2551.3	5518.2	2444.0
ExG	18	8.7	28.6	17.5	103.0	0.01	19.3	30.3	192
ExF	2	52.6	179.4	13.3	76.0	0.03	50.3	0.42	488.0
GxF	9	2.7	7.6	9.5	40.0	0.00	17.3	26.3	135.0
ExGxF	18	3.1	7.6	5.4	39.0	0.01	13.9	13.5	40.0
Résiduelle	177	1.041	0.913	13.4	15.6	0.01	2.754	7.880	15.3

E = environnement, G=génotype, F= fauche, ns,*,**= effet non significatif et significatif au seuil de 5 et 1% respectivement.

Tableau-22- Carrés moyens des écarts de l'analyse de la variance des variables mesurées

La variation de la production selon les années est une des caractéristiques des cultures pluviales des régions semi-arides (Bouzerzour et Djekoun, 1996). Cette variation des environnements doit être prise en compte dans la mesure où elle risque de réduire les chances de reprise de la plante après fauche. La sélection des génotypes moins sensibles à cette variation et qui se distinguent par une production plus régulière est donc recommandée.

La pâture simulée affecte toutes les variables mesurées. La réduction varie de -7,6% pour le poids de 1000 grains à -39% pour la biomasse mesurée au stade épiaison. On note cependant une augmentation de la fertilité et de l'indice de récolte (Tableau 23). Ces résultats confirment ceux Royo *et al.* (1993) qui observent une réduction des variables mesurées suite à la fauche. Cependant Dumphy *et al.* (1982) mentionnent l'augmentation du nombre de talles fertiles, alors que dans la présente étude on note amélioration de la fertilité des épis. Cette augmentation est due à un effet de compensation qui intervient suite à la forte réduction du nombre d'épis produits par unité surface.

	RDT	NE	PMG	NGE	HI	BIOE	BIOM	HT
	Effet année							
1997/98	385.5	455.7	42.5	22.0	0.46	445.9	831.4	49.0
1998/99	210.1	340.2	38.7	17.4	0.33	441.2	651.4	49.2
2000/01	163.9	251.0	35.2	19.5	0.30	403.1	567.0	48.0
	Effet fauche							
Fauché	204.6	248.2	37.3	22.4	0.38	326.9	531.6	45.6
Témoin	301.7	449.8	40.4	16.9	0.35	533.2	834.9	52.0
	Effet génotype							
Tichedrett	216.0	308.2	40.6	18.6	0.34	411.6	627.7	49.2
Tina	278.5	341.8	39.0	22.4	0.38	447.9	726.3	59.6
Soufara	243.8	449.2	39.6	14.5	0.33	467.2	710.9	48.0
Acsad176	228.3	335.7	38.7	18.6	0.37	380.2	608.3	49.5
Barberousse	248.0	350.3	33.7	21.9	0.40	363.3	611.3	48.1
Rihane	260.1	326.1	39.6	20.2	0.35	457.6	717.9	48.5
Rahma	222.3	408.9	39.6	14.8	0.34	456.3	678.6	45.0
Begoha	319.0	312.0	37.6	26.4	0.42	428.1	747.1	47.3
Plaisant	261.5	317.1	30.8	21.3	0.37	437.0	698.5	48.0
Saida	254.0	340.5	41.7	17.8	0.36	451.5	705.6	45.1
Ppds5%	30.4	28.5	3.5	3.7	0.09	49.3	83.6	3.7

Tableau-23- Effet année, fauche et génotype sur les moyennes des variables mesurées.

Cette amélioration de la fertilité, en moyenne des trois années, est la source d'augmentation notée de l'indice de récolte (Tableau 23). Parmi les génotypes évalués, Tina et Bégocha donnent le rendement en grains le plus élevé, après fauche et sans fauche, par campagne et en moyenne des trois campagnes (Figure 5, Tableau 23).

Le rendement du témoin et celui obtenu après fauche sont positivement et significativement corrélés avec le nombre d'épis/m², le nombre de grains/épi et la biomasse aérienne mesurée à maturité. Ils ne sont pas significativement corrélés avec la biomasse mesurée au stade épiaison et avec la hauteur de la plante (Tableau 24).

Sous fauche comme sans fauche, le rendement en grains des variétés étudiées est dépendant des capacités génotypiques à exprimer un nombre élevé d'épis/m² et de grains par épi. Ces deux composantes du rendement induisent une forte biomasse aérienne à maturité. La faible liaison du rendement en grains avec la biomasse aérienne mesurée au stade épiaison indique que le rendement en grains n'est pas totalement déterminé à ce stade. Il reste totalement indépendant de cette caractéristique. La matérialisation du nombre de grains par épi et leur remplissage ne s'effectue effectivement qu'après le stade épiaison.

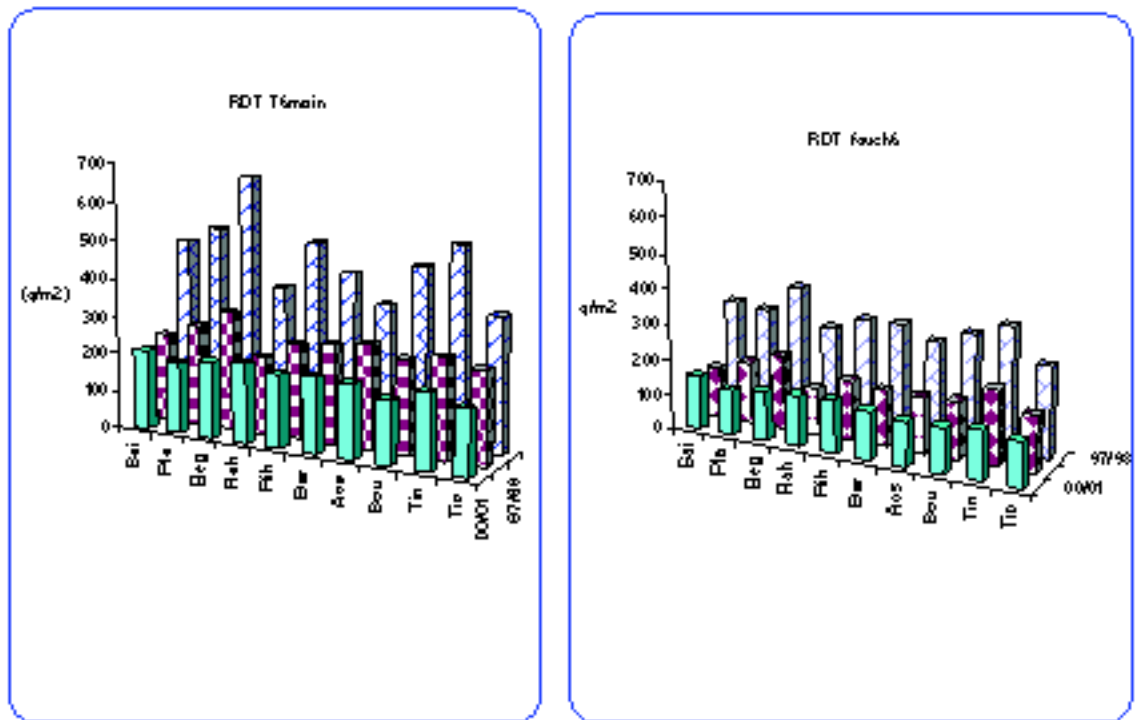


Figure-5- Variation du rendement en grains des géotypes sous fauche et sans fauche au cours des trois campagnes.

	RDT	NE	NGE	BIOE	BIOM	HT
Témoin	1.00	0.63	0.56	0.19	0.84	0.23
Fauché	1.00	0.60	0.48	0.22	0.76	0.25

Tableau-24- Coefficients de simple corrélation du rendement en grains des traitements témoin et fauche avec les épis, le nombre de grains par épi, la biomasse aérienne et la hauteur de la plante.

La relation entre la matière sèche accumulée au stade épi 1cm et le rendement en grains produit après fauche est donnée en figure 6 pour les trois campagnes. Cette relation permet d'identifier les géotypes destinés pour la production du grain, pour le fourrage et à la double exploitation. Cette classification est sensible à l'effet de l'environnement. Des géotypes comme Plaisant et Acsad176, changent de classe, en effet, selon la campagne considérée (Figure 6).

D'autres géotypes par contre, se montrent plus réguliers. Ainsi Tina, et quelque soit la campagne, se classe comme étant un géotype destiné à la double exploitation. Tina donne une production élevée de matière sèche au stade épi 1cm et un rendement en grains élevé après fauche.

Saida, Rihane et Rahma se montrent aptes à la double exploitation deux années sur trois (Figure 6). Bégoha et Barberousse apparaissent comme des géotypes qui sont plus aptes à produire du grain que du fourrage. A l'inverse Soufara et Tichedrett sont de type fourrager, alors que Plaisant et à un degré moindre Acsad176 semblent moins adaptés à la double exploitation (Figure 6).

En pratiquant la technique de la double exploitation, l'agriculteur cherche, en fait, des alternatives à la jachère, pour mieux nourrir son cheptel. Dans ce contexte la matière

sèche accumulée par un génotype donné au stade épiaison devient un critère de sélection intéressant.

En effet, si les conditions climatiques deviennent moins clémentes, après que la pâture a été effectuée, la biomasse aérienne accumulée au stade épiaison devient un critère de choix variétal. Ceci est important aussi, dans les cas où la pâture est retardée parce que le semis est fait tardivement ou que le climat du début de campagne est défavorable à une pousse précoce.

