

Reprinted from *European Brewery Convention - Proceedings of the 16th Congress, Amsterdam 1977.*

© 1977, European Brewery Convention, Rotterdam — Printed in The Netherlands

RECHERCHE SUR LA PURETE VARIETALE D'UN MALT

J. C. AUTRAN

Chargé de Recherche Laboratoire de Recherches sur la Qualité des Blés INRA F 75013 Paris (Français)

R. SCRIBAN

Chaire de Malterie Brasserie ENSIA, F 59509 Douai (Français)

DESCRIPTEURS

Analyse d'orge (résultat); Variété d'orge; Electrophorèse; Prolamine.

RESUME



EUROPEAN BREWERY CONVENTION (E.B.C.)
Registered Office Rotterdam

RECHERCHE SUR LA PURETE VARIETALE D'UN MALT

J. C. AUTRAN

Chargé de Recherche Laboratoire de Recherches sur la Qualité des Blés INRA F 75013 Paris (Français)

R. SCRIBAN

Chaire de Malterie Brasserie ENSIA, F 59509 Douai (Français)

DESCRIPTEURS

Analyse d'orge (résultat); Variété d'orge; Electrophorèse; Prolamine.

RESUME

Comme chez les autres céréales, le diagramme électrophorétique de la fraction prolamine de l'orge constitue un caractère variétal génétiquement stable. Malgré des possibilités a priori plus limitées que chez le blé (5-11 composants au lieu de 17-22), un grand nombre de variétés d'orge peuvent être ainsi caractérisées à partir de leurs électrophorégrammes.

Les prolamines de faible mobilité permettent, à elles-seules, une classification très nette en familles de variétés. Ces familles ne coïncident pas exactement avec les groupes: 2 rangs d'hiver et de printemps, 6 rangs... bien qu'il y ait prédominance de certains types de diagrammes dans chaque groupe d'orges.

Dans de nombreux cas, il est donc possible de vérifier la variété d'un lot d'orge. De plus, comme le diagramme prolamine peut être obtenu même à partir d'un seul grain, l'analyse grain par grain d'un micro-échantillon représentatif peut permettre de déceler l'addition de variétés étrangères et même de trouver la composition variétale d'un mélange commercial. Comme cette analyse reste possible à partir d'orge germée, un contrôle variétal qualitatif et quantitatif dans un malt paraît envisageable.

RESEARCH ON MALT VARIETAL PURITY

DESCRIPTORS

Barley analysis result; Barley variety; Electrophoresis; Prolamine.

SUMMARY

As in other cereals, the electrophoretic diagram of the prolamin fraction of barley constitutes a genetically stable varietal character. In spite of a priori more restricted possibilities than in wheat (5 to 11 instead of 17 to 22 components), many barley varieties can thus be characterized by their electrophoregrams.

By themselves, the low-mobility prolamins allow a very clear classification into varietal families. These families do not exactly correspond to the usual groups (winter and spring 2-rowed, 6-rowed), although certain types of diagram prevail in each barley group.

Consequently, it will be possible in many cases to check the variety of a barley lot. Moreover, as the prolamin diagram can even be obtained from a sole grain, the grain-by-grain analysis of a representative micro-sample permits to reveal the addition of foreign varieties, and even to find out the varietal composition of a commercial blend. As this analysis remains possible with germinated barley, a qualitative and quantitative varietal control on malt seems possible.

FORSCHUNG ÜBER DIE SORTENREINHEIT VON MALZ

DESKRIPTOREN

Gerstenanalysen (Ergebnis von); Gerstensorte; Elektrophorese; Prolamin.

ZUSAMMENFASSUNG

Wie bei anderen Getreidearten bestätigt auch das elektrophoretische Diagramm der Prolaminfraktion der Gerste einen genetisch stabilen Sortencharakter. Trotz der von vornherein begrenzteren Möglichkeiten als bei Weizen (5 bis 11 statt 17 bis 22 Komponenten) können viele Gerstensorten auf diese Weise aufgrund ihres Elektