

Effet de la profondeur d'enfouissement sur la levée et la viabilité des semences du brome raide (*Bromus rigidus* Roth.)

Hamal A.¹, Alaoui S.B.², Benbella M.³, Bouhache M.⁴ et Ameziane T.²

¹ Institut National de la Recherche Agronomique, CRRA Meknès, URPP, Laboratoire de Malherbologie, BP.578, Meknès, Maroc.

² Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département d'Agronomie et d'Amélioration des Plantes, BP. 6202, Rabat, Maroc.

³ Ecole Nationale d'Agriculture, Département d'Agronomie et d'Amélioration des Plantes, BP/S 40, Meknès, Maroc.

⁴ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département d'Ecologie Végétale, BP : 6202, Rabat, Maroc.

Résumé

L'enfouissement des graines de brome raide (Bromus rigidus Roth.) a été étudié au champ en utilisant cinq profondeurs 0-5 cm ; 5-15 cm ; 15-25 cm ; 25-35 cm et 35-45 cm. Les semences utilisées ont été récoltées en juin 1993 et 1998 et conservées à une température de 10 °C. La germination des graines enfouies dans les parties superficielles (0-5 cm et 5-15 cm) est élevée avec respectivement 84 et 77% après 94 jours d'enfouissement. Les graines récoltées en 1998 ont des vitesses de germination plus élevées que celles de l'année 1993. La viabilité des graines enfouies au delà de 35 cm de profondeur augmente à partir de 54 jusqu'à 186 jours d'enfouissement. Les graines du brome âgées et récoltées en 1993 ont une viabilité très élevée que les graines récentes et récoltées en 1998.

Mots clés : *Brome raide, profondeur d'enfouissement, germination, viabilité.*

الترعمق طمر بذور البهمة (*Bromus rigidus* Roth) على بزوغها وحيويتها

عبد الحميد هامل، السبي بن ناصر علوي، محمد بتبلا، محمد بوهاش والطيب أمزيان

ملخص

تم طمر بذور البهمة (*Bromus rigidus* Roth) لدراستها ميدانيا بواسطة استعمال خمسة أعماق الطمر 0-5، 5-15، 15-25، 25-35 و 35-45 سنتمتر. جمعت بذور هذه النبتة المضرة في يونيو من سنة 1993 و 1998 وتم تخزينها في أكياس تحت حرارة 10 درجات. بينت النتائج أن إنبات بذور البهمة في العمق السفلي 0-5 و 5-35 سنتمتر مرتفع جدا بنسبة 84 و 77 في المائة وذلك بعد مكوث البذور 94 يوم في عمق الأرض. كانت سرعة إنبات بذور نبتة البهمة لسنة 1998 عالية مقارنة مع بذور سنة 1993. إن حياة بذور البهمة القديمة في عمق 35 سنتمتر وما فوق قد ارتفعت ما بين 54 و 186 يوم في عمق الأرض. بينت النتائج كذلك أن البذور القديمة للبهمة لسنة 1993 تبقى حية لمدة أطول من البذور الجديدة لسنة 1998.

الكلمات المفتاح: إنبات، حياة البذور، (*Bromus rigidus* Roth) عمق الطمر، البهمة

Effect of burial depth on the emergence and viability of Ripgut brome seeds (Bromus rigidus Roth.)

Abstract

Seeds burial of Ripgut Brome (Bromus rigidus Roth) was studied in the field using five burial depths of seeds, 0-5 cm, 5-15 cm, 15-25 cm, 25-35 cm and 35-45 cm. Tested brome seeds were harvested from a field of wheat in 1993 and 1998. Seeds buried at depths of 0-5 cm and 5-15 cm germinated more and rapidly than the seeds buried at depths 15 to 45 cm, respectively, 84 and 77% at 94 days after burying. The germination rate was higher for seeds buried at 0 to 15 cm than buried at 15 to 45 cm. The 1998 seeds germinated more and rapidly than the 1993 seeds. The viability of seeds increased from 54 to 186 days after buried at depth 35 to 45 cm. The seeds harvested in 1993 had a higher viability than those of 1998 for all depths.