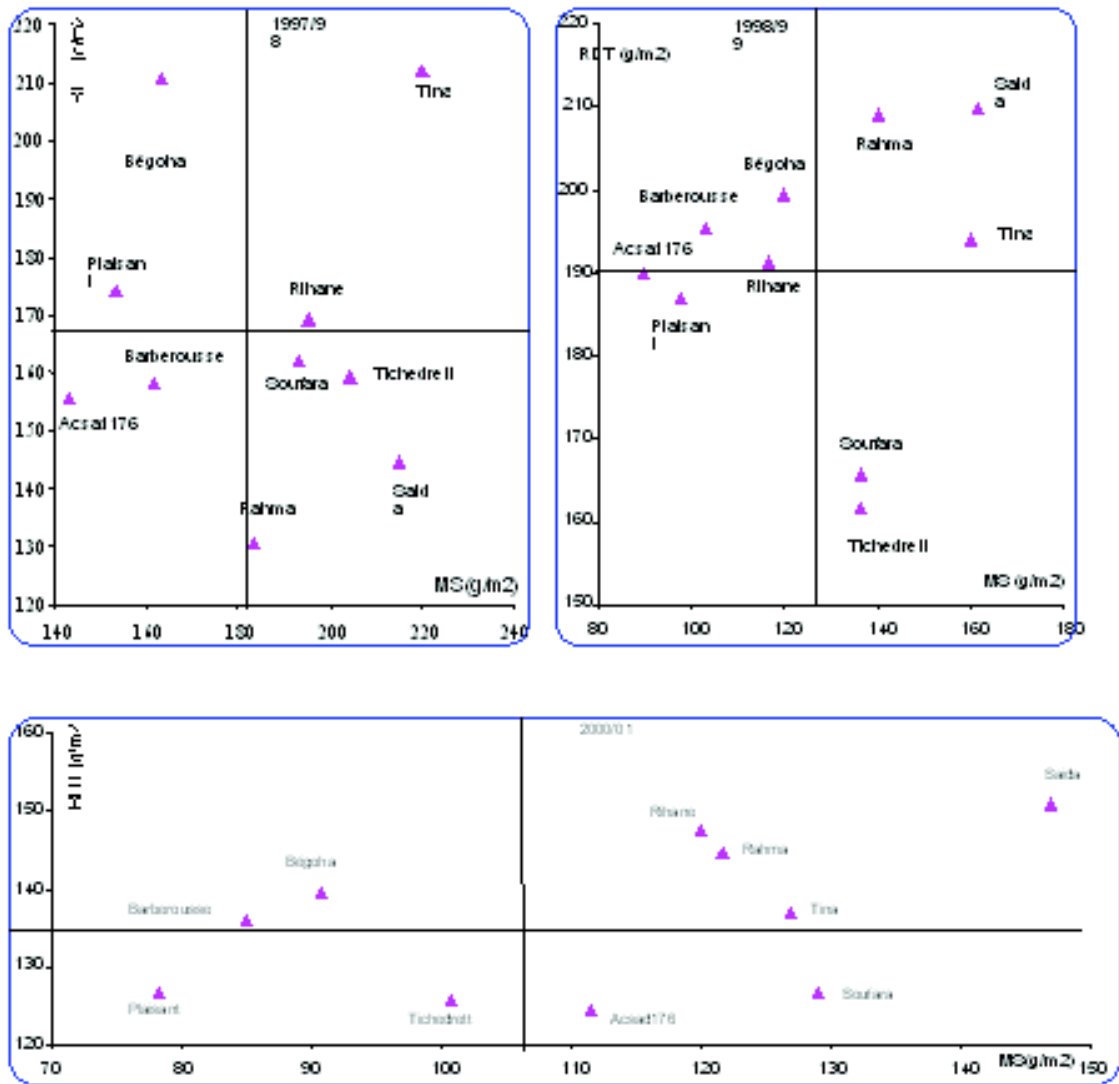


Figure -6- Relation entre le rendement en grains après fauche et la matière sèche produite au stade épi 1cm des trois campagnes.

La comparaison des génotypes pour la matière sèche accumulée au stade épi 1cm, celle produite au stade épiaison après la reprise et chez le témoin ainsi que le rendement en grains après fauche indique des comportements génotypiques qui sont dépendantes de la campagne agricole (Figure 7).

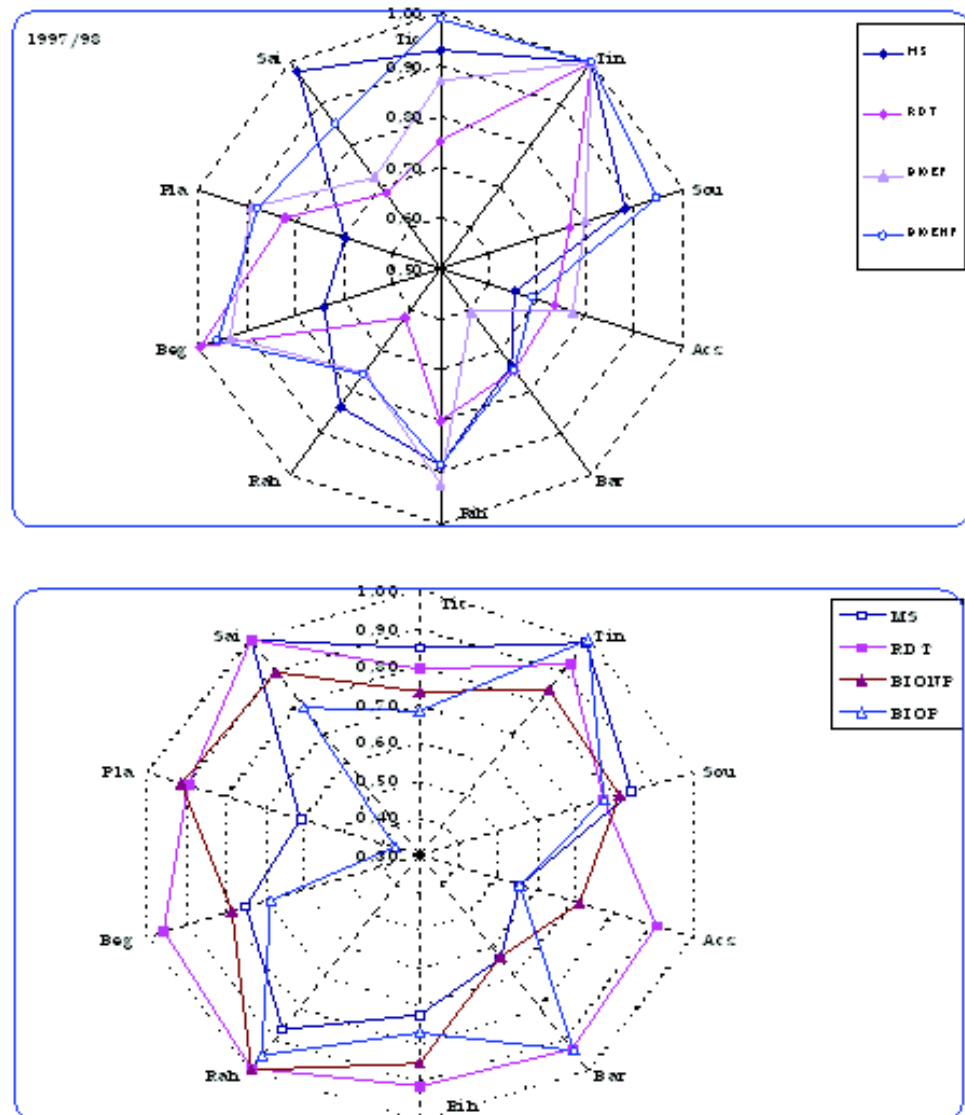


Figure-7- Production de matière sèche aux stades épi 1cm, épaisseur après fauche et sans fauche et le rendement en grains après fauche des génotypes évalués.

Ainsi au cours de la campagne 1997/98 Tina présente la meilleure combinaison de ces caractéristiques. Elle est suivie par Begonia à qui il manque cependant la capacité d'accumuler des grosses quantités de matière sèche au stade épi 1cm. En 1998/99, Tina forme un groupe avec Saida et Rahma. Elles présentent la combinaison la plus favorable pour la production de matière sèche et le rendement en grain (Figure 7).

De manière globale, les résultats, en moyennes des trois années, indiquent que la capacité de produire plus de matière sèche est liée à la précocité au stade épi 1cm. Elles vont dans le même sens de ce qui généralement rapporté dans la littérature relative à ce thème. Ainsi Tahir et Hayes. (1997) mentionnent que les meilleures variétés du point de vue production fourragère au stade tallage sont de type printemps. Kang et Kang (1991) mentionnent que le rendement fourragère le plus élevé est obtenu avec des semis précoces comparativement au semis tardifs et chez des génotypes alternatifs.

La fauche induit une réduction de la plupart des variables agronomiques mesurées. Ceci concorde avec ce qui est rapporté par Tahir *et al.* (1997) qui rapportent que le rendement en grains est plus faible suite à la fauche ou le déprimage. La réduction du rendement est plus importante si la fauche est effectuée à un stade végétatif tardif (Tahir *et al.* 1997).

Khaldoun *et al.* (1990), Mossab (1991) mentionnent aussi une réduction du rendement et des composantes du rendement après fauche. Ils expliquent que la fauche induit un raccourcissement du cycle de la plante qui redémarre avec un stock d'eau du sol moindre, comparativement à une culture non fauchée. En plus ce démarrage se fait à un moment où les conditions climatiques deviennent de moins en moins favorables à la croissance.

Les résultats de la présente étude montrent, que parmi l'échantillon de variétés d'orge testées, il existe des génotypes très adaptés à la double exploitation et peu sensibles à la variation environnementale. Parmi les génotypes identifiés Tina est une variété de type hiver. Ce résultat contraste avec ce qui généralement rapporté dans la littérature. Par contre Saida est une variété de type printemps.

Ces deux variétés sont capables de produire des quantités de fourrages appréciables. Elles peuvent donc être intégrées dans la sole fourragère associées ou non à d'autres espèces plus ou moins adaptées (Triticale, Vesce, Avoine) pour produire du vert sur une longue période de l'année, et avoir de moins en moins recours à la vaine pâture sur jachère. Cette pratique peut être valorisée par des semis plus précoces qui assurent l'accumulation de plus de matière sèche au stade tallage.

En effet, quoique de qualité moindre, comparée à des espèces nobles comme les luzernes annuelles, les vesces, les fétuques et le dactyle, l'orge garde l'avantage de cette plasticité à fournir un pâturage précoce, à des moments de l'année (hiver) où l'herbe est peu disponible. Elle offre aussi la facilité d'être stocké sous forme de grain et de la paille, utilisables à des périodes de soudure dans le calendrier fourrager, ce qui explique l'intérêt porté par les agriculteurs à cette espèce qui constitue la ration de base dans l'alimentation du cheptel (Hakimi, 1989).

Al Rawi et Al Shamma (1991) rapportent au sujet de la double exploitation de l'orge en Iraq, que la pâture est faite avant le stade début -montée, sur des variétés semées tôt en automne. Ils mentionnent aussi que cette pratique de pâturage par les ovins ne réduit pas généralement du rendement en grains de l'orge Rihane après reprise. La variété Rihane dans la présente étude a un comportement satisfaisant mais moindre comparativement à celui de Tina et Saida.

Al Shamma *et al.*(1989) notent que la tolérance de la pâture et de la fauche est une caractéristique variétale. Cette tolérance est aussi dépendante de la gestion de la pâture et des conditions climatiques spécifiques à l'environnement de production.

Conclusion generale :

La culture de l'orge participe d'une manière importante et diversifiée dans l'alimentation du cheptel en tant que fourrage vert, grain, paille ou chaume.

L'orge peut constituer une ressource fourragère verte très tôt dans l'année, même en conditions limitantes, et servir de relais à la paille et les concentrés dans le calendrier fourrager, elle participe ainsi efficacement à réduire la forte demande en aliment durant la période d'octobre à janvier et qui coïncide avec la gestation des brebis.

Il existe cependant des différences variétales par rapport à la fauche et/ou au pâturage.

Toutefois, les variétés sélectionnées pour leur vocation fourragère ou à double exploitation (fourrage et grain) n'existe vraiment pas en Algérie et on continue à utiliser des variétés de grandes cultures à des fins fourragers, dans toutes les zones potentiels. La sélection pour l'exploitation à double fin est possible et pleinement justifiée.

Ainsi, au terme de cette étude, le potentiel fourrager et la réponse à une coupe d'hiver (simulation de pâturage au stade épi à 1cm) des 10 variétés d'orges testées montrent une variabilité génétique est mise en exergue.

Par ailleurs, il faut noter que le facteur principal (en plus du facteur fauche) interagissant dans la réponse des génotypes étudiés est la variation des facteurs climatiques (température et pluviométrie) observés durant notre travail.

Il semble ainsi difficile de sélectionner un génotype qui assure à l'agriculteur de meilleurs performances quelque soit l'environnement de production.

Mais il est possible de réduire l'effet pénalisant de ces contraintes climatiques en profitant du degré de précocité des génotypes, vue que la tolérance génétique est à prouver.

Durant notre étude les 10 génotypes testés ont subi l'interaction du stress hydrique et thermique qui ont affecté le rythme de développement et la production.

La moyenne des trois années montre que les variétés Saida et Tina se placent en tête, avec une quantité de matière sèche accumulée au stade « épi à 1cm » de 174.5 et 169.0 g/m² respectivement. Toutefois, les autres variétés réagissent différemment selon la campagne.

Les génotypes tardifs accusent une réduction de la matière sèche produite, au stade épi à 1cm, supérieure à 40 % entre une bonne année (1997/1998) et une mauvaise année (2000/2001) ; alors que les génotypes précoces (Saida, Acsad176, Rahma, Soufara et Rihane) se caractérisent par un taux de croissance élevé et une moindre variation inter environnement, de la matière sèche produite.

Ce qui explique le fait que les agriculteurs pratiquent la double exploitation en semant l'orge très tôt, principalement la variété Saida ; sachant que la majorité des auteurs sont unanimes sur le fait que la réduction de rendement en grain des repousses va de paire avec le retard de semis.

La combinaison de la matière sèche accumulée au stade épi à 1 cm, celle produite au stade épiaison après reprise et chez la témoin avec le rendement en grain après fauche

fait ressortir une différences de comportement selon l'année ; toutefois, la capacité de production de la matière sèche est liée à la précocité au stade épi à 1 cm.

En effet, plus la période entre la levée et la fin tallage est grande, plus la production fourragère atteinte à ce stade est élevée ; les variétés Tina, Saida et Rahma forment un groupe qui présente la combinaison la plus favorable à la production de matière sèche.

La pâture simulée (fauche stade épi à 1cm), réduit la moyenne des variables mesurées pour toutes les campagnes, sauf pour la hauteur de chaume. La réduction affecte le poids de 1000 grains (- 7,6%), la biomasse mesurée au stade épiaison

(- 39%). Cependant une augmentation de la fertilité des épis est notée, sans doute dû à un effet de compensation qui intervient suite à une forte réduction du nombre d'épis produits par unité de surface.

Toutefois, la faible liaison du rendement en grains avec la biomasse aérienne mesurée au stade épiaison indique que le rendement en grains n'est pas totalement déterminé à ce stade. Il reste totalement indépendant de cette caractéristique. La matérialisation du nombre de grains par épi et leur remplissage ne s'effectue effectivement qu'après le stade épiaison.

Par ailleurs, la relation entre la matière sèche accumulée au stade épi à 1 cm et le rendement produit après fauche nous a permis d'identifier les géotypes aptes à la production de grains (Bégoha et Barberousse), de fourrage vert (Soufara et Tichedrett), ou du grain et du vert (Tina, Saida, Rihane et Rahma), alors que d'autres géotypes changent de classe selon les conditions de chaque campagne (Plaisant et Acsad176).

Ces résultats pourraient constituer des éléments d'informations de base pour un programme de sélection de lignée d'orge ayant une bonne aptitude à la double exploitation.

Dans la pratique, le recours par l'agriculteur à la double exploitation est une alternative judicieuse à la jachère afin de mieux nourrir son cheptel. Ainsi la quantité de matière sèche accumulée par une variété au stade épiaison devient un critère de sélection intéressant, surtout si les conditions climatiques deviennent défavorables après une première pâture.

Références bibliographiques

1. Abbasséne F., Bouzerzour H., Hachemi L. (1997) : Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride d'altitude. Annales Agronomiques INA, 18: 24 – 36.
2. Abbas K., Madani T., Benniou R. (2001) : Contribution au repérage de la diversité des systèmes agricoles régionaux dans les zones semi-arides algériennes. Actes du séminaire national sur la problématique des zones arides et de la reconversion, Sidi Bel Abbés, Algérie, 22-24 janvier 2001 : 268 – 279.
3. Abbas K., Madani T., Bencheikh E.H., Merrouche L. (2002): Systèmes d'élevage ovin en zones semi arides: évaluation et caractères pastoral. New Médit., Bari, Italie : 1 (1) : 50-55.
4. Abbas K., Abdelguerfi A. (2005) : Perspectives d'avenir de la jachère pâturée dans les zones semi-arides. Fourrages, 184 : 533-546.
5. Abbas K., Abdelguerfi-Laouar M., Madani T., Mebarkia A., Abdelguerfi A. (2005) : Rôles et usage des prairies naturelles en zone semi aride d'altitude en Algérie. Fourrages, 183 : 475-479.
6. Abdelguerfi A. (1986) : Réflexions sur les possibilités de multiplication de quelques espèces fourragères dans les zones arides et semi-arides. Séminaire international sur la stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides, Tébessa, Algérie, 75-79.
7. Abdelguerfi A. (1987) : Quelques réflexions sur la situation des fourrages en Algérie. Céréaliculture, 16 : 1-5.
8. Abdelguerfi A. (1989) : La gestion des milieux naturels et artificiels en Algérie : conséquences sur les ressources phylogénétiques. Annales de l'Institut National Agronomique, Alger, 13 (1) : 145-156.
9. Abdelguerfi A. et Laouar M., 1997. Privatisation et partage du foncier : impact sur l'environnement et sur les ressources génétiques en Algérie. Pastoralisme et foncier : Impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semi arides. Options méditerranéennes, Série A, 17-19 octobre, Gabés, Tunisie, n° 32 : 203-207.
10. Abdelguerfi A., Laouar M. (1999) : Les ressources génétiques en Algérie : un préalable à la sécurité alimentaire et au développement durable. Doc. INSEG, 43 pages.
11. Abdelguerfi A., Laouar M. (2001) : Situation et possibilités de développement des productions fourragères et pastorales en Algérie. Actes du 1^{er} Atelier national sur la stratégie de développement des fourrages en Algérie, 10-12 juin 2001, Alger, 36-48.
12. Abdelkader O. (1980) : Etude comparative de trois associations variétales de vesce avoine en fonction de deux stades de coupe. Thèse ingénieur, INA, Alger, 62p.

