

IDENTIFICATION DES VARIETES MAROCAINES DE BLE PAR ELECTROPHORESE DES GLIADINES

Mohammed BOUJNAH* et Mohammed BAKHELLA**

INTRODUCTION

Les variétés de blé tendre (*Triticum aestivum*. L.) et de blé dur (*Triticum durum*, Desf.) possèdent des qualités technologiques et agronomiques différentes. Sensibilisés par ce problème, les responsables des industries transformatrices de blé (minoteries, boulangeries, semouleries, etc...) commencent à attacher un intérêt de plus en plus marqué à l'aspect variétal des matières premières qu'ils utilisent. De leur côté les agriculteurs cherchent à s'approvisionner en variétés bien déterminées qu'ils jugent rentables, adaptées à leur sol et de bonne qualité. Il est donc essentiel de disposer d'un moyen d'identification des variétés de blé inscrites au catalogue officiel national.

Le problème de la reconnaissance des variétés de blé n'est pas nouveau car différentes tentatives pour le résoudre, ont été rapportées depuis plusieurs années, (Autran, 1973 ; Rousset & Autran, 1979). L'identification variétale est possible d'après les caractères botaniques tels que le port de la plante, la pilosité de certaines feuilles, l'aspect de l'épi, la couleur des anthères et celle du

* Département de Technologie Agro-alimentaire Institut National de la Recherche Agronomique B.P 415, Rabat, MAROC)

* Département de Technologie Alimentaire, I.A.V, Hassan II, B.P 6202, Rabat, Maroc)

coléoptile visualisé sous lumière artificielle (Autran, 1973 ; Bourdet, 1976; Wrigley & al, 1982). Ces méthodes sont très lentes et demandent à ce que le grain soit cultivé et à ce que la plante grandisse jusqu'à un certain stade de son développement. De plus, le blé est commercialisé essentiellement sous forme de grains, de sorte qu'une identification variétale doit pouvoir être effectuée directement à partir de ce matériel.

Les techniques applicables aux grains, tiennent compte de certains caractères tels que les mensurations, la dureté à la mouture, le poids de mille grains et le test de coloration à l'acide phénique (Beaux, 1975 ; Khelifi & Branlard, 1987). Si la plupart de ces tests répondent bien à un impératif de rapidité, ils présentent néanmoins plusieurs inconvénients. Ils ont une faible spécificité et dépendent des facteurs environnementaux et des techniques culturales (Lookhart, 1991). De plus, ces tests ne sont pas spécifiques et caractérisent beaucoup plus des groupes de variétés plutôt que cultivars individuels.

Il importe donc de disposer de procédures simples, rapides, spécifiques et reproductibles qui permettraient d'élucider le problème de reconnaissance des cultivars et de leur différenciation les uns des autres. Les méthodes physico-chimiques de séparation des protéines répondent bien à ces impératifs. Ces méthodes peuvent être chromatographiques (Bietz, 1983) ou électrophorétiques (Bushuk & Zillman, 1978 ; wrigley & al., 1982).

Ces deux dernières techniques séparent bien les différentes classes protéiques du blé (albumines, globulines, gliadines et gluténines), dont la synthèse est intimement liée au génôme variétal et donc les résultats obtenus seront très spécifiques et hautement discriminatoires. Parmi les différents constituants protéiques du grain, ce sont surtout les gliadines qui sont les plus utilisées car elles présentent un remarquable polymorphisme génétique (Bushuk & Zillman, 1978 ; du Cross & wrigley, 1979 ; Jones & al., 1982 ; Khan, 1982 ; Lookhart & al., 1982 ; wrigley & al., 1982 ; Lookhart & al., 1986). Plusieurs auteurs (Khan, 1982 ; Kruger & Marchylo, 1985 ; Mecham & al., 1985), ont constaté que l'hétérogénéité des diagrammes électrophorétiques des gliadines constitue un caractère variétal non influencé ni par les partiques culturales ni par les facteurs du milieu.

Cette étude vise à utiliser l'électrophorèse des gliadines du blé pour tenter de retrouver des traits analytiques spécifiques de 21 variétés de blé tendre et 25 variétés de blé dur actuellement inscrites ou en voie d'inscription au catalogue officiel national.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal

L'étude a porté sur 21 variétés de blé tendre et 25 variétés de blé dur (Tableau I). Tous les échantillons nous ont été fournis par les services d'amélioration génétique de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

Electrophorèse des gliadines

a)- Extraction des gliadines

Les gliadines ont été extraites selon la méthode de lookhart et al. (1982). 0,25 gramme de mouture entière de grain de blé sont bien mélangés avec 0,75 ml d'éthanol à 70% (V/V) dans des microtubes "Eppendorf" en polyéthylène. Ces derniers sont ensuite laissés au repos pendant une heure avant d'être centrifugés pendant 20 minutes à 2200xg. Le surnageant (environ 400 μ l), est récupéré. Une quantité de glycérol égale à la moitié du volume de l'extrait est ajoutée aux extraits pour augmenter leur densité. Une goutte d'une solution de vert de méthyle (solution à 0,1%, p/v, de vert de méthyle) qui servira comme indicateur du front de migration, est également introduite dans les extraits.

b)- Technique A-PAGE

La technique utilisée est l'électrophorèse sur gel de polyacrylamide en milieu acide, (tampon acide lactique- lactate d'aluminium, pH = 3,1 appelé

"Lactate PAGE ou A - PAGE". Dans cette technique, le critère de séparation est l'encombrement moléculaire et la charge électrique des protéines. A pH acide les gliadines sont chargées positivement. Elles se comportent comme des cations et migrent dans un champ électrique vers la cathode.

La composition du gel, l'appareillage et les conditions opératoires sont identiques à ceux décrits par lookhart et al. (1986) sauf que pour le gel de séparation nous avons utilisé une concentration en lactate d'aluminium de 0,125% au lieu de 0,25% (p/v).

c/ Coloration et décoloration du gel

La coloration est réalisée pendant une nuit dans 250 ml d'un mélange

composé de 240 ml d'une solution à 10% d'acide trichloracétique et 10 ml d'une solution de bleu de Coomassie R250 (à 1% dans l'éthanol).

La décoloration est réalisée dans 200 ml d'une solution à 10% d'acide trichloracétique pendant environ 24 heures.

d)- Lecture du gel

La mobilité relative (MR) de chaque bande est déterminée par rapport à la bande 50 de la variété Falcon qui a servi comme bande de référence et qui correspond bien à celle de la variété Marquis officiellement utilisée à cet égard (Bushuk et Zillman . 1978 ; Bakhella, 1988).

$$MR = \frac{\text{mobilité (mesurée au mm près) d'une bande particulière}}{\text{mobilité de la bande de référence (bande 50 de Falcon)}} \times 50$$

Les mobilités relatives (MR) sont mesurées à 0,5 unité près (Bakhella et al.. 1991). L'intensité relative (IR) de chaque bande est appréciée visuellement et exprimée en nombre entier allant de 1 (bande de faible intensité mais suffisamment visible) à 5 (bande la plus intense) (Wrigley et al.. 1982).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

a) - Identification des variétés de blé tendre

Les diagrammes électrophorétiques des vingt et une variétés de blé tendre analysées renferment chacun de 17 à 23 bandes (Fig. 1a, 1b, et 1c). Quatre groupes de bandes gliadines peuvent être distingués. Ces groupes sont caractérisés par les gammes de mobilités relatives (MR) suivantes :

$MR 12 \geq w$ - gliadines $\leq MR 40$; $MR 40 > r$ - gliadines $\leq MR 56$;

$MR 56 > \beta$ -gliadines ≤ 70 et $MR \geq 70$ pour α gliadines.