Key words: *Ripgut brome (Bromus rigidus Roth), burial depth, germination, viability.*

Introduction

L'enfouissement des graines du brome raide (*Bromus rigidus* Roth.) en profondeur peut réduire sa germination et par la suite diminuer sa dissémination et son infestation dans les champs des céréales. La germination et la viabilité des semences de *B. rigidus* sont fonction de la profondeur et de la durée d'enfouissement. En effet, Gleichsner et Appleby (1989) ont trouvé que la majorité des graines placées à la surface du sol n'ont pas germé, alors que celles enterrées, même superficiellement, l'ont fait après 1 à 9 mois. Jean et Arnold (1989) ont trouvé que la majorité des semences de *B. rigidus* placée à la surface du sol pendant 9 mois n'ont pas germé, alors qu'une proportion de 6 à 10% de la population initiale des semences enfouies dans le sol n'a pas germé après 1 mois d'enterrement. Ces mêmes auteurs ont déclaré que la perte de viabilité n'a pas dépassé 11% de la population des semences enterrées après 15 mois. A l'opposé, la perte de germination et de viabilité ont été minimale pour les semences en surface après 9 et 12 mois. Cette variabilité dans la germination des semences des bromes est due à la dormance induite. Cependant, cette dormance induite a une courte durée et a été observée après 12 mois d'enterrement. La germination des bromes est fonction des conditions climatiques : elle est retardée en condition sèche ou si les semences sont exposées au soleil et elle est rapide après les premières pluies (Blackshaw, 1991). Elle est aussi fonction du degré de maturité des graines. En effet, la germination dépend de la période de récolte des graines (Harradine, 1986). Les graines non germées restent viables, jusqu'au printemps suivant. Le brome rigide a une germination échelonnée, ce qui entraîne son échappement aux herbicides sélectifs et aux façons culturales de pré-semis. Le type de sol joue également un rôle important sur la germination des bromes. A des profondeurs allant de 0,6 à 1,2 cm, le taux de levée de *Bromus tectorum* L. est important dans les sols limoneux et limono-argileux, alors qu'à une profondeur de 5,1 cm, ce taux est important dans un sol limono-sableux (Harradine, 1986). Plusieurs espèces de brome ont une dormance innée qui peut durer plusieurs années. Si les conditions favorables sont réunies en automne, la germination se produit rapidement (Harradine, 1986). Gilfe et Carstairs (1988) ont trouvé que la germination des semences du *B. rigidus* a été inférieure à celle des semences du *B. diandrus* Roth., malgré la levée de leur dormance en mi-août. En effet, *B. diandrus* Roth. nécessite moins de 2 jours pour que 50% des semences ne germent pas alors que *B. rigidus* nécessite 4 à 7 jours. L'objectif de cette étude consiste à étudier l'effet de la profondeur d'enfouissement sur la levée et la viabilité des semences du brome raide.

Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée sur un sol calcimagnésique vertique au Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès. Les semences du brome raide, récoltées en juin 1993 et 1998, ont été conservées dans des sacs en jute à une température de 10 °C. Ces graines de brome ont été semées dans des cagettes en plastique à raison de dix graines et enfouies à cinq profondeurs de sol: 0-5 cm (P1) ; 5-15 cm (P2) ; 15-25 cm (P3) ; 25-35 cm (P4) et > 35-45 cm (P5). Le dispositif expérimental adopté est en bloc aléatoire complet avec trois répétitions. Quatre prélèvements ont été effectués à 54 ; 94 ; 147 et 186 jours après enfouissement des graines (JAE). Les observations et mesures ont porté sur la germination, la levée, la vitesse de germination, la viabilité et la dormance des graines du brome lors de chaque prélèvement pour les différentes profondeurs du sol. Après comptage, les graines non germées au champ pour les différentes profondeurs ont subi un rinçage à l'eau distillée et à l'hypochlorite de sodium. Le test de germination de ces graines a été conduit au laboratoire dans des boîtes de pétrie sur du papier filtre humidifié avec l'eau distillée et placée à une température comprise entre 10 et 18°C pour 16 h de lumière et 8 h d'obscurité. Le comptage des graines germées a été fait à des intervalles de sept jours. Des tests de viabilité et de levée de dormance ont été effectués au tétrazolium et à l'acide gibbérellique (1g/l) .