13. Acevedo E., Craufurd P.Q., Austin R.B., Perez-Marco P. (1991) : Traits associated with high yield in barley in low-rainfall environments. *J. Agric. Sci. Camb.* 116 : 23-36.
14. Adem L. (1986) : Connaissance des races ovines de la steppe algérienne. Séminaire international sur la stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides, Tébessa, Algérie, 191-214.
15. Ali Dib T., Monneveux P. (1992) : Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur. I. Caractères morphologiques d'enracinement. *Agronomie*, 12 : 371-379.
16. Al Rawi B.A., Al Shamma A.M. (1991): Fate of grain yield and its morphological component after clipping practices in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of IPA Agricultural Research Center, Iraq*, 1 (1): 16---31.
17. Al Shamma A.M., Aied S., Al Rawi B.A., Mohsen W. (1989). Apical meristem development in relation to certain agronomic characteristics in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Proceeding of the fourth conference of the scientific research council, Baghdad, Iraq, Volume 1, part 2.*
18. Amara H. (1983): Recherche sur les orges à double fin. Rapport d'activité, Station Centrale des Céréales d'Automne, INRA Maroc : 31--36.
19. Amara S. (1991) : Effect of grazing stage on yield of some selected barley cultivars. *Revue de l'INAT*, 16 : 33-35.
20. Amara H., Ketata H., Zouaghi A. (1985) : Use of barley (*Hordeum vulgare* L.) for forage and grain in Tunisia. *Rachis*, 4: 28-33.
21. Amri A., Boulanouar B. (1990) : Résultats préliminaires sur la recherche des orges à double fin. *Al Awamia*, 74 : 76-81.
22. Anderson W.A. (1985): Production of cereal feed and grain from grazed barley in northern Syria. *Field Crops Research*, 10 : 57-75.
23. Araba A. (1999): L'orge, en grain, en alimentation des ruminants. *Terre et Vie*, 34: 20 – 22.
24. Aspinall D., Peleg L.G. (1981). *The physiology and biochemistry of drought resistance in plants.* New York Academy Press : 26-29.
25. Austin R.B., Morgan C.L., Ford M.A., Blackwell R.D. (1980): Contribution to grain yield from pre anthesis assimilation in tall and dwarf phenotypes in two contrasting seasons. *Annals of Botany*, 45: 309-319.
26. Avice JC., Louahli S., Kim TH., Jacquet A., Morvant B., Prudhomme MP., Ourry A., Simon JC. (2001) : Influence des réserves azotées et carbonées sur la repousse des espèces prairiales. *Fourrages* 165 : 3 – 22.
27. Bahlouli F. (1998) : Variabilité génétique, héritabilité et analyse de piste d'un germoplasme d'orge (*Hordeum vulgare* L). Thèse de magistère, INA El Harrach : 70p.
28. Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A. (1998) : Cinétique d'accumulation et de la répartition de la biomasse aérienne chez des génotypes contrastée d'orge (*Hordeum vulgare* L.). *Revue sciences et technologies de l'université de Constantine*, 13 :59-64.

29. Bahlouli F., Bouzerzou H., Benmahammad A. (2005) : Selection of stable and high yielding cultivar of durum wheat under semi arid condition. *Pakistan Journal of Agronomie*, 4 : 360-365.
30. Baldy C. (1974) : Etude fréquentielle du climat. Son influence sur la production des zones céréalières en Algérie. Eds. Paris. 152p.
31. Bates L.S., Waldren R.P., Teate I.D. (1973) : Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39 : 105-107.
32. Balkema-Boomstra A.G. (1988): The effect of selection for earliness and ear density for grain yield improvement in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Euphytica*, 8 : 125 – 129.
33. Bechrari A. (1996) : Transformation du système pastoral au Maroc oriental : Impact sur la gestion des parcours et la conduite des troupeaux. Cas de la commune de Ain Beni Mathar. In gestion durable des ressources agro-pastorales. Compte rendu de l'atelier régional (ICARDA), 20 – 22 février 2001, Oujda, Maroc. Edt. Bounejmate M. et El Mourid M. : 37 – 48.
34. Bedrani S. (1996) : Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du Nord. Actes de l'atelier : le foncier et la gestion des parcours naturels en zones arides et semi arides, en Afrique du Nord. Observatoire du Sahara et du Sahel, volume 2 :3-32.
35. Bedrani S., Chehat F., Ababsa A. (2001) : L'agriculture algérienne en 2000. Une révolution tranquille : Le PNDA. Prospectives agricoles, INRA Algérie, 01 : 7-60.
36. Belhassen E., This D., Monneveux P. (1996): L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. *Cahiers de l'agriculture*, 4 : 251-261.
37. Belaid D. (1986) : Aspects de la céréaliculture algérienne. Office des Publications Universitaires, Alger, 207 pages.
38. Belaid A., Moris M.L. (1991) : Wheat and barley production in rainfed marginal environments of WANA region: problems and prospects. CIMMYT Economics Working paper: 91 – 92.
39. Belaid B. (1993) : Notions de zootechnie générale. Office des Publications Universitaires, Alger, 64 pages.
40. Benaouda-Zouaoui R. et Tadount D. (1998) : Etude des systèmes alimentaires ovins pratiqués en zones céréalières : Cas de la wilaya de Sétif. Thèses Ingénieur, INA, Alger, 69p.
41. Benbelkacem A., Amri A., (2001) : Barley in the Maghreb: Importance and technology. In Prospectives agricoles, INRA Algérie, 1 : 81 – 92.
42. Benkharbache N. (2002) : Contribution de la sélection à l'amélioration et à la stabilité du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zones semi-arides d'altitudes. Thèse Magistère, INA, Alger, 54p.
43. Benkharbache N., Bouzerzour, H., Benmahammed A., Benkharbache N., Hassous K.L. (2002) : Contribution des nouvelles obtentions à l'amélioration et à la stabilité du rendement d'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. *Recherche Agronomique de l'INRAA*, 10 : 45-58.

-
44. Benlaribi L., Monneveux P., Grignac P. (1990) : Etude des caractères d'enracinement et leurs rôles dans l'adaptation au déficit hydrique chez l'orge. *Agronomie*, 10 : 369-379.
 45. Benmahammed A. (1995). Association et héritabilité de quelques caractères à variation continue chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Thèse de magistère. INA El Harrach, Alger. 80p.
 46. Benmahammed A. (2004) : La production de l'orge et possibilité de développement en Algérie. *Céréaliculture*, 41 : 34 – 38
 47. Benmahammed A., Benbelkacem A., Bouzerzour H. (1998) : Synthèse des activités de sélection et de caractérisation du blé dur conduites dans le cadre du programme WANNADIN au cours de la campagne 1996 / 1997 et 1997 / 1998. Document interne ITGC de Sétif, 12p.
 48. Bensalem M. (1993) : Etude comparative de l'adaptation à la sécheresse du blé dur et du triticale. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéennes. Diversité génétique et amélioration variétale. Eds. INRA Paris. Les colloques, 64 : 292-309.
 49. Benseddik B., et Benabdelli K. (2000) : Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride : Approche éco - physiologique. *Sécheresse*, (1) 11 : 45 – 51.
 50. Ben Youssef S., Chakroun M., El Felah M., Omri N. (2001): Aptitude à la double exploitation de génotypes d'orge en région sub-humides de Tunisie. *Fourrages*, 168 : 509 – 521.
 51. Berchiche T., Chassany J.P., Yakhlef H. (1993) : Evolution des systèmes de production ovine en zone steppique algérienne. Séminaire international, réseau Parcours, Ifrane, Maroc : 157-167.
 52. Bessaoud O. (1994) : L'agriculture algérienne : de l'autogestion à l'ajustement (1963 – 1992). Crises et transitions des politiques agricoles en Méditerranée Options méditerranéennes, Série B, 8 : 89 - 103
 53. Blum A. (1985): Photosynthesis and transpiration in leaves and ears of wheat and barley varieties. *Journal Experimental of Botanic*, 36 : 432 – 440.
 54. Blum A., Ebercon C. (1981) : Genotypic responses in sorghum to drought stress. III. Free proline accumulation and drought resistance. *Crop Science*, 16 : 428-431.
 55. Bonjean A., Piccard E. (1990): Les céréales à paille. Origine, histoire, économie et sélection. Editions Nathan, 235p.
 56. Bouazza L. Boutaba H. (2001) : Approche pour la diversification et le développement des espèces fourragères en milieu producteur. Actes du 1^{er} Atelier national sur le développement des fourrages en Algérie, 10-12 juin 2001, Alger : 32-35.
 57. Boubaker M., Ben Hammouda M., Sakouhi L. (1999): Adaptation et stabilité du rendement de trois espèces céréalières dans les zones semi-arides et sub-humides de la Tunisie. *Sécheresse*, (4), 10 : 273 – 279.
 58. Bœuf F. (1932) : Le blé en Tunisie. *Annales des services de botanique et agronomique de Tunisie*. Tome VIII : 456p.
-