Ces limites de mobilités pour les quatre zones sont à une unité près identiques à celles rapportées par Bushuk et Zillman (1978).

A partir des données du tableau II, nous avons pu identifier 54 bandes gliadines de mobilités relatives différentes, toutes variétés confondues.

Tableau I : Liste des variétés de blé tendre et dur analysées

BLÉ TENDRE		BLÉ DUR	
Nom de la variété	Année d'inscription au catalogue officiel	Nom de la variété	Année d'inscription au catalogue officiel
Pinyte (2306)	1956	Kyperounda (2777)	1956
Nasma	1973	Oued Zenata (2909)	1930
Siété céros	1968	Cocorit	1975
Potam	1975	Jori	1976
Tegyey 9	1977	Selbera (272)	1930
Tegyey 32	1976	Zeramek (1658)	1930
Marchouch	1984	Marzak	1984
Jouda (1646)	1984	ACSAD 65	1984
Sibara	1985	Karim	1985
Saïs (1615)	1985	Sebou (1715)	1988
ACSAD 59	1985	Oum Rabia (1718)	1988
Saba (1710)	1988	Isly (E15)	1988
Kanz (1712)	1988	Massa (1728)	1988
Achtar (1723)	1988	Belbachir	1988
Baraka (1724)	1988	Tensift (1727)	1988
Khair (1725)	1988	Sarif (1726)	1988
Sâada	1988	Tassaout (E21)	1988
Escualo	1988	E44*	-
Forton	1988	1742*	-
1736	1989	Belikh*	-
1735*	-	Sabil-1*	-
		1739*	-
		Shas-1*	-
		1741*	-
		Konfla*	-

* : Variétés non cataloguées

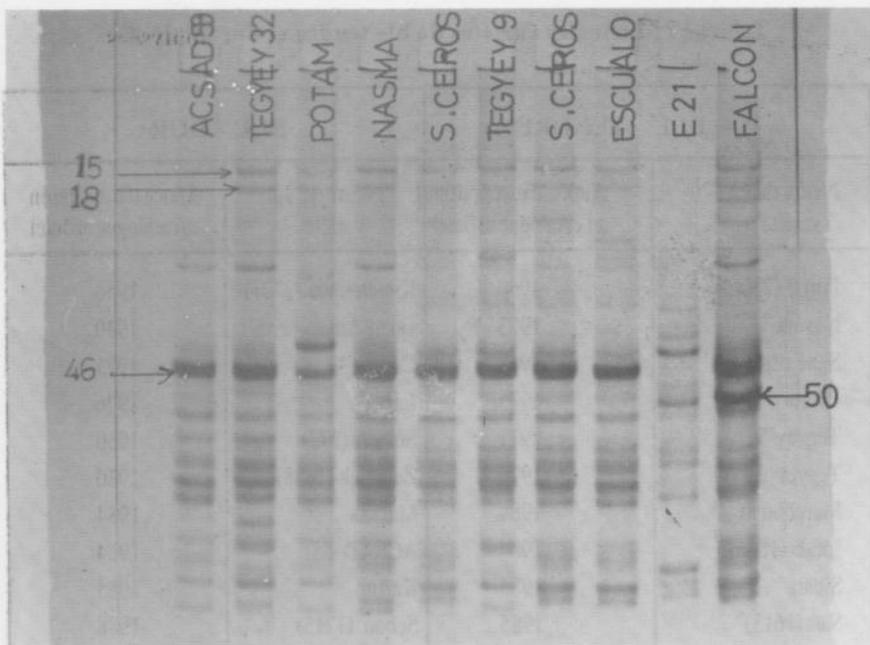


Fig. 1a : Electrophorègrammes des variétés de blé tendre Escualo, Siété-Céros, Tegye 9, Nasma, Potam Tegye 32, ACSAD 59 et Falcon (Temoin).

Tous les cultivars présentent les bandes w 15 et w 18 d'intensités variables selon les variétés et la bande r 46 très intense (bandes indiquées par des flèches sur la figure 1 a). Certaines bandes sont très fréquentes telles que les bandes w 30 et r 53,5 qui existent chacune chez 18 variétés et la bande β 63,5 présente chez 15 cultivars.

Sur la base des données du tableau II, un schéma de discrimination entre les cultivars est élaboré (Fig. 2).

Les bandes utilisées pour l'identification des variétés étudiées sont facilement repérables et en majorité d'intensités supérieures ou égales à 2. Dix sept bandes différentes ont été exploitées pour distinguer entre les 21 variétés de blé tendre étudiées. Elles comprennent une bande α gliadine (72), six bandes β -gliadines (β 57 ; 58 ; 60 ; 62 ; 63,5 et 65,5 six bandes

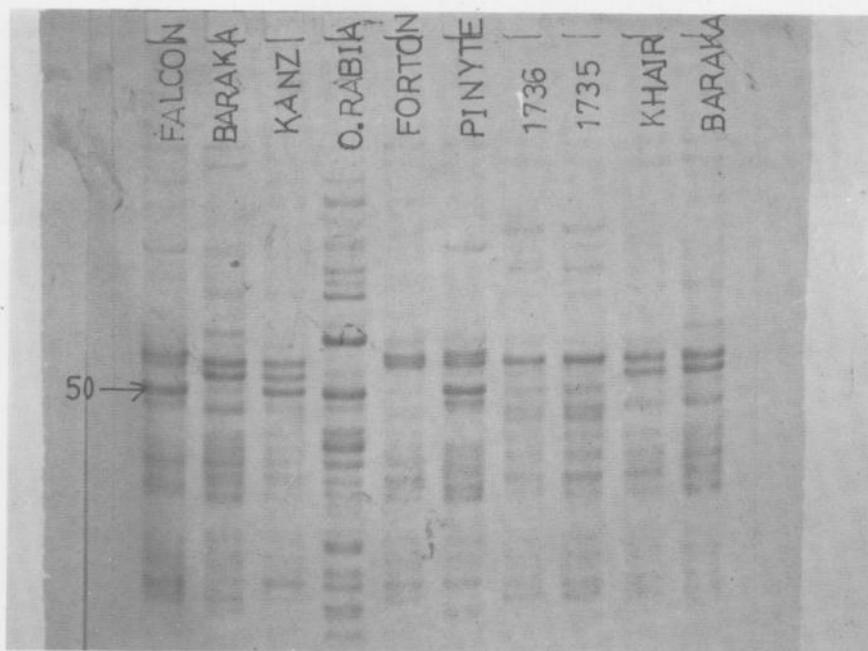


Fig. 1b : Electrophorègrammes des gliadines de blé tendre Baraka, Khaïr, 1735, 1736, Pinyte, Forton Kanz et Falcon (Temoin).

r - gliadines (41 ; 42 ; 45 ; 47,5 ; 52 et 56) et quatre bandes omega-gliadines (w 26 ; 22,5 ; 27,5 et 37). Les bandes alpha ont été les plus évitées dans l'élaboration du schéma de différenciation car elles présentent plus de problèmes dans la reproductibilité de leurs mobilités relatives. SAPIRSTEIN et BUSHUK, 1985 ; Berger et le Brun, 1985).