L'analyse statistique a été faite à l'aide du logiciel STATITCF. Avant chaque analyse de variance, les conditions nécessaires à son application ont été vérifiées. Les transformations des données (%) ont été effectuées à l'aide d'Arcsin (). La comparaison des moyennes a été faite avec le test de NEWMAN et KEULS à une probabilité de 5 %.

Résultats

Effet des profondeurs d'enfouissement sur le pourcentage de germination (PG)

Pour toutes les profondeurs d'enfouissement des graines de brome rigide, le pourcentage de germination (PG) connaît un effet important du 54^{ème} au 147^{ème} jour après enfouissement (JAE). Au-delà du 147^{ème} jusqu'à 186^{ème} (JAE), une baisse des niveaux du pourcentage de germination a été enregistrée (Tableau 1). Au regard de ces résultats, le pourcentage de germination du brome est très élevé dans le cas des graines enfouies dans les parties superficielles (P1 et P2), contrairement au cas où ces graines sont enfouies dans les parties profondes (P3, P4 et P5).

Tableau 1. Pourcentage de germination des graines de brome enfouies à différentes profondeurs.

Jours après enfouissement (JAE)	Profondeurs cm					Moyenne	ES	CV (%)
	0-5 (P1)	5-15 (P2)	15-25 (P3)	25-35 (P4)	35-45 (P5)			
54	51,67 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	10,33	9,66	93,5
94	83,33 ^a	76,67 ^a	0 ^b	16,67 ^b	0 ^b	35,33	20,98	59,4
147	93,33 ^a	66,67 ^b	76,6 ^{ab}	80 ^{ab}	3,33 ^c	64	13,04	20,4
186	43,33 ^c	78,33 ^a	63,33 ^b	65 ^b	0 ^b	50	6,58	13,2

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à $P = 5\%$

ES : Erreur standard. CV % : Coefficient de variation

L'analyse de la variance a révélé un effet hautement significatif des profondeurs sur le pourcentage de germination des graines de brome du 54^{ème} (JAE) jusqu'au 186^{ème} (JAE) (Tableau 1).

Effet des profondeurs d'enfouissement sur la vitesse de germination (VG)

Les résultats de la vitesse de germination des graines de brome à différentes profondeurs montrent que pour la profondeur (P1), une baisse de la vitesse de germination a été enregistrée du 54 au 186^{ème} JAE. Pour la profondeur (P2), une augmentation de vitesse de germination s'observe du 54 au 94^{ème} JAE. Au delà de cette période, la vitesse de germination baisse jusqu'au 186^{ème} JAE. Les profondeurs (P3) et (P4) connaissent des augmentations du 54 au 147^{ème} JAE, après une chute de la vitesse de germination a été constatée (Tableau 2). Pour les graines enfouies à la profondeur supérieure à 35 cm (P5), leur vitesse de germination est nulle.

Tableau 2. Vitesse de germination des graines (graines/j) de brome enfouies à différentes profondeurs.

Jours après enfouissement (JAE)	Profondeurs cm					Moyenne	ES	CV (%)
	0-5 (P1)	5-15 (P2)	15-25 (P3)	25-35 (P4)	35-45 (P5)			
54	0,1 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0,02	0,02	93,5
94	0,09 ^a	0,08 ^a	0 ^b	0,02 ^b	0 ^b	0,04	0,02	59,4
147	0,06 ^a	0,05 ^b	0,05 ^{ab}	0,05 ^{ab}	0 ^c	0,04	0,02	20,4
186	0,02 ^c	0,04 ^a	0,03 ^b	0,03 ^b	0 ^d	0,03	0,01	13,2

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à P = 5 %

ES : Erreur standard, CV % : Coefficient de variation.

Les résultats montrent que les vitesses de germination sont importantes dans le cas des graines enfouies dans les parties superficielles P1 et P2 contrairement au cas où elles sont enfouies profondément (P3, P4 et P5). L'analyse statistique de ces résultats montre un effet hautement significatif des profondeurs sur la vitesse de germination des graines de brome (Tableau 2).