59. Bœuf F., Vasseran A. (1948) : Recherche et expérimentation en agriculture, T1 : 66-67.
60. Boulal H., El M'Zouri. (2004) : Impact des technologies d'orge sur l'amélioration de la production et l'intégration culture/élevage en zone semi-aride Marocaine. Agriculture pluviale méditerranéenne : Stratégie de durabilité. Options méditerranéennes, Série A, 60 : 127 – 131.
61. Boulanouar B., Amri A. (1988) : Double utilisation de l'orge. Rapport d'activité CRTA de Settat, Maroc. INRAM : 186-197.
62. Bourbouze A. (2000) : Pastoralisme au Maghreb : la révolution silencieuse. Fourrages, 161 : 3-12.
63. Boutonnet J.P. (1989) : La spéculation ovine en Algérie. Un produit clé de la céréaliculture. Economie et Sociologie Rurale, ENSA, Montpellier, 90 :45p.
64. Boutonnet J.P., Ould Said A., Bensseddik B. (1990): La production de viande ovine en Algérienne est-elle encore issue des parcours steppiques ? IV th international range land congres : 906-908
65. Bouzerzour H. (1990) : Caractéristiques d'adaptation des orges destinées aux hauts plateaux sétifiens. Céréaliculture, 23 : 11 – 18.
66. Bouzerzour H. (1992) : Synthèse des essais menés dans le cadre du thème d'écophysiologie de l'orge. Document interne, ferme expérimentale agricole, ITGC, Sétif, 21p.
67. Bouzerzour H. (1998) : Sélection pour le rendement en grain, la précocité, la biomasse aérienne et l'indice de récolte sur les orges en zones semi-arides. Thèse Doctorat d'Etat, Université Mentouri, Constantine, 170p.
68. Bouzerzour H., Sahraoui A. (1989) : Performances des nouvelles variétés de céréales en milieu producteur. Document interne, ferme expérimentale, ITGC Sétif : 9p.
69. Bouzerzour H., Oudina. (1989) : Variabilité du rendement de l'orge sous l'influence du climat des hauts plateaux. Séminaire W.O.M. Eds. ICARDA : 109-119.
70. Bouzerzour H., Bemahammad A. (1991) : Correlation and regression studies of barley in Eastern Algeria. Rachis, 10: 35 – 36.
71. Bouzerzour H., Monneveux P. (1992) : Analyse des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux de l'Est algériens. Séminaire sur la tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéennes. INRA Editions. Les colloques 64: 139 – 148.
72. Bouzerzour H., Benmohammad A. (1994) : Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateau of eastern Algeria. Rachis, 7 : 11 – 14.
73. Bouzerzour H., Benmohammad A. (1995) : Analyse graphique d'un croisement diallèle sur orge (*Hordeum vulgare* L.). Céréaliculture, 28 : 8-12.
74. Bouzerzour H. Djekoun A. (1996) : La biomasse comme critère de sélection pour améliorer le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi aride. Annales de l'Institut National Agronomique, El Harrach, Algérie, 20 : 117-125.
75. Bouzerzour H., Djekoun A., Benmohammed A., Hassous K.L. (1998) : Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité au rendement

- en grain de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zones semi arides d'altitudes. Cahiers d'études et de recherche francophone. Agriculture, méthodes et techniques, (7) 4 : 3-7.
76. Bouzerzour H., Bahlouli F., Benmohammed A., Djekoun A. (2000): Cinétique d'accumulation et de répartition de la biomasse chez des génotypes contrastés d'orge (*Hordeum vulgare* L.). Sciences et Technologies, 13 : 59-64.
77. Bouzerzour H., Benmahammad A., Benkharbache N., Hassous K.L. (2002) : Contribution des nouvelles obtentions à l'amélioration et à la stabilité du rendement chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zones semi-arides. Revue recherches agronomiques, INRA Alger, 10 : 45-58.
78. Bouzerzour H., Abbas K., Benmahammad A. (2003) : Les céréales, les légumineuses alimentaires, les plantes fourragères et pastorales. Recueil des communications du 3^{ème} atelier « biodiversité importante pour l'agriculture » MATE-GEP/PNUD. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante en agriculture. Alger 22-23 janvier 2003 : 3-18.
79. Brown S.C., Gregory P.J., Wahbi A. (1987): Root characterization and water use in Mediterranean environment. In Drought tolerance in winter cereal. Eds. John Wiley and Sons, N.Y.:275-283.
80. Cantero-Martinez C., Villar J.M., Romagosa I., Feures E. (1995) : Growth and yield responses of two contrasting barley cultivar in a Mediterranean environment. Eur. Journal of Agronomy, 4 : 317 – 326.
81. Ceccarelli S. (1984) : Utilisation of landraces and *Hordeum spontaneum* in barley breeding for dry areas at ICARDA. Rachis, (3) 2 : 8-11.
82. Ceccarelli S. (1994): Specific adaptation and breeding for marginal condition. Euphytica, 77: 205-219.
83. Ceccarelli S., Grando S. (1991) : Selection environment and environmental sensitivity in barley. Euphytica, 57: 157-167.
84. Ceccarelli S., Grando S., Hamblin J. (1992) : Relationships between barley grains measured in low and high yielding environments. Euphytica, 64 : 49-58.
85. Ceccarelli S., Grando S., van Leur J.A.G. (1995) : Barley landraces of the Fertile Crescent offer new breeding options for stress environments. Diversity, (11) 1-2 : 112-113.
86. Ceccarelli S., Grando S., Bailey E., Amri A., El Felah M., Nassif F., Rezgui S., Yahiaoui A. (2001): Farmer participation in barley breeding in Syria, Morocco and Tunisia. Euphytica (3) 122 : 521 – 536.
87. Chaterton B. (1986) : Options pour le développement des pâturages de la steppe par l'utilisation du Medicago annuel. Séminaire international sur la stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides, Tébessa, Algérie : 80-86.
88. Chehat F., Djenane A., Jouve M.A. (1993) : Les stratégies de mise en marché des céréales par les agriculteurs dans la région de Sétif. Rapport SEFCA. T III. 25p.

89. Chehat F. (1994) : Impact des réformes économiques sur la céréaliculture algérienne. L'agriculture algérienne : de l'autogestion à l'ajustement (1963 – 1992). Crises et transitions des politiques agricoles en Méditerranée Options méditerranéennes, Série B, 08 : 105 – 115
90. Chehat F. (2001) : La question des fourrages en Algérie. Actes du 1^{er} Atelier national sur la stratégie de développement des fourrages en Algérie, 10-12 juin 2001, Alger : 27-28.
91. Chellig R. (1992) : Les races ovines algériennes. Office des Publications Universitaires, Alger, 80 pages.
92. Chellig R. (1969) : La steppe, le pays du mouton. Rapport du Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire, production animale, 9p.
93. Chennafi H. (1998) : Optimisation de l'apport d'appoint d'eau sur trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) à différents stades. Cas des hautes plaines sétifiennes. Thèse Magistère, INA, Alger, 64p.
94. Chery J. (1982) : Amélioration de l'orge pour la richesse en protéine du grain, relation entre les enzymes clés du métabolisme azoté (nitrate réductase et protéase) et certains critères agronomiques (indice de récolte). Ecophysiologie des céréales à pailles. Application en sélection. INRA Montpellier.
95. Chergui M. (2001) : Variabilité climatique et production des principales variétés de céréales sur les hautes plaines semi-arides de l'Est : Cas de la ferme expérimentale ITGC de Sétif. Thèse Ingénieur, Université de Batna, 49p.
96. Chermiti A., Nefzaoui A., Teller E., Vaubelle M. (1991) : Variation de l'ingestion volontaire des ligno-cellulose chez les ruminants (cas de la paille des céréales). Options méditerranéennes, Série A, 16 : 61-65.
97. Chenost M. (1999) : Utilisation digestive des pailles. Options méditerranéennes, Série A, 16 : 67-72.
98. Couvreur F. (1985) : Formation du rendement d'un blé et risques climatiques. Perspectives agricoles, 95 : 12 – 15.
99. Day A.D., Thompson R.K., Mc Caughey W.F. (1968): Effects of clipping on the performance of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) seeded in October. Agronomy Journal, 60 : 11-12.
100. Demarquilly C., Andrieux J.P. (1998) : Les fourrages. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Jarrige R. (Ed.) INRA Eds., Paris : 315-335.
101. Djili K., Daoud Y. (2000) : Influence des hauteurs des précipitations sur la répartition des calcaires et du pourcentage de sodium échangeable dans les sols du nord de l'Algérie. Sécheresse, (1) 11 : 37-43.
102. Droushiotis D.S. (1984) : Effect of grazing simulation on forage hay and grain yield of spring barleys in a low rainfall environment. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 103 : 587-594.
103. D.S.A. (1996) : Bilan des activités de la campagne 1995/96 de la Direction des Services Agricoles de Sétif, 2Op.