D'après le schéma de différenciation, on constate que la variété Potam s'est distinguée des autres cultivars par la présence de la bande r 42. La variété Baraka, elle s'est distinguée des autres variétés par la présence concomitante des bandes r 41 et r 47,5. Par le biais de ces deux dernières bandes il nous a été possible de caractériser la variété Khaïr qui renferme la bande r 47,5 mais ne contient pas la bande r 41. Les autres variétés ont été subdivisées en cinq groupes comme suit :

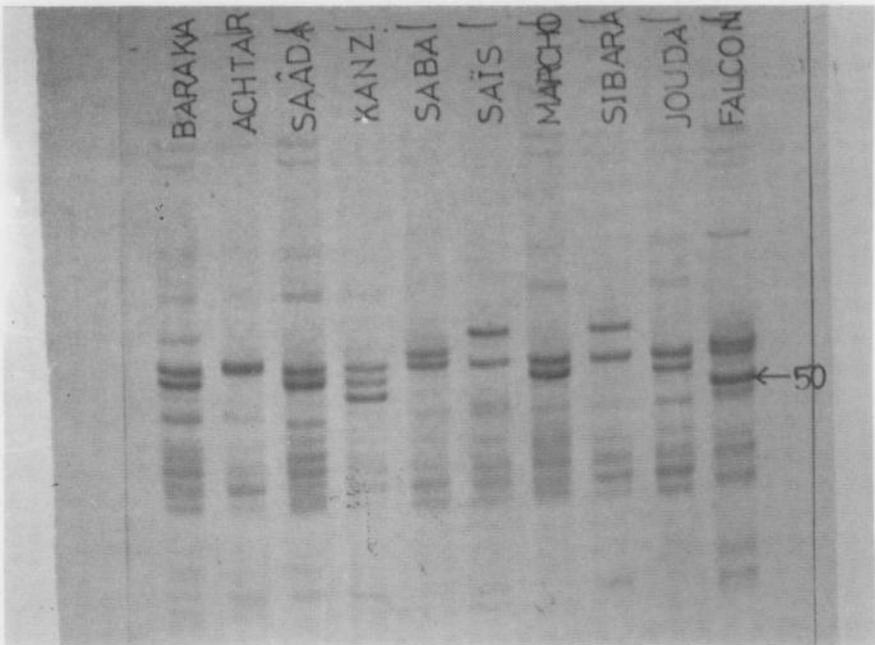


Fig. 1c : Electrophorègrammes des gliadines des blés tendres Jouda, Sibara, Marchouch, Saïs, Saba, Kanz, Saâda, Achar, Baraka et Falcon (Témoïn).

Groupe I : Variétés possédant la bande w 26. Escualo et Siété-Céros composent ce groupe. La présence de la bande w 22,5 chez Siété-Céros l'identifie de la variété Escualo qui ne la possède pas.

Groupe II : Ce groupe est formé de variétés possédant la bande r 45. Il s'agit des variétés Pinyte, Forton, et Saba. La variété Pinyte s'est différenciée des deux autres par la présence simultanée des bandes r 52 et β 58. Le cultivar Forton a été caractérisé par la présence de la bande β 60, alors que la variété Saba, l'a été par la présence de la gliadine α 72.

Groupe III : Les variétés Tegye 32, Acsad 59 et 1735 composent ce groupe et sont caractérisées par la présence de la bande r 56 et l'absence de la bande r 47,5. L'absence de la bande β 65,5 distingue le cultivar 1735 des deux

Tableau II : Composition en bandes gliadines des variétés marocaines de blé tendre

VARIETES	12	15	18	20	22,5	23,5	26	27,5	29	30	31,5	33,5	34,5	36	37	40	41	42
Siété Céros	x1	x2	x2	.	x2	.	x1	.	.	x2	.	.	x1	x1	.	.	.	.
Tegyey 9	x1	x2	x2	.	.	.	.	.	x2	.	.	.	x1	x1	.	.	.	.
Nasma	.	x2	x2	.	x2	.	.	.	.	x2	.	x1	.	.	.	.	.	.
Potam	.	x2	x2	.	x1	.	.	.	.	.	x1	.	x1	.	.	x1	.	x4
Tegyey 32	.	x3	x3	.	x1	.	.	.	.	x3	.	x1	.	.	.	.	.	.
Acsad 59	x1	x2	x2	.	.	.	.	.	.	x2	.	x1	.	.	.	.	.	.
Jouda	.	x2	x2	.	.	.	.	.	.	x1	x1	.	.	x2	x2	.	.	.
Sibara	.	x2	x2	.	.	.	.	.	.	x1	.	.	x1	.	.	x2	.	.
Marchouch	.	x1	x1	.	.	.	.	.	.	x1	x1	.	.	x2	x2	.	.	.
Saïs	.	x1	x1	.	.	.	.	.	.	x1	x1	.	x1	.	.	x1	.	.
Saba	.	x1	x1	x1	.	x1	.	.	.	x1	x1	.	x1	.	.	.	.	.
Kanz	.	x1	x1	.	x1	x1	.	x1	.	.	x1	.	.	.	.	x2	.	.
Saâda	.	x2	x2	.	.	x1	.	x1	.	x1	x1	.	.	x1	x1	.	.	.
Achtar	.	x1	x1	.	.	.	.	.	x1	x1	.	.	.	x1	.	.	.	.
Baraka	x1	x2	x2	.	.	x1	.	.	.	x2	.	.	.	x2	.	.	.	.
Khair	x1	x2	x2	.	.	.	.	.	.	x1	.	.	.	x1	.	.	x2	.
1735	x1	x1	x1	.	.	.	.	x3	.	x2	.	x3	.	x2	.	.	.	.
1736	.	x1	x1	.	.	.	.	x2	.	x2	.	x2	.	x1	.	.	.	.
Pinyte	.	x1	x1	x1	.	.	.	.	.	x2	.	.	.	.	.	.	.	.
Forton	.	x1	x1	.	.	x1	.	x1	.	x1	.	.	x1	x1	.	.	.	.
Escualo	x	x2	x2	.	.	.	x2	.	x1	x1	.	x1	x1	.	.	.	.	.