Effet de l'âge de la semence sur le pourcentage de germination (PG)

Les résultats consignés dans le tableau 3 montrent que l'évolution du pourcentage de germination (PG) des graines de brome est la même pour les deux lots de semences. En effet, une augmentation très nette du PG a été observée du 54 au 147^{ème} JAE. Ensuite du 147 au 186^{ème} JAE, une baisse de ce paramètre est enregistrée. Les PG des graines de 1998 sont plus élevés que ceux des graines de 1993. La comparaison entre les deux dates montre des augmentations de 27; 34; 31 et 43% à 54; 94; 147 et 186^{ème} JAE, respectivement.

Tableau 3. Pourcentages de germination (%) des graines de brome pour les différents âges de la semence.

Jours après enfouissement (JAE)	Ages de la semence		Moyenne	ES	CV%
	1993	1998			
54	8,67	12	10,33	9,67	93,5
94	28	42,67	35,33	20,98	59,4
147	52 ^b	76 ^a	64	13,04	20,41
186	36 ^b	64 ^a	50	6,58	13,2

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à P = 5 %

ES : Erreur standard. CV % : Coefficient de variation.

Le nombre de graines germées est plus important lorsque les graines sont d'âge plus récent (1998). L'analyse statistique a dégagé un effet significatif de l'âge de la semence sur le PG des graines de brome au 147^{ème} et 186^{ème} (JAE). La comparaison des moyennes a permis de dégager 2 groupes homogènes, qui sont l'âge de la semence (1998) > âge de la semence (1993) au 147^{ème} et 186^{ème} (JAE), respectivement.

Effet de l'âge de la semence des années sur la vitesse de germination (VG)

La vitesse de germination (VG) augmente du 54^{ème} au 147^{ème} JAE, puis cette vitesse connaît une baisse du 147^{ème} au 186^{ème} JAE. L'année 1998 a des valeurs de vitesse de germination plus élevées que celles de l'année 1993. Ce qui correspond à des augmentations de 50, 25 ; 20 et 50% au 54, 94, 147 et 186^{ème} JAE respectivement.

Tableau 4. Vitesse de germination (graines/j) des graines de brome de différents âges

Jours après enfouissement (JAE)	Ages de la semence		Moyenne	ES	CV%
	1993	1998			
54	0,02 ^b	0,03 ^a	0,02	0,02	93,5
94	0,03 ^b	0,04 ^a	0,04	0,02	59,4
147	0,04 ^b	0,05 ^a	0,04	0,01	20,4
186	0,02 ^b	0,03 ^a	0,03	0	13,2

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à P = 5 %

ES : Erreur standard, CV % : Coefficient de variation.

La vitesse de germination est élevée pour les graines récentes, comparativement aux graines âgées. L'analyse de la variance a dégagé un effet significatif des années sur la VG des graines de brome au 147^{ème} JAE et 186^{ème} JAE (Tableau 4).

Effet de l'interaction âge de la semence et profondeur d'enfouissement sur le pourcentage de germination (PG) des graines de brome

Pour les graines de 1998, une augmentation du pourcentage de germination (PG) des graines enfouies est enregistrée au niveau de la profondeur P1 du 54^{ème} au 94^{ème} JAE. Puis au-delà du 94^{ème} JAE, s'ensuit une baisse, jusqu'à un niveau très faible de 43,3%. Alors que les graines enfouies au niveau de P3 et P4, connaissent une augmentation du 54^{ème} au 147^{ème} JAE. Puis une baisse est réalisée jusqu'au 186^{ème} JAE. Pour les graines enfouies au niveau de P2, une augmentation du PG s'est produite du 54^{ème} au 186^{ème} JAE. Les graines enfouies au niveau de P5 ont un pourcentage de germination très faible à nul. Pour les graines de 1993, enfouies au niveau de P1, P3 et P4, une augmentation du PG est observée du 54^{ème} au 147^{ème} JAE. Au-delà du 147^{ème} JAE, une baisse est constatée. Pour celles enfouies au niveau de P2, les résultats indiquent une augmentation du PG du 54^{ème} au 94^{ème} JAE, puis une baisse au delà de cette période du PG (Tableau 5).