-
104. Dumont B., Meuret M., Boissy A., Petit M. (2001) : Le pâturage vu par l'animal : mécanismes comportementaux et application en élevage. *Fourrages*, 166 : 312-238.
 105. Dunn P.R., Axelsen A.C., Edwards B.H. (1977): The grain yield of winter grazed crops. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 17: 452-461.
 106. Dunphy D.J., McDaniel M.E., Holt E.C. (1982) : Effect of forage utilization on wheat grain yield. *Crop Science*, 22 : 106 – 109.
 107. Duru M., Hazard L., Jeangros B., Mosimann E. (2001) : Fonctionnement de la prairie pâturée : structure du couvert et biodiversité. *Fourrages*, 163 : 165-188.
 108. Edhai B., Waines J.G., Hall A.E. (1988): Differential responses of landraces and improved spring wheat genotype to stress environment. *Crop Science*, 28 : 838-842.
 109. El Hafid R., El Mourid M., Samir K., Bakoulou B. (1996) : Caractérisation de certaines variétés de blé, d'orge et du triticale sous différentes situations hydriques en conditions de champs et simulées. *El Awamia*, 93 : 7-25.
 110. El Mourid M., Watts D.G. (1993) : Rainfall patterns and probabilities in the semi arids cereal production region in Morocco. The agro meteorology of rainfed barley base farming systems. *Proceeding of international symposium Tunis, 6-10 march 1989, ICARDA Aleppo, Syria* : 59-80
 111. El Mourid M., El Ouali A., Ambri A.M., El Oumri M., Goebel W. (2000): Caractérisation agro écologique: outil de gestion et d'aide à la décision en agriculture aléatoire. Actes du 1^{er} symposium international sur la filière blé : Blé, enjeux et stratégie, 7-9 février 2000, Alger : 99 – 104.
 112. El-Shatnawi Moh'D Khair J., Al-Qurran Louy Z., Ereifej Khalil I., Saoub Hani M. (2004): Management optimization of dual-purpose barley (*Hordeum vulgare* C. Koch) for forage and seed yield. *Rangeland Ecology and Management*, (57) 2 :197 – 202.
 113. F.A.O., 2005. *Statistiques Agricoles*.
 114. Feliachi K. (2000): Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. Actes du 1^{er} symposium international sur la filière blé : Blé, enjeux et stratégie, 7-9 février 2000, Alger : 21 – 27.
 115. Feliachi K., Ameroun A., Khaldoun A. (2001). Impact de la sécheresse sur la productivité des céréales cultivées dans le nord de l'Algérie. *Céréaliculture*, 35 : 28-37.
 116. Fischer R.A. (1985): Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiations and temperature. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 105 : 447 – 461.
 117. Fischer R.A., Kertesz Z. (1976) : Harvest index in spaced population and grain weight in microplots as indicator of yielding ability in spring wheat. *Crop science*, 16 : 55-59.
 118. Fletscher R.A. (1983): The effect of water stress at various stages of development in yield process in wheat. *Proceeding 6th international wheat genetic symposium*: 956-969.
-

119. Fonseca S., Patterson F.L. (1968) : Yield component heritabilities and interrelationships in winter wheat. *Crop Science*, 8 : 614-617.
120. Froidmont E., Bertiaux-Thill N., Ducruyenaere V., Fabry J. (2002) : Immature wheat silage : an alternative to maize silage for feeding dairy cows. I. Multi functions grasslands: quality forage, animal product and landscape. Durand J.L., Emile J.C., Huygue Ch. and Lemaire G. (Eds.). *Grassland Science in Europe*, 7: 200-201.
121. Gallagher J.N., Briscoe P.V., Hunter B. (1976). Effect of drought on grain growth. *Nature*, 264 : 541 - 542.
122. Garcia Del Moral L.F. (1992) : Leaf area, grain yield and yield components following forage removal in triticale. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 168 : 100-107.
123. Garcia Del Moral L.F., Boujenna A., Yanes J.A., Ramos J.M. (1995) : Forage production, grain yield and protein content in dual purpose triticale grown for both grain and forage. *Agronomy Journal*, (87) 5 : 902-908.
124. Gate P., Bram P., Coleneune S., Briffeaux G., (1990): Pour les céréales à paille, à chaque variété son époque de semis. *Perspectives Agricoles*, 14 : 824 – 827.
125. Gate P., Barthier A., Casabianca H., Deleens E. (1993) : Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France: Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. In *Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale*. Eds. INRA, Paris. Les colloques, 64 : 61-73.
126. Gate P., Crosson P., Couvreur P. Mieux connaître les orges. *Perspectives agricoles*, 100 : 18-23.
127. Gharbi F., Thabet B., Gharbi M.L. (2003) : Illustration d'une approche type de valorisation d'un nouveau produit. Cas du triticale en Tunisie. *Biotechnologie Agron. Soc. Environ.* (7) 3-4 : 127-135.
128. Guerballi D. (2003) : Effet du stress abiotique sur les caractéristiques phénomorphologique de l'orge (*Hordeum vulgare* L.). *Céréaliculture*, 39 :45-48.
129. Gillet M. (1980) : Les graminées fourragères : description, fonctionnement, application à la culture de l'herbe. « Collection Nature et Agriculture », Ed. Gauthier Villars : 42-70.
130. Gillet M., Lemaire G., Gosse G. (1984) : Essais d'élaboration d'un schéma global de la croissance des graminées fourragères. *Agronomie*, (4) 1 : 75-82.
131. Gill K.S., Bhullard G.S., Mahal G.S. (1979) : Combining ability in durum wheat (*Triticum durum* Desf). *Crop improvement*, 6 : 30 – 35.
132. Hachmi N. (1999) : Etude comparée de quelques associations annuelles graminées – légumineuses en zones humides de Tunisie. *Fourrages*, 159 : 269-275.
133. Hadjichritodoulou A. (1983) : Dual purpose barley. Technical bulletin of Agricultural Research Institut, Nicosia, Cyprus, 46 : 9p.
134. Hadjichritodoulou A. (1987) : The effect of optimum heading date and its stability on yield and consistency of performances of barley and durum wheat in dry areas. *Journal of Agriculture Science of Cambridge*, 108 : 593-608.

-
135. Hadjichritodoulou A. (1990) : Stability for 1000 grains weight and its relation with other traits of barley in dry areas. *Euphytica*, 51: 11-17.
136. Hadjichritodoulou A. (1991) : Dual purpose barley. *Rachis*, 10 : 13--16.
137. Hadjichritodoulou A. (1994): The performances of the hooded gene of barley (*Hordeum vulgare* L.) in rainfed Mediterranean climate. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 123: 313-317.
138. Hadjichritodoulou A. (1995): Self residing pasture barley for Mediterranean dry land. *Experimental Agriculture*, 31: 361-370.
139. Hakimi M. (1989): Les systèmes traditionnels basés sur la culture de l'orge. Proc. Symp. On the agro meteorology of rainfed barley based farming system. Eds WMO/ ICARDA : 179 – 183.
140. Hamadache A. (2001 a) : Les ressources fourragères actuelles en Algérie : situation et possibilités d'amélioration. Actes du 1^{er} Atelier national sur la stratégie de développement des fourrages en Algérie, 10-12 juin 2001, Alger : 18-19.
141. Hamadache A. (2001 b) : Les alternatives possibles à la jachère en relation avec le milieu physique et socio économique. *Ecosystèmes (1) 1* : 13-18. Revue éditée par le laboratoire Eco développement des espaces. Université Djillali Liabés de Sidi Bel Abbés.
142. Hamadache A. (2001 c) : Evolution récente des principales ressources fourragères et possibilités d'amélioration en Algérie. *Céréaliculture*, 35 : 13-20.
143. Hammouche L. (2001) : Approche des causes explicatives de la variabilité génotypique de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) à la double exploitation. Thèse ingénieur agronome, université de Batna, Algérie, 36 pages.
144. Hamrit S. (1995) : Situation des fourrages en Algérie. *Al Awamia*, 89 : 97-108.
145. Harrabi M., Daaloul A., Amara., Bellagha S. (1986) : Effet de la dernière feuille sur le poids de mille grains chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). *Revue de l'INRA Tunisie (1) 1* : 123 – 132.
146. Harlan J.R. (1975). Our vanishing genetics resources. *Science*, 188 : 618-621.
147. Hassen H., Mansouri M. (1996) : Intérêt de la fertilisation azotée pour l'association vesce avoine en zone humide de Tunisie. *Fourrages*, 146 : 173-180.
148. Hayek T., Ben Salem M., Zid E. (2000) : Mécanismes ou stratégie de résistance à la sécheresse: cas du blé, de l'orge et du triticale. « L'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne : nouveaux défis ». *Options méditerranéennes, Série A*, 40 : 287-290.
149. Hazard L., Ghesquière M. (1998) : Limites d'une évaluation des variétés de ray gras anglais au pâturage basé sur le choix des animaux et sur les différences de hauteurs d'herbes. *Fourrages*, 154 : 159--171.
150. Houmani M. (1998 a) : Cheptel et bilan fourrager dans les zones sèches algériennes. *Annales de l'Institut National Agronomique, El Harrach*, (19) 1-2 : 82-95.
151. Houmani M. (1998 b) : Amélioration de la valeur alimentaire du foin de vesce avoine, par le traitement à l'urée. *Fourrages*, 154 : 239-248.
-

152. Ismaili I. (1982) : Etude du déprimage de l'orge. Mémoire de fin d'études. Ecole Nationale d'Agriculture, Meknés, Maroc, p70.
153. ITGC, (1992) : Les statistiques des céréales de 1971 à 1992. Document interne ITGC, 16p.
154. Jaritz G. (1997) : Productions fourragères et environnement. Production et utilisation des plantes fourragères au Maroc, Jaritz G. et Bounejmate M. (Eds.) : 114-125.
155. Jobim C., Emile J.C. (1999) : Utilisation des céréales d'hiver pour l'alimentation des ruminants au Brésil. Fourrages, 159 : 259--267.
156. Johnston J., Wheeler B., Mc Kinlay J. (2002): Production de fourrage à partir de céréales de printemps et de mélange céréale pois. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales. Gouvernement de l'Ontario, Canada. Fiches techniques, 6p.
157. Jouve A.M., Belghazi S., Kheffache Y. (1995) : La filière des céréales dans les pays du Maghreb : constante des enjeux, évolution des politiques. « Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000 ». Options Méditerranéennes, Série B, 14 : 169-192
158. Kabouche S., Bouzerzour H., Benmahammad A., Hassous K.L. (2001) : Les nouvelles variétés d'orge et les risques climatiques des hauts plaines de l'Est : Cas de la région de Sétif. Céréaliculture, 35 : 4-12.
159. Kang Y.K., Kang H.S. (1991): Effect of cutting on forage production and grain yield of naked barley cultivars. Korean Journal of Crop Sciences, 36 : 294-299.
160. Kaouche B.M. (1997) : Performances zootechniques des brebis allaitantes alimentées à base de paille traité à l'urée. Actes des 2^{èmes} journées de recherche sur les productions animales. Alimentation des animaux d'élevages. Université de Tizi Ouzou, Algérie : 238-249.
161. Karrou M. (2003) : Caractérisation de la croissance du grain et recherche des parents pour l'amélioration du taux de remplissage du grain et du rendement de l'orge en bour au Maroc. Al Awamia, 107 : 87 – 101.
162. Kerbaa F. (1984) : Utilisation des graminées comme plantes entières en fourrage au stade floral (orge). El Hindiss, 4 : 52 – 64.
163. Kardasz G.C.P. (2005) : Alimentation animale : l'ensilage de céréales immatures fait de plus en plus d'adeptes. Perspectives Agricoles, 312 : 13-15.
164. Kermiche A. (2000) : Sélection mono et multi caractères chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi aride. Thèse Magister, INA, Alger, 51p.
165. Kevalla J., Goldringer F., Brabard P. (1991): Sélection récurrente chez les autogames pour l'amélioration des variétés lignées pures : une revue bibliographique. Agronomie, 11 : 335-352.
166. Khaldoun A. (1989) : Etude du comportement de l'orge exploitée à double fin. Fourrages, 117 : 77-88.
167. Khaldoun A. (1990) : Etude du comportement de l'orge exploitée à double fin. Céréaliculture, 28 : 2-7.