Tableau II : (suite 1)

VARIETES	43	45	46	47,5	48,5	49,5	50,5	52	53,3	55	56	57	58	59	60	61	62	63,5
Siété Céros	x3	.	x5	.	.	.	x2	.	x3	.	.	.	x3	.	.	x4	.	x4
Tegyey 9	x3	.	x5	.	.	.	x2	.	x3	.	.	.	x3	.	.	x4	.	x4
Nasma	x3	.	x5	.	.	.	x2	.	x3	.	.	x3	.	x4	x4	.	.	x4
Potam	.	.	x4	.	.	.	x1	.	x3	.	.	x3	.	.	x3	.	.	x3
Tegyey 32	x2	.	x5	.	x1	.	.	.	x3	.	x3	.	.	.	x4	.	.	x4
Acsad 59	x2	.	x5	.	.	.	x1	.	x3	.	x3	.	.	.	x4	.	.	x4
Jouda	x1	.	x5	.	x5	.	x1	.	x3	.	.	x2	.	x2	.	x2	x3	.
Sibara	x5	.	x5	.	x1	.	x1	.	x2	.	.	.	x2	.	x2	x2	x3	.
Marchouch	x1	.	x5	.	x5	.	.	.	x2	.	.	.	x2	.	x2	x2	x2	.
Sais	x5	.	x5	.	.	.	x1	x2	x2	.	.	x2	.	.	.	x2	.	x2
Saba	.	x5	x5	.	x1	.	x1	.	x2	.	.	x2	.	x1	.	x1	.	x3
Kanz	.	.	x5	.	x5	.	x5	x2	.	.	.	x2	.	x2	.	x2	x2	.
Saäda	.	.	x4	.	x4	.	.	.	x2	.	x2	.	x3	.	.	x3	x2	.
Achtar	x1	.	x4	.	.	.	x1	.	x2	.	.	x1	.	.	x1	x1	.	x3
Baraka	.	.	x4	x4	x1	.	.	x3	.	.	x2	.	.	x3	.	x3	x3	x3
Khair	.	.	x4	x4	.	.	.	x3	.	.	x2	.	.	x2	.	.	x2	x2
1735	x1	.	x4	.	x3	.	.	x2	x2	.	x2	.	.	x2	.	.	x3	x2
1736	x1	.	x4	.	.	x2	.	x2	x2	.	.	x1	.	.	x2	.	x2	.
Pinyte	x1	x4	x4	.	.	x4	.	x3	.	.	.	.	x2	x2	.	x3	.	x3
Forton	x2	x4	x4	.	.	x1	.	.	x2	x1	.	x2	.	x2	x2	.	x3	.
Escualo	x3	.	x5	.	.	.	x1	.	x3	.	.	.	x3	.	x3	x4	.	x4

Tableau II : (suite 2)

VARIETES	64,5	65,5	66,5	67,5	69	71	72	73	74	76	77	78	79	80	81,5	83	85	86
Siété Céros	.	.	x3	.	.	.	x2	.	x2	.	.	x3	.	x2	.	x1	.	x1
Tegyey 9	.	.	x2	.	.	.	.	x3	.	x2	.	x3	.	.	x2	.	.	x1
Nasma	.	x4	.	.	x1	.	x2	.	x2	x2	.	x2	.	x3	x3	.	.	x1
Potam	.	x3	.	.	.	.	x2	.	x2	.	.	x2	.	.	x3	.	.	.
Tegyey 32	.	x4	.	.	x3	.	x4	.	x4	.	x2	x3	.	.	x2	.	x2	.
Acsad 59	.	x4	.	x1	.	x2	.	.	x2	.	x3	.	.	.	x2	.	.	.
Jouda	.	x3	.	.	.	x1	.	x1	x1	.	x1	.	x1	.	x1	.	.	.
Sibara	.	x2	.	.	.	x1	.	x1	.	.	.	x3	.	.	.	.	.	.
Marchouch	.	.	x2	.	.	.	x2	.	x1	x1	.	.	.	x2	x2	.	.	.
Saïs	.	.	x2	.	.	x1	.	.	x1	x1	.	x2	.	.	x2	.	.	.
Saba	.	.	x3	.	.	.	x2	.	.	.	.	x2	.	.	x2	.	.	.
Kanz	.	.	x1	.	.	x1	.	.	x1	.	.	x2	.	x1	.	.	.	.
Saâda	x2	.	x2	.	.	.	x1	.	x1	.	.	x1	.	.	.	x1	.	.
Achtar	.	.	x2	.	.	.	x1	.	.	.	x1	x1	.	.	x1	.	.	.
Baraka	x2	x2	.	x2	.	x2	.	x1	.	.	.	.
Khair	x1	x1	.	x1	.	x2	.	.	.	.	.	.
1735	x1	x1	x2	.	x2	.	.	.	.	.	.
1736	.	x2	.	.	.	x1	.	x1	x1	.	x1	x1	.	.	.	.	.	.
Pinyte	.	.	x1	.	.	x1	.	.	x2	.	.	x3	.	.	x2	.	.	.
Forton	.	x2	.	.	.	x1	.	x1	x1	.	x1	.	x1	.	.	.	.	.
Escualo	.	.	x3	.	.	.	x2	.	x2	.	.	x3	.	x2	.	x1	.	.

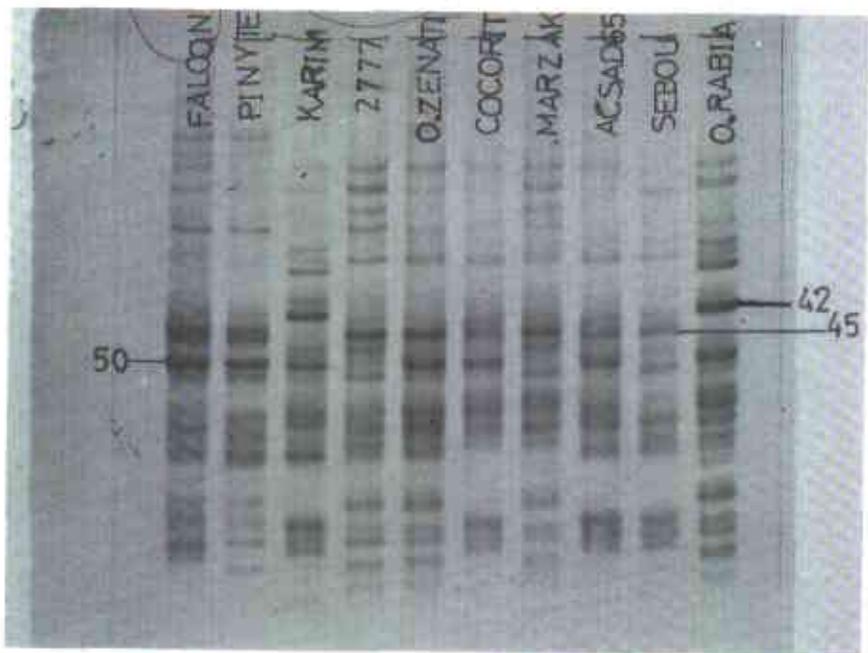


Fig : 3a : Electrophorègramme des gliadines des blés durs Karim, 2777, Oued Zenati, Cocorit, Marzak, ACSAD 65, Sebou et Oum Rabia (Falcon et Pinyte =Temoins).

autres. Enfin la bande β 69 présente chez la variété Tegyei 32 la différence de l'Acsad 59.