Tableau 5. Pourcentage de germination (PG) des graines de brome soumises à l'interaction âge de la semence x profondeur.

Profondeurs (cm)	54		94		147		186	
	----- Jours après enfouissement (JAE) -----							
	1993	1998	1993	1998	1993	1998	1993	1998
0-5	43,3	60	66,6	100	96,6 ^a	90 ^a	43,3 ^c	43,3 ^c
5-15	0	0	73,3	80	46,6 ^b	86,6 ^a	63,3 ^b	93,3 ^a
15-25	0	0	0	0	53,3 ^b	100 ^a	40 ^c	96,6 ^a
25-35	0	0	0	33,3	60 ^b	100 ^a	33,3 ^c	96,6 ^a
35-45	0	0	0	0	3,3 ^c	3,3 ^c	0 ^d	0 ^d
Moyenne	10,3		35,3		64		50	
ES	9,67		20,9		20,9		13,4	
CV %	93,5		59,4		59,4		20,4	

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à P = 5 %

ES : Erreur standard, CV % : Coefficient de variation.

Les graines enfouies au niveau de P5 ont un PG très faible à nul. Au regard de ces résultats, nous constatons que les PG des graines de 1998 sont plus importants que ceux des graines de 1993. Aussi, il s'en déduit que pour des JAE élevés, les PG sont plus élevés dans le cas où les graines sont plus récentes en âge (1998), contrairement au cas où ces graines sont âgées. Ensuite, il est à constater que des PG plus importants lorsque ces graines sont enfouies au niveau de 0 - 35 cm (P1, P2, P3 et P4), que lorsqu'elles sont enfouies au-delà de P5. L'analyse statistique a révélé un effet significatif de l'interaction sur le PG au 147^{ème} et 186^{ème} JAE. La comparaison des moyennes avec le test de Newman et Keuls a permis de dégager 3 groupes homogènes au 147^{ème} JAE et 4 groupes homogènes au 186^{ème} JAE (Tableau 5).

Effet de l'interaction âge de la semence et profondeur d'enfouissement sur la vitesse de germination (VG) de graines de brome

Pour les graines récentes en âge (1998) et enfouies au niveau de la profondeur 0-5 cm (P1), les résultats montrent une baisse de leur vitesse de germination (VG). Alors que celles enfouies au niveau de P4 et P3 connaissent une augmentation du 54^{ème} au 147^{ème} JAE. Après cette période, ces graines subissent une chute de leur vitesse de germination jusqu'au 186^{ème} JAE. Pour celles enfouies au niveau de P2, à une augmentation de la vitesse de germination est obtenue du 54^{ème} au 94^{ème} JAE. Puis au-delà du 94^{ème} JAE, ces graines ont une VG qui baisse jusqu'au 186^{ème} JAE. Les graines enfouies au niveau de P5 ont une vitesse de germination nulle. Pour les graines âgées (1993), les résultats montrent que les graines enfouies au niveau de P1 connaissent une diminution de la vitesse de germination du 54^{ème} au 186^{ème} JAE. Celles enfouies au niveau de P3 et P4 ont enregistré une augmentation du 54 au 147^{ème} JAE, au delà une baisse de la vitesse de germination est enregistrée (Tableau 6).

Tableau 6. Vitesse de germination (VG) des graines de brome soumises à l'interaction âges de la semence x profondeurs.

Profondeurs (cm)	54		94		147		186	
	Jours après enfouissement (JAE)							
	1993	1998	1993	1998	1993	1998	1993	1998
0-5	0,08	0,12	0,07	0,11	0,07 ^a	0,06 ^a	0,02 ^c	0,02 ^c
5-15	0	0	0,08	0,09	0,03 ^b	0,06 ^a	0,03 ^b	0,05 ^a
15-25	0	0	0	0	0,04 ^b	0,07 ^a	0,02 ^c	0,05 ^a
25-35	0	0	0	33,3	0,04 ^b	0,07 ^a	0,02 ^c	0,05 ^a
35-45	0	0	0	0	0 ^c	0 ^c	0 ^a	0 ^a
Moyenne	0,02		0,04		0,04		0,03	
ES	0,02		0,02		0,01		0	
CV %	93,5		59,4		20,4		13,2	

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à P= 5 %

ES : Erreur standard. CV % : Coefficient de variation.