-
168. Khaldoun A. (1995) : Les mutations récentes de la région steppique de El Arricha. Nouvelles formes d'appropriation et de gestion de l'espace et des ressources pastorales. Actes du 3^{ème} séminaire international du réseau Parcours : Sylvopastoralisme et développement ; de la gestion traditionnelle à l'aménagement. Parcours durable, numéro spéciale : 59-64.
169. Khaldoun A., Chery P., Monneveux P. (1990): Etude des caractères d'enracinement et de leurs rôles dans l'adaptation au déficit hydrique chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Agronomie, 10 : 369-379.
170. Khaldoun A., Bellah F., Ameroun R., (2000) : – Perspectives de développement des cultures fourragères en Algérie. Céréaliculture, 34 : 40-46.
171. Khaldoun A., Djennadi F., Bellah F. (2001) : Développement des fourrages en Algérie dans le cadre du P.N.D.A. Actes du 1^{er} Atelier national sur la stratégie de développement des fourrages en Algérie, 10-12 juin 2001, Alger : 12-17
172. Kribaa M. (1992) : Contribution à l'étude de l'irrigation d'appoint et de la fertilisation azotée d'un blé due (Waha) en zones semi-arides. Thèse Magistère, INA, Alger, 12-45
173. Kribaa M. (2003) : Effet de la jachère sur les sols en céréaliculture pluviale dans les zones semi-arides méditerranéennes. Cas des hautes plaines sétifiennes en Algérie. (Impact des différentes techniques de travail de la jachère sur les caractéristiques structurales et hydrodynamiques du sol). Thèse de Doctorat d'état en Sciences Agronomiques, INA El –Harrach, Alger, 121p.
174. Laouar M., Abdelguerfi A. (1997) : Privatisation et partage du foncier : une cause de dégradation des milieux naturels en Algérie. Pastoralisme et foncier : Impact du régime foncier sur la gestion de l'espace pastoral et la conduite des troupeaux en régions arides et semi arides. Options méditerranéennes, Série A, 32 : 209-212.
175. Larbi A., Mekliche A., Abed., Badis M. (2000) : Effet du déficit hydrique sur la production de deux variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) en zone semi aride. « L'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne : nouveaux défis ». Options méditerranéennes, Série A, 40 : 295-297.
176. Lasseret V. (2000) : Les céréales ensilées pourquoi pas ? Jeunes Agriculteurs, 551 : 8-9.
177. Le Gall., Delattre J.C., Cabon G. (1998) : Les céréales immatures et la paille : une assurance pour les systèmes fourragers. Fourrages, 156 : 557 – 572.
178. Lemaire G. (1987) : Physiologie de la croissance de l'herbe : application au pâturage. Fourrages, 112 : 323-344.
179. Lemaire G. (1991) : Physiologie des graminées fourragères : croissance. Techniques Agricoles, 78 : 3-18.
180. Levitt J. (1982) : Responses of plant to environment stress. Academy Press, NY, USA, 67p.
181. Madjid A., Hallagian M. (1983): Crop-lives stock interaction. Information from a barley survey in Syria. ICARDA Research report n° 10, 30p.
-

182. Makhoul M., Benmahammad A., Hassou K.L., Bouzerzour H. (2000): Variabilité génotypique de la réponse à la double exploitation chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi aride. Rapport interne, Ferme Experimental Agricole, ITGC Sétif, 11p.
183. Mantouche M., Boussaid M. (1993) : Résultats préliminaires d'une étude sur l'exploitation à double fin de différentes espèces de céréales. Céréaliculture, 26 : 23-28.
184. M.A. (1992). Le secteur agricole et les perspectives de sa promotion et de son développement. Rapport général de la commission nationale consultative sur l'agriculture. Ministère de l'Agriculture, p207.
185. M.A.D.R, 2002. Statistiques Agricoles, Séries A et B.
186. Marshall D.R. (1987) : Australian plant breeding strategies for rainfed areas. In drought tolerance in winter cereal. Eds. John Willey and Sons, NY: 89-98.
187. Mc Intoch M.S. (1983) : Analysis of combined experiments. Agronomy Journal, 75 : 153-155.
188. Mebarkia A. (2001). Caractéristiques et comportement de quatre espèces du genre *Vicia* (ssp) dans une région semi aride de Sétif. Thèse Magistère, INA, Alger, 91p.
189. Mekni M.S., Yau S.K.. (1995): Comparative yield performance and adaptation of some barley and triticale genotypes under rainfed conditions. Al Awamia, 20 : 97 – 101.
190. Mekni M.S., Koureih A. (1986) : Barley, its world and production conditions in West Asia and North Africa and neighboring countries. Rachis, (3) 2 : 2-8.
191. Meunier P. (1985) : L'orge et ses utilisations en France. Perspectives Agricoles, 95 : 55-63.
192. Meynard D.R. (1987) : Australian plant breeding strategies for rainfed areas. In drought tolerance in winter cereal. Eds. John Willey and Sons, NY: 89-98.
193. Mezali A. (1978) : Valeur alimentaire de quelques foins utilisée en Algérie. Thèse ingénieur, INA, Alger : 68-69
194. Monneveux P. (1991) : Quelle stratégie pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales ? In l'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu aride. ALPELF-UREF : 156-186.
195. Monneveux P., This D. (1997) : La génétique face au problème de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse : espoirs et difficultés. Sécheresse (8) 1 : 29 – 37.
196. Mossab M. (1991) : Culture à double fin, avec recours à l'irrigation d'appoint de quatre variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L.) dans les hautes plaines sétifiennes. Thèse ingénieur, INA, Alger, 111p.
197. Mouden M. (1987) : L'orge au Maroc : utilisation et qualité. Le monde agricole et la pêche maritime, 114 : 12-18.
198. Mouret J.C., Conesa A.P., Bouchier A., Gaid M. (1990) : Identification des facteurs de variable des rendements du blé en conditions hydriques limitantes dans le région

- de Sidi Bel Abbés. Physiology breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environment. Eds. Acevedo E., Conesa A.P., Monneveux P. and Srivastava J.P. : 35-48.
199. Nefzaoui A., Chermiti A. (1991) : Place et rôles des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et semi arides de la Tunisie. Options méditerranéennes, Série A, 16 : 119-125.
200. Ounes T. (1991) : Effet de la double exploitation sur le comportement et la productivité de quelques graminées céréalières. Thèse ingénieur, Institut National Agronomique, Alger, 91 pages.
201. Oosterom V.E., Ceccarelli S., Peacock J.M. (1993) : Yield response of barley rainfall and temperature in Mediterranean environments. Journal of Agriculture Science, 121 : 307 – 313.
202. OIRD. (1977) : Fenaison et qualité des fourrages. Céréaliculture, 3 : 4-9.
203. OTI. (1974) : Projet d'étude devant permettre la définition du programme de développement sur la zone de rénovation des hautes plaines sétifiennes. Tome I, 145p.
204. Oudina M., Bouzerzour H. (1989) : Variabilité du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) variété Tichedrett sous l'influence du climat des hauts plateaux sétifiens. Proc. Symp. On the agro meteorology of rainfed barley based farming system. Eds WMO /ICARDA : 110 – 119.
205. Ouknider M., Jacquard P. (1986) : Production et valeur nutritive de l'association vesce avoine en zones méditerranéennes. Fourrages, 105 :39-66.
206. Ouknider M., Jacquard P. (1988). Un modèle d'association graminée – légumineuse : le mélange vesce (*Vicia sativa* L.), avoine (*Avena sativa* L.). Agronomie (8) 2 : 97-106.
207. Papy P. (1979) : Analyse du comportement des cultures de blé dur et d'orge dans les différentes régions céréalières du Maroc à travers leurs réactions aux variations interannuelles des régimes pluviométriques. CR de l'Académie Agricole de France, 31 : 213-247.
208. Prevost P. (1990) : Les bases de l'agriculture moderne. Eds. Technique et Documentation : 262p.
209. Pritchard J., Wyujones G.R., Thomas A.D. (1991): Biophysical control of root elongation: effect of water stress and low temperature. Physiologie et sélection des céréales d'hiver en conditions méditerranéennes. Eds. INRA, Paris. Les colloques, 55 : 115-141.
210. Rachedi M.F. (2000) : Notion de sécurité alimentaire et gestion des espaces. Céréaliculture, 34 : 14-18.
211. Ramos J.M., Garcia del Moral M.B., Marinetto J., Garcia del Moral L.F. (1993) : Sowing date and cutting frequency effect on triticale forage and grain production. Crop Science, (33) 6 :1312 – 1315.
212. Rasmusson D.C. (1985) : Ideotype research and plant breeding. Plant Science, 87 : 395-397.