Groupe IV : Ce groupe est formé de cultivars renfermant la bande gliadine β 58, mais ne contenant ni la gliadine w 26, ni la bande r 45. Ce groupe est formé de trois variétés : Tegyei 9, Sibara et Marchouch caractérisées respectivement par la présence des bandes β 63,5 ; β 65,5 et w 37.

Groupe V : Ce groupe renferme toutes les variétés restantes : Jouda, 1736, Saâda, Kanz, Nesma, Sais et Ahtar. La présence de la bande β 57 et l'absence des bandes r 42 et r 45 caractérisent ces cultivars des autres précédemment identifiés.

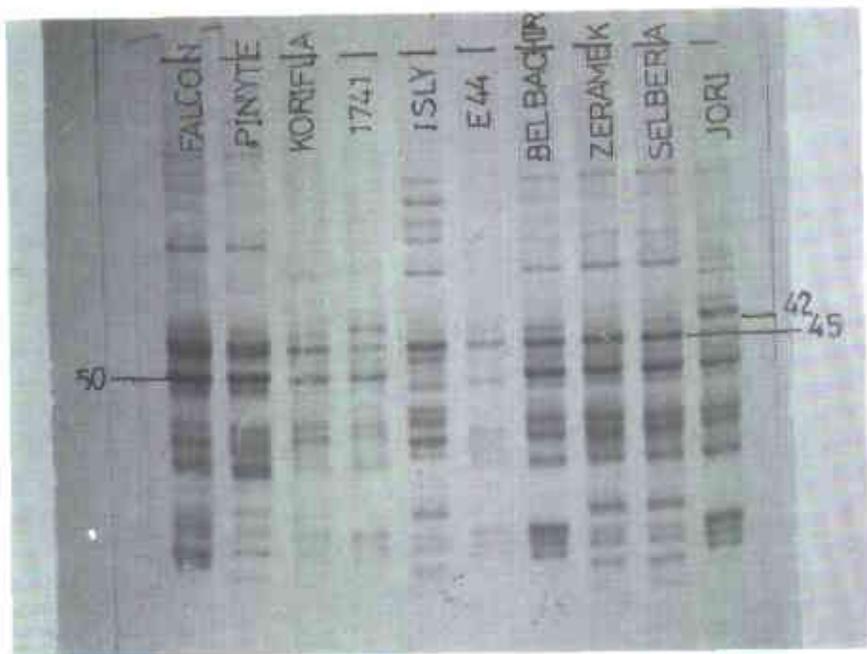


Fig : 3b : Electrophorogrammes des gliadines des blés durs Jori, Selbera, Zeramek, Belbachir, E 44, Tely, 1741 et Korifla.

(Falcon et Pinyte = Temoins).

Deux sous-groupe peuvent être identifiés. Un premier sous-groupe comporte les variétés possédant la bande β 62 (Jouda, 1736, Saâda, et Kanz) et un deuxième ne renfermant pas cette bande (Nasma, Sais et Achtar). Les variétés du sous -groupe 1 ont été différenciées les unes des autres en utilisant les bandes β 65,5, β 63,5 et w 27,5. Celles du sous-groupe 2 l'on été par l'utilisation des bandes β 65,5 ; β 63,5 et r 52.

h) - Identification des variétés de blé dur :

Les électrophorégrammes des 25 variétés de blé dur analysées sont donnés aux Fig : 3a, 3b, et 3c. Les mobilités et intensités relatives des bandes les constituant sont rapportées dans le tableau III. Quarante bandes différentes ont

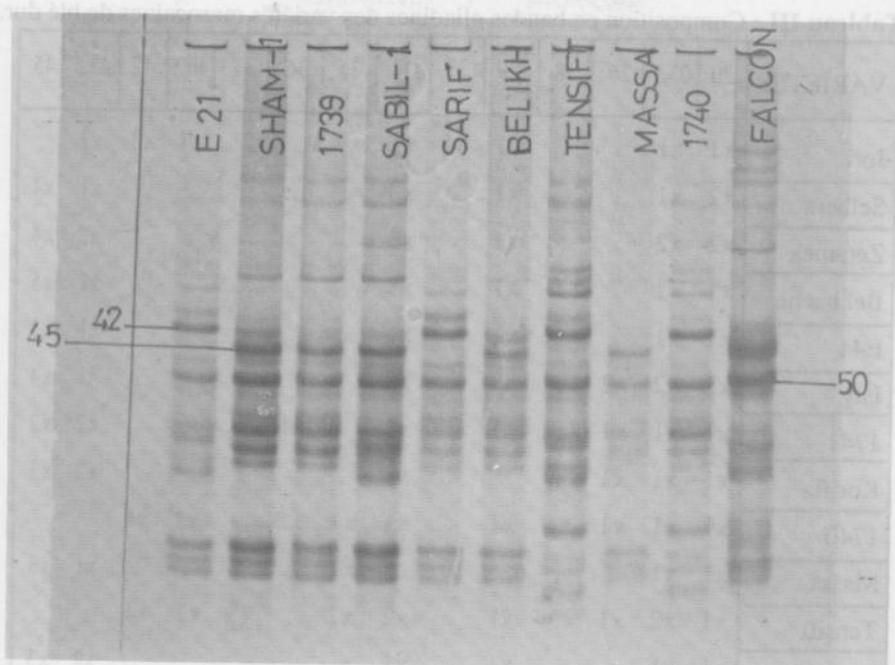


Fig : 3c : Electrophorègramme des gliadines des blés durs 1740, Massa, Tensift, belikh, Safi, Sabil 1739, Sham 1 et E 21 (Tassaout).

(Falcon = Temoin).

été recensées. Seize bandes différentes, facilement reconnaissables et d'intensités relatives suffisamment importantes ont été utilisées pour différencier les cultivars les uns des autres selon le schéma dressé à la Fig. 4. Ces bandes comportent Cinq oméga-gliadines (ω 26 ; 28 ; 29 ; 32 et 36), six gamma-gliadines (γ 42 ; 45 ; 48 ; 50,5 et 55) deux bêta-gliadines (β 58,5 et β 65) et enfin trois alpha-gliadines (α 72 ; 75 et 79). Les diagrammes électrophorétiques renferment chacun de 13 à 22 bandes différentes. L'absence chez les blés durs de bandes gliadines de mobilités relatives comprises entre 12 et 19,5 les distingue des blés tendres. Les bandes appartenant à cette gamme de mobilités relatives sont sous le contrôle du génôme D absent chez les blés durs (Khelifi et Branlard, 1987). Toutes les variétés de blé dur étudiées présentent les bandes w 20 et w 23,5.