Au niveau de P2, les graines ont connu une augmentation du 54^{ème} au 94^{ème} JAE, puis une diminution du 94^{ème} au 186^{ème} JAE. Celles enfouies au niveau de P5 ont une vitesse de germination nulle. L'analyse statistique a révélé un effet significatif de l'interaction sur la vitesse de germination (VG) au 147^{ème} et 186^{ème} JAE. La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls a permis de dégager 3 groupes au 147^{ème} JAE et 4 groupes au 186^{ème} JAE (Tableau 6).

Effet des profondeurs sur la viabilité des graines de brome

Les graines enfouies de 0 à 5 cm (P1), de 15 à 25 cm (P3) et de 25 à 35 cm (P4), connaissent une baisse du nombre de graines viables de 54^{ème} à 147^{ème} JAE. Puis, s'ensuit une hausse de la viabilité à partir du 147^{ème} jusqu'à 186^{ème} JAE. Par contre, celles enfouies au niveau de 5 à 15 cm (P2), montrent une baisse du nombre de graines viables de 54^{ème} à 94^{ème} JAE; puis s'ensuivent une hausse de 94^{ème} à 147^{ème} JAE et une autre diminution de 147^{ème} à 186^{ème} JAE. Pour la profondeur de plus de 35 cm, les résultats indiquent une augmentation du nombre de graines viables de 54^{ème} à 186^{ème} JAE. L'analyse de la variance a révélé un effet significatif de la profondeur sur la viabilité des graines au 147^{ème} et 186^{ème} JAE. La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls a permis de dégager 4 groupes.

Tableau 7. Viabilité des graines de brome prélevées à différentes profondeurs.

Jours après enfouissement (JAE)	Profondeurs cm					Moyenne	ES	CV (%)
	0-5 (P1)	5-15 (P2)	15-25 (P3)	25-35 (P4)	35-45 (P5)			
54	2,5	2,17	3,5	2,33	1,83	2,27	1,51	66,4
94	1,67	1,33	2,5	2,17	2,67	2,27	1,24	54,6
147	0,33 ^c	3 ^a ^b	2,33 ^{bc}	2 ^{bc}	4,67 ^a	2,47	1,52	61,5
186	5,67 ^a	2,17 ^c	3,67 ^b	3,5 ^b	6,83 ^a	4,37	1,0	22,9

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à P = 5 %

ES : Erreur standard, CV % : Coefficient de variation.

homogènes à 147^{ème} JAE : P5 > P2 > P3 = P4 > P1 et 3 groupes homogènes à 186 JAE : P5 = P1 > P3 = P4 > P2 (Tableau 7).

Effet de l'âge de la semence sur la viabilité des graines de brome enfouies à différentes profondeurs et obtenues à différentes durées d'enfouissement

L'analyse des résultats montre que pour les graines âgées de 1993, le nombre de graines viables augmente à partir du 54^{ème} jusqu'à 186^{ème} JAE. Alors que les graines récentes en âge de l'année 1998 connaissent d'abord une baisse de 54^{ème} jusqu'à 147^{ème} JAE.

Tableau 8. Viabilité des graines de brome de différents âges de la semence des années et obtenues à différentes durées d'enfouissement.

Jours après enfouissement (JAE)	Âges de la semence		Moyenne	ES	CV %
	1993	1998			
54	3,07 ^a	1,47 ^b	2,27	1,51	66,40
94	4,13 ^a	0,4 ^b	2,27	1,24	54,60
147	4,33 ^a	0,6 ^b	2,47	1,52	61,50
186	6,07 ^a	2,67 ^b	4,37	1,00	22,90

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à P = 5 %

ES : Erreur standard, CV % : Coefficient de variation.

L'analyse de la variance a révélé un effet très significatif des années sur la viabilité des graines de brome du 54^{ème} au 186^{ème} JAE. La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls a permis de constater la supériorité des graines de 1993 à 54, 94, 147 et 186^{ème} JAE (Tableau 8).