213. Raymond W.F. (1971) : L'utilisation de l'herbe et des cultures fourragères par la fauche ou la pâture. *Fourrages*, 45 :21-32.
214. Redjel N. (2001) : L'expérience algérienne dans la plantation fourragère arbustive : approche de développement. Actes du 1er atelier national sur la stratégie de développement des cultures fourragères en Algérie, 10-12 juin 2000 : 51-54.
215. Redmond L.D., Horn G.W., Krenzer Jr. E.G., Bernardo D.J. (1995) : A review of livestock grazing and wheat grain yield: boom or bust? *Agronomy Journal*, 87 : 137-147.
216. Renaudin J.C. (1983): La paille en alimentation animale, intérêt économique du traitement à l'ammoniac : application à des exploitations agricoles Nivernaises. Thèse ingénieur, ESA, Angers, 126p.
217. Royo C. (1997): Grain yield and yield component as affected by forage removal in winter and spring triticale. *Grass and Forage Science*, 52: 63-72.
218. Royo C. (1999): Plant recover and grain yield formation in barley and triticale following forage removal and two cutting stages. *Journal of Agronomy and Crop Science* (182) 3: 175-183.
219. Royo C., Ramagoza I. (1996): Effect of forage removal of the first detectable node stage on the growth of winter and spring triticale. *Grass Forage Science*. 11: 170-179.
220. Royo C., Tribo F. (1997) : Triticale and barley for grain and for dual purpose, in a Mediterranean type environment. II: Yield, yield component and quality. *Australian Journal of Agriculture Research*, 48 : 423-432.
221. Royo C., Montesino E., Molina-Cano J.L., Serra J. (1993) : Triticale and other small grain cereals for forage and grain in Mediterranean conditions. *Grass and Forage Science*, 48: 11-17.
222. Royo C., Lopez Q., Serra J., Tribo F. (1997): Effect of sowing date and cutting stage on yield and quality of irrigated barley and triticale, used for forage and grain. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 179 : 227-234.
223. Royo C., Voltos J., Ramagosa I. (1999): Remobilization of pre anthesis assimilates to the grains for grain only and dual purpose (forage + grain) triticale. *Agronomy Journal*, 91: 312-316.
224. Sahnoun M. (2005) : Etudes des paramètres morpho-physiologiques de résistance à la sécheresse chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Agronomiques, INA, Alger, 135p.
225. Salsac L., Monneveux P. (1991) : Relation entre la nutrition et la tolérance au déficit hydrique. *Physiologie-sélection des céréales d'hiver en conditions méditerranéennes*. Eds. INRA, Paris. Les colloques, 55 : 49-66.
226. Samir K., El Mourid M., Ismaili M. 1997. Etude des relations entre les performances agronomiques et les paramètres physiologiques chez trois variétés de blé dur. *El Awamia*, 98 : 67-81.
227. Sefrioui A., El Mourid M., Herzenni A. (1990) : L'orge culture contre aléatoire dans les zones arides et semi-arides du Maroc. *El Awamia*, 71 : 88 – 102.
228. Sehabi M. (2000) : Etude génétique et agronomique de la tolérance à la sécheresse de quelques variétés d'orges. Thèse Magistère, INA, Alger, 80p.

-
229. Sekkate M.R., Leghzali H. (1999) : L'orge : pivot de l'alimentation animale. *Terre et vie*, 34 : 23-28.
230. Seltzer P. (1946) : Le climat de l'Algérie. Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie (Ed.), université d'Alger, 219 pages.
231. Sharma R.C., Smith E.L. (1986). Selection for high and low harvest index in the winter wheat population. *Crop Science*, 26: 1147-1150.
232. Sharma J.M. (1993): Plant biomass as a basis for cultivar selection. *Crop Science*, 33: 733 – 739.
233. Siddique K.L.M., Tenant D., Perry M.M., Belford K.K. (1990): Water use and water use efficiency of old and modern cultivars in Mediterranean type environment. *Australian Journal for Agriculture Research*, 41 : 431-447.
234. Simon F. (1986): Identification et classification des variétés d'orges cultivées en France, étude des variétés. SEI Etude 55, 2p.
235. Si Ziani Y., Boulberhane D. (2001). Bilan fourrager 1998. Comparaison offre/ demande. Actes du 1^{er} Atelier national sur la stratégie de développement des fourrages en Algérie, 10-12 juin 2001, Alger : 20-26.
236. Slim H. (1982) : Etude du comportement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en double exploitation : fourrage et grain. Thèse ingéniorat, INA Tunis, 124p.
237. Slim Amara H, (1987) : Etude de la double exploitation en fourrage et grain de 20 cultivars d'orges dans la zone semi aride du Kef. *Revue de l'INAT*, 1 : 69-82.
238. Somel K. (1990) : The importance of barley in food production and demand in West Asia and North Africa. *Proceeding on increasing small ruminants productivity in semi arid areas*. Eds. E.F. Thomson and F.J. Thomson: 27-35.
239. Spagnoletti zeuli P.L., Qualset C.O. (1990) : Flag leaf variation and analysis of diversity in durum wheat. *Plant Breeding*, 105: 189-102.
240. Steel G.D.S., Torrie J.H. (1980). *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. Eds. Mc Graw Hill Book Company Inc. NY, p663.
241. Tahir M., Hayes P.M. (1997): A synthesis of winter cereals research and production status in high elevation areas of West Asia and North Africa. *Proceeding of an international symposium on problem and prospects of winter cereals and food legumes production in the high elevation area of west Asia and North Africa*, 6-10 july 1997, Ankara, Turkey : 228-232.
241. Tellal R., Qarro M., Barbero M. (1999 a): Production herbagère des périmètres améliorés du sahel marocain. I. Effet des conditions stationnelles, climatiques et du rythme de coupe. *Fourrages*, 159 : 149-156.
242. Tellal R., Qarro M., Barbero M. (1999 b) : Production herbagère des périmètres améliorés du sahel marocain. II. Nombres de coupes pour une production optimale. *Fourrages*, 159 : 253-258.
243. Teulat-Merah B., Ben Salem M., Zoumarou W., Bahri H., Douini R., This D. (2000). Etude de la tolérance à la sécheresse des céréales : l'orge comme modèle biologique, approche QTL. *Modèle biologique à l'amélioration des plantes*
-

- « biotechnologie végétale : amélioration des plantes et sécurité alimentaire ». VIIème journées scientifiques du réseau AUF, Montpellier 3-5 juillet 2000 : 493-516.
244. Toutain B. (2003). Dégradation et restauration/réhabilitation des parcours des zones semi-arides et arides : fiction ou réalité ? Synthèse des interventions de la conférence électronique francophone de novembre 2002 à janvier 2003, 11p.
245. Turner N.C. (1986) : Adaptation to water deficit : a changing perspective. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13 : 175-190.
246. Turner N.C., Nicolas M.E. (1987): Drought resistance of wheat for high textured soils in a mediterranean climate. Drought tolerance in winter cereals. Eds. Srivastava J.P., Proceddu E., Acevedo E. and Varma S : 203-216.
247. Volenec J.J., Ourry A., Joern B.C. (1996): A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. *Physiology plant*, 97 : 185-193.
248. Winter S.R., Thompson E.K. (1990) : Grazing winter wheat : I. Response of semi dwarf cultivars to grain and grazed production system. *Agronomy Journal*, 82: 33-37.
249. Worland A.J., Apendia., Sayers E.J. (1994): The distribution in European winter wheat of genes that influence ecoclimatic adaptability while determining photoperiod intensity and plant high. *Euphytica*, 80 : 218-228.
250. Yau S.K. (1999): Substaining barley yield by early planting and grazing. *Rachis*, 18 : 72-74.
250. Yau S.K., Mekni M.S. (1985). Characterization of dual purpose barley approach. *Rachis*, (4) 1 : 33-34.
251. Yau S.K., Mekni M.S. (1987) : Breeding dual-purpose barley. *Field Crops Research*, 15 : 267 – 276.
252. Yau S.K., Mekni M.S., Naji I. (1989): Effect of green stage grazing on rainfed barley in Northern Syria. I. Tiller production and other agronomics characters. *Experimental Agriculture*, 25 : 493 – 500.
253. Zeghida A. (1987) : La rotation céréales - medicago dans les zones à vocation céréales élevage. *Céréaliculture*, 16 : 52-56.
254. Zeghida A. (2001) : Amélioration de la production fourragère : les associations pour la production de foin. Actes du 1^{er} Atelier national sur la stratégie de développement des fourrages en Algérie, 10-12 juin 2001, Alger : 29-31.
255. Zeghida A., Benbelkacem A., Maatougui E. (1986): Importance des espèces annuelles de *Medicago* dans l'amélioration des pâturages. Actes du séminaire international sur la stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides, Tébessa, Algérie : 53-60.
256. Zohary D. (1973): Centers of diversity and centers of origin. In DH Frenkel and E Benmeh eds. *Genetic resources; a plant; their exploration and conservation*, Blackwell, Science Publication, Oxford: 33-42.