Tableau III : Composition en bandes gliadines des variétés marocaines de blé dur.

VARIETES	20	23,5	26	28	29	32	34	35	36	37	40,5	42	43,5	45
Jori	x1	x1	.	.	x1	x1	x1	x1	.	.	x1	x3	x1	.
Selbera	x2	x1	.	.	x1	.	x3	.	.	.	.	.	x1	x4
Zeramek	x2	x2	.	.	x1	.	x3	.	.	.	.	.	x2	x4
Bel bachir	x1	x1	.	.	x1	.	x3	.	.	.	.	.	x1	x5
E44	x1	x1	.	.	x1	.	x1	.	.	.	.	.	x1	x3
Isly	x2	x2	x2	.	x2	.	x2	.	.	.	.	.	x1	x4
1741	x1	x1	x1	.	x1	.	x1	.	x1	.	.	.	x2	x2
Korifla	x1	x1	x1	.	.	.	x1	.	.	.	.	.	x2	x3
1740	x1	x1	x1	x1	x1	.	x1	x1	x2	.	x1	x4	.	.
Massa	x1	x1	.	.	.	.	.	x1	.	.	.	.	x1	x3
Tensift	x1	x2	x1	.	x1	.	x2	x2	.	x3	x1.	x4	.	.
Belikh	x1	x1	.	.	x1	.	x1	.	.	.	.	.	x2	x3
Sarif	x1	x1	.	.	x1	.	x1	x1	.	x1	x2	x3	.	.
Sabil	x2	x2	.	x1	x2	.	x2	.	.	.	.	.	x1	x5
1739	x2	x2	.	.	.	.	x3	.	.	.	.	.	x1	x5
Sham-1	x1	x1	.	.	x1	x1	x2	.	.	.	.	.	x2	x5
Tassaout	x1	x1	.	.	x1	x1	x1	.	x1	.	x2	x3	.	.
Karim	x2	x2	.	.	x1	x1	x2	x3	.	.	x3	x5	.	.
Kyper ounda	x3	x3	x2	.	x2	.	x2	.	.	.	.	.	x2	x5
Oued zenati	x2	x2	.	.	x2	.	x2	.	.	.	.	.	x1	x5
Cocorit	x1	x1	.	.	x1	.	x1	.	.	.	.	.	x2	x4
Marzak	x2	x2	x2	.	x2	.	x1	.	.	.	.	.	x2	x5
ACSAD65	x1	x1	.	.	x1	.	x1	.	.	.	.	.	x2	x5
Sebou	x1	x1	x1	.	x1	.	x1	.	.	.	.	.	x1	x3
Oum Rabia	x2	x2	x2	.	x1	x2	x2	x3	.	.	x2	x5	.	.

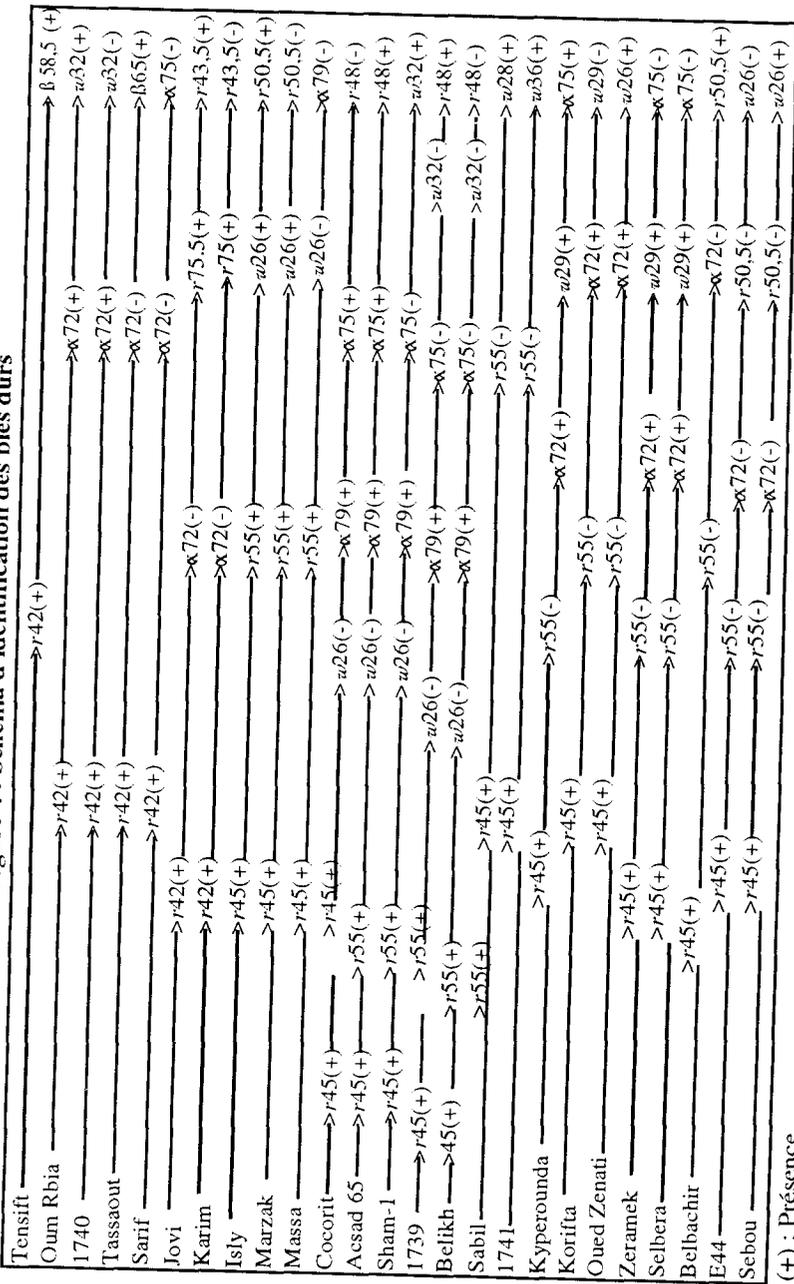
Tableau III (Suite 1)

VARIETES	47	48	49	50,5	52	55	57,5	58,5	60	61,5	64	65	67,5
Jori	.	x1	.	x1	x1	.	x3	.	x3	x1	x4	.	.
Selbera	.	x1	.	x4	x1	.	x3	.	x3	.	x3	.	x1
Zeramek	.	x1	.	x4	x1	.	x2	.	x2	.	x3	.	x1
Bel bachir	.	x1	.	x5	x1	.	x3	.	x3	.	x3	.	.
E44	.	.	x1	.	x2	.	.	.	x2	x1	x1	.	.
Isly	.	x3	.	x1	x2	x3	x3	.	x3	.	x1	.	.
1741	.	x1	.	x3	.	.	x1	.	x1	.	x1	.	.
Korifla	.	x1	.	x3	x1	.	x2	.	x2	.	x1	.	.
1740	.	.	.	x4	x1	x1	x4	.	x1	.	x1	x1.	.
Massa	.	.	.	x3	.	x1	x1	.	x1	x1	.	.	.
Tensift	.	x1	.	x4	x1	.	.	x2	x2	.	x2	x2	.
Belikh	.	.	.	x3	x1	x1	x2	.	.	x2	x1	.	.
Sarif	.	x1	.	x3	x1	x1	x1	.	x1	.	x1	.	.
Sabil	.	x1	.	x5	x1	.	x4	.	x4	.	x3	.	.
1739	.	x1	.	x4	x1	x2	x3	.	.	x3	x2	.	.
Sham-1	.	x1	.	x5	x1	x2	x4	.	.	x4	x3	.	.
Tassaout	.	x1	.	x4	x1	.	x2	.	x2	x1	.	x2	.
Karim	.	x2	.	x5	x1	.	x4	.	x4	x2	x4	.	.
Kyper ounda	.	x4	.	x2	x3	.	x2	.	x3	x3	x3	.	.
Oued zenati	.	.	.	x5	x1	.	x4	.	x4	.	.	.	.
Cocorit	.	.	.	x4	.	x3	x4	.	x3	.	x1	.	.
Marzak	.	x4	.	.	x3	x3	x3	.	x4	.	x2	.	.
ASCAD 65	.	x4	.	.	x3	x3	x3	.	x3	.	x3	.	.
Sebou	.	x1	.	.	x3	.	.	.	x3	x2	x2	.	.
Oum Rabia	x1	.	.	x4	x1	x3	x4	.	x3	x2	x2	x2	.

Tableau III (suite 2)

VARIETES	70	72	73,5	75	76	78	79	80	81	82	83,5	85	89
Jori	.	.	.	x4	.	x3	.	x3	.	.	.	.	.
Selbera	x1	x3	.	.	x2	x2	.	.	x2	.	.	x1	.
Zeramek	x2	x3	.	.	x1	x1	.	.	x2	.	.	x1	.
Bel bachir	.	.	.	x3	.	x3	x3	.	x1	.	.	x1	.
E44	.	.	.	x1	.	x1	x1	.	.	.	.	.	.
Isly	.	x1	.	.	x1	x1	.	.	x1	.	.	x1	.
1741	.	.	.	x2	.	x1	.	x1	.	.	.	.	.
Korifla	.	x1	.	x1	x1	x1	.	.	.	.	.	.	.
1740	.	x2	.	x1	.	.	x1	.	x1	.	.	x1	.
Massa	.	.	.	x1	.	x1	.	x2	.	.	.	.	.
Tensift	.	.	x2	.	.	x1	x1	.	.	x1	.	x1	.
Belikh	x2	.	x2	x2	.	.	x2	x2	.
Sarif	x1	.	x2	x2	.	.	x2	x2	.
Sabil	x3	.	x2	x2	.	.	x1	x1	x1
1739	x3	.	x2	x2	.	.	x1	x1	x1
Sham-1	.	x1	.	.	x3	.	x2	x1	.	.	x1	x1	x1
Tassaout	x1	x1	.	.	x1	.	x1
Karim	.	.	.	x4	.	x2	.	x2	.	.	.	.	.
Kyper ounda	.	x3	.	x1	.	x2	.	.	x2	.	.	x1	.
Oued zenati	x3	x3	.	x2	.	x2	.	.	x2	.	.	x1	.
Cocorit	.	.	.	x3	.	x1	x2	.	.	.	.	.	.
Marzak	.	x3	.	x1	.	x1	.	.	x1	.	.	x1	.
ACSAD 65	.	.	.	x3	.	x2	x2	.	.	.	.	.	.
Sebou	.	.	.	x1	.	x1	x1	.	.	.	.	.	.
Oum Rabia	.	x4	.	x2	.	x2	.	.	x2	.	.	x1	.

Figure 4 : Schéma d'identification des blés durs



(+) : Présence
 (-) : Absence

Les variétés de blé dur peuvent être subdivisées en deux grands groupes.

Un premier groupe caractérisé par la présence de la bande r 42 (Tensift, Oum Rbaâ, 1740, Tassaout, Safi, Jori et Khaïr) et un deuxième groupe caractérisé par la présence de la bande r 45 (les autres variétés).

Les cultivars du premier groupe peuvent être subdivisées en 3 sous-groupes. Le premier caractérisé par la présence de la bande β 58,5 ne renferme que la variété Tensift. Le deuxième sous-groupe comprend les variétés Oum Rbaâ et 1740 contenant la différence du cultivar 1740. Quant au dernier sous-groupe, composé de variétés ne possédant pas les bandes gliadines β 58,5 et α 72 (Tassaout, Jori, Sarif et karim), il nous a été possible de les identifier par utilisation des bandes α 75 et r 43,5 et r 50,5 (Fig.4).

Les variétés appartenant au groupe r 45 peuvent à leur tour être subdivisées en 7 sous-groupes.

- Le premier sous-groupe est composé de variétés renfermant les bandes gliadines w 26 et r 55 (Isly et Marzak). La présence de la bande r 50,5 chez Isly la distingue du cultivar Marzak.

- Le deuxième sous groupe ne comporte que la variété Massa qui est caractérisée par la présence de la bande r 55 et l'absence simultanée des bandes w 26 et α 79.

- Le sous groupe 3 comprenant les variétés Cocorit, Acsad 65, Sham-1, 1739 et Berlikh est définie par la présence des bandes r 55 et α 79 et l'absence de la bande w 26. Les bandes α 75, r 48 et w 32 ont été ensuite exploitées pour distinguer ces cultivars les uns des autres.

- Les sous-groupes 4 et 5 ne renferment qu'une seule variété chacun. Le premier comprend la variété Sabil caractérisée par l'absence de la bande r 55 et la présence de la bande w 28. Le second comporte la variété 1741 ne contenant pas la bande r 55 mais renfermant la bande w 36.

- Les sous-groupes 6 et 7 ont été caractérisés vis à l'absence ou la présence des bandes r 55 et α 72. Cinq autres bandes ont été ensuite utilisées pour identifier les variétés de ces deux sous-groupes les unes des autres à l'exception des cultivars Zramek et Selberta dont les électrophorogrammes sont tout à fait identiques.

CONCLUSION

L'électrophorèse des gliadines constitue un moyen rapide et efficace pour l'identification variétale. Ainsi, nous avons trouvé que toutes les variétés marocaines de blé tendre peuvent être identifiées l'une de l'autre à partir des diagrammes électrophorétiques des gliadines. Pour les blés durs, les électrophorégrammes des gliadines ont permis aussi de différencier les variétés les unes des autres à l'exception des variétés Selbera et Zeramek qui possèdent le même profil électrophorétique. Dans ce cas, le recours à l'électrophorèse des gluténines sur gel de polyacrylamide en présence de SDS (SDS - PAGE) se révèle nécessaire.