Effet de l'interaction (âge de la semence x profondeur) sur la viabilité des graines de brome à différentes durées d'enfouissement

Pour les graines âgées de 1993, le nombre de graines viables est plus élevé que celui des graines de 1998 quelle que soit la profondeur d'enfouissement. Concernant les graines de brome récentes en âge de l'année 1998 et enfouies à des profondeurs (P2) et (P4), le nombre de graines viables décline à partir du 54^{ème} jusqu'au 186^{ème} JAE. Alors que les graines enfouies au niveau de 0 à 5 cm (P1) et 25 à 35 cm (P3) connaissent d'abord une baisse de viabilité du 54^{ème} au 147^{ème} JAE, puis une augmentation jusqu'à 186^{ème} JAE. Pour celles enfouies au niveau de P5 (> 35 cm), les résultats montrent une hausse de la viabilité du 54^{ème} au 186^{ème} JAE (Tableau 9).

Tableau 9. Viabilité des graines de brome soumise à l'interaction âges de la semence x profondeurs.

Profondeurs (cm)	Jours après enfouissement (JAE)							
	54		94		147		186	
	1993	1998	1993	1998	1993	1998	1993	1998
0 - 5	2,33	2,67	3,33	0	0,33 ^c	0,33 ^c	5,67 ^{bc}	5,67 ^{bc}
5 - 15	2,33	2,00	2,67	0	4,67 ^b	1,33 ^{bc}	6 ^{bc}	0,67 ^d
15 - 25	3,67	1,33	6,00	1,00	4,67 ^b	0 ^c	6 ^{bc}	1,33 ^d
25 - 35	3,33	1,33	4,33	0	4 ^{bc}	0 ^c	6,67 ^{ab}	0,33 ^d
35 - 45	3,67	0	4,33	1,00	8 ^a	1,33 ^{bc}	8,33 ^a	5,33 ^{bc}
Moyenne	2,27		2,27		2,47		4,37	
ES	1,51		1,24		1,52		1,00	
CV (%)	66,4		54,6		61,5		22,9	

Moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas différentes statistiquement à P = 5 %

ES : Erreur standard, CV % : Coefficient de variation.

Concernant les graines de 1993 est réalisée, au niveau de P1, P3 et P4 une hausse de la viabilité du 54^{ème} au 94^{ème} JAE, puis une baisse jusqu'à 186^{ème} JAE pour P3 et P4. Par contre, celles enfouies au niveau de P2, le nombre de graines viables augmente à partir du 54^{ème} jusqu'au 186^{ème} JAE. Les graines qui sont enfouies au niveau de P5, connaissent une hausse du 54^{ème} au 186^{ème} JAE. L'analyse de la variance a révélé un effet significatif de l'interaction sur la viabilité des graines de brome à 147^{ème} et 186^{ème} JAE. La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls a permis de dégager 4 groupes à 147^{ème} JAE et 5 groupes à 186^{ème} JAE. (Tableau 9).

Discussion

Le pourcentage et la vitesse de germination se sont avérés être très importants pour les graines enfouies de zéro à 35 cm, d'une part, et plus élevés que les valeurs des graines enfouies à plus de 35 cm, d'autre part. Les graines enfouies superficiellement (0 à 5 cm) ont connu les niveaux de pourcentage et de vitesse de germination à la fois les plus importants et aussi de manière plus rapide. Car la germination s'est faite après seulement 52 jours d'enfouissement, contrairement aux graines enfouies au niveau de 5 à 15 cm et de 15 à 35 cm, qui ont connu la germination après respectivement 94 et 147 jours d'enfouissement, ceci peut s'expliquer par les conditions de germination favorables, telles que la profondeur d'enfouissement, les graines sont au niveau superficielles et aussi l'humidité du sol qui a joué un rôle très important dans la germination. Les vitesses de germination sont importantes dans le cas des graines enfouies dans les parties superficielles 0-5 cm (P1) et 5-15 cm (P2) contrairement au cas où elles sont enfouies profondément (15-25 cm (P3), 28-35 cm (P4) et > 35 cm (P5)). Lorsque nous comparons les 2 années, l'année 1998 a des valeurs de vitesse de germination plus élevées que celles de l'année 1993. Ce qui correspond à une augmentation de 50, 25 ; 20 et 50% au 54^{ème}, 94^{ème}, 147^{ème} et 186^{ème} JAE, respectivement. La VG est élevée pour les graines récentes, contrairement au cas où ces graines sont âgées. Ces résultats sont similaires à ceux de Gleichsner et Appleby (1989), qui ont trouvé, après 30 jours d'enfouissement, que la majorité des graines enterrées superficiellement ont germé, contrairement aux graines restées à la surface du sol. Dans le même ordre d'idée, nos résultats sont semblables également à ceux de Wicks *et al.* (1971), qui ont trouvé que plus de 98% des graines placées au niveau de 20 à 40 cm ont germé. La réalisation de la germination à des dates différentes lorsque nous allons en profondeur du sol ne fait que confirmer la notion de levée échelonnée qui caractérise la germination du brome et qui a été rapportée par plusieurs auteurs comme Hamal (1993); Hasnaoui (1994) et Bouhache et El Antri (1998). Concernant les graines enterrées à plus de 35 cm, ont été obtenus des niveaux de pourcentage et de vitesse de germination très faibles. Cependant, nos résultats peuvent être expliqués par l'absence de conditions de germination requises comme l'humidité nécessaire au déclenchement de toute réaction de germination. Mais aussi par la perte de viabilité suite à leur enfouissement à des horizons trop profonds (plus de 35 cm). Cette remarque a été rapportée par Thil *et al.* (1984) qui ont trouvé que les semences du genre *Bromus* perdent rapidement leur viabilité si elles sont enfouies profondément (50 à 150 cm). Cependant, des tests de germination et de viabilité au laboratoire ont permis d'avoir la germination des graines enfouies à plus de 35 cm, mais aussi de montrer leur viabilité. Ainsi, nous sommes amenées à penser que ces graines étaient dans une situation de dormance innée ou induite qui leur permet de se maintenir en vie dans l'attente des conditions de germination favorable, comme l'humidité, nos travaux au laboratoire contredisent les conclusion de Thil *et al.* (1984).

Références bibliographiques

Blackshaw, R.E. (1991). Control of downy brome (*Bromus tectorum*) in conservation fallow systems. *Weed technology*. 5:557-562.

Bouhache, M. et El antri M. (1998). Possibilité de lutte chimique contre le brome dans une culture de blé. *Bulletin de transfert de technologie* n°41.

Gill, G.S et Carstairs, S.A. (1988). Morphological and ecological discrimination of *Bromus rigidus* from *Bromus diandrus*. *Weed Research*. 28: 399-405.

Gleichsner, J. A and Appleby, A. P. (1989). Effect of depth and duration of seed burial on ripgut brome (*Bromus rigidus* Roth.). *Weed Science*. 37:68-72.

Hamal, A. (1993). Concurrence entre le blé dur (*Triticum aestivum*) et une communauté de mauvaises herbes dominées par le brome dans le Saïs. Mémoire de 3^{ème} cycle. I.A.V Hassan II, Rabat.

Harradine, A.R. (1986). Seed longevity and seedling establishment of *Bromus diandrus* Roth. *Weed Research*. 26: 173-180.

Hasnaoui, A. (1994). Stratégie de lutte chimique contre le brome raide (*Bromus rigidus* Roth) dans le blé dur (*Triticum durum* Desf) et la féverole (*Vicia faba* L.) dans le Saïs. Mémoire de 3^{ème} cycle. I.A.V Hassan II, Rabat.

Jean A. and Arnold P.(1989). Effect of Depth and Duration of Seed Burial on Ripgut Brome (*Bromus rigidus*). *Weed Science*, Vol. 37, No. 1 (Jan., 1989), pp. 68-72.

Thil, D., Beck K. G., and Callihan R.H. (1984). The biology of downy brome (*Bromus tectorum* L.). *Weed Science*. 32:7-12.

Wicks, G., Burnside O. C and Fenster C. R. (1971). Influence of soil type and depth of planting on downy brome seed. *Weed Science*. 19: 82 - 86.