REMERCIEMENTS

Nous remercions infiniment Monsieur Jlibene Mohamed et Monsieur Ouassou Abdellah, généticiens à l'INRA, qui ont bien voulu nous fournir les échantillons de blé nécessaires à la réalisation de ce travail.

SUMMARY

By using polyacrylamide gel electrophoresis (PAGE), the Moroccan wheats (21 common and 25 durum) were identified. For the common wheats analysed, 54 bands were recorded, some of these bands were used to make the differentiation scheme. For the durum wheats the varieties could be divided in two groups; the first one contains the band 42 and the second possesses the band 45. For each group a differentiation scheme was elaborated. All the varieties type 42 were differentiated, whereas, it is difficult to identify the cultivars Zeramek and Selbera by using the electrophoresis of gliadins.

RESUME

Par application de l'électrophorèse des gliadines sur gel de polyacrlamide (PAGE), les blés marocains (21 variétés de blé tendre et 25 variétés de blé dur) ont été différenciés entre eux. Chez les blés tendres analysés, 54 bandes de gliadines différentes ont été recensées, certaines de ces bandes ont été suffisantes pour élaborer un schéma de différenciation de ces blés. Pour les blés durs, deux groupes de variétés ont été distingués ; l'un caractérisé par la présence de la bande 42 et l'autre contenant la bande 45. Pour chacun de ces groupes un schéma d'identification a été établi. Toutes les variétés du type 42 ont été différenciées entre elles, cependant les variétés Zeramck et Selbera, appartenant au type 45, n'ont pas pu être différenciées entre elles par électrophorèse des gliadines.

Mots clés : Identification - Blé dur - Protéines - Gliadines -Electrophorégrammes.

ملخص

انه بتطبيق الرحلان الكهربائي لبروتينات الكلبيادين على المادة الهلامية بوليكريل أميد، فإننا نجد أن أصنافا للقمح المغربي (منها 21 صنف من القمح الطري و25 صنف من القمح الصلب) قد تميز بعضها عن البعض.

بالنسبة للقمح الطري الذي خضع للتحليل نجد أنه قد سجل 54 شريطا أكلسيا دينيا مختلفا، ويمكن استعمال البعض من هذه الأشربة الكيلبا دينية انشاء شكل بياني لهذه الأنواع من القمح الطري.

أما بالنسبة للقمح الصلب فقد لوحظت مجموعتين متميزتين : احدهما متميزة بوجود الشريط 42 والأخرى بالشريط 45. ولكل من هاتين المجموعتين وضع شكل بياني مميز لهما. فكل الأصناف المنتمية لشريط 42 قد أمكن تمييز بعضها عن البعض الآخر. إما بالنسبة للأصناف زيراميك وسيلبير المنتمية للشريط 45 لم يمكن تمييز بعضها عن البعض الآخر بطريقة الرحلان الكهربائي لمواد لكلبيادين.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Autran. J.C. (1973)

L'identification de variétés de blés. Bull. Anc. Elèves Ec. Fr. Meun. 256, pp 163-169

BAKHELLA. M. ; LOOKHART. G.L. and HOSENEY. R.C. (1991)

Identification of moroccan common wheat by reversed phase high performance liquid chromatography and electrophoretic procedures. Actes, Vol II (2) pp. 5 - 20.

BEAUX. Y. (1975)

Variétés de blé : comment les reconnaître? Bull. Anc. Elèves Ec. Fr. Meun., 268, pp 185-188

BERGER M. et le BRUN J.. (1985)

Nouvelle clé d'identification des variétés de blé dur. Industrie des céréales. 1, 17 - 25.

BIETS, J.A. (1983)

Separation of cereal proteins by reversed-phase high performance liquid chromatography. J. Chromato. , 255, pp 219-238

BOURDET, A. (1976)

L'identification des variétés de blé par électrophorèse. Symposium "Electrophorèse" 24-25 Février 1976, Paris

BUSHUK, W. and ZILLMAN. R.R. (1978)

Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams Appatus, method and nomenclature. Can. J. Plant. Sci. . 58. pp 505-515

DU CROSS, D.L. and WRIGLEY. C.W. (1979)

Improved electrophoretic methods for identifying cereal varieties J. Sci. Food Agric. , 30, pp 785-794

KHAN, K. (1982)

Polyacrylamid gel electrophoresis of wheat gluten proteins. Baker's Dig. , pp 14-19

KHELIFI, D., 56, PP 14-19

KHELIFI, D. and BRANLARD, G. (1987)
Identification by electrophoresis of bread and durum wheat varieties grown in Algeria. *Rachis*, 6, (1), pp 26-30

KRUGER, J.E. and MARCHYLO, B.A. (1985)
Selection of column and operating conditions for reversed-phase high-performance liquid chromatography of proteins in canadian wheat. *Can. J. Plant. Sci.*, 65, pp 285-298

JONES, B. L. ; LOOKHART, G.L ; HALL, S.B. and FINNEY, K.F. (1982)
Identification of wheat cultivars by gliadin electrophoresis : electrophoregrams of the 88 wheat cultivars most commonly grown in the united states in 1979. *Cereal chem.*, 59, pp 181-188

LOOKHART, G.L. (1991)
Cereal proteins : Composition of their major fractions and methods for identification. In *Handbook of Cereal Science and Technology*, Chapter 11, pp. 441-468, LORENZ, K.J. and KULP, K., Marcel Dekker, Inc, New York. Basel. Hong Kong

LOOKHART, G.L. ; ALBERS, L.D and BIETS, J.A. (1986)
Comparison of polyacrylamide gel electrophoresis and high performance liquid chromatography analysis of gliadin polymorphism in the wheat cultivar Newton. *Cereal Chem.*, 63, pp 497-500

LOOKHART, G.L. ; JONES, B.L ; HALL, S.B. and FINNEY, K.F. (1982) An improved method for standardizing polyacrylamide gel electrophoresis of wheat gliadin proteins. *Cereal Chem.*, 59, pp 178-181

MECHAM, D.K. ; KASARDA, D.D and QUALSET, C.O. (1985)
Identification of western U.S. wheat varieties by polyacrylamide gel electrophoresis of gliadin proteins. *Hilgardia*, 53, (7), pp 1-32

ROUSSET, M. et AUTRAN, J.C. (1979)
La qualité du blé. In : BURE, J. Le pain. Edition C.N.R.S Paris

SAPIRSTEIN, H.D. and BUSHUK, W. 1985
Computer aided analysis of gliadin electrophoregrams. III. Characterization of

the heterogeneity in gliadin composition for a population of 98 common wheats. Cereal Chem. 62,5. pp 392-398.

WRIGLEY, C.W : AUTRAN. J.C. and BUSHUK. W. (1982)
Identification of cereal varieties by gel electrophoresis of the grain proteins. In Advances in Cereal Science and Technology, Vol. V. pp 211-259.Y.

POMERANZ (Ed.). A.A.C.C. St Paul. Minnesota. U.S.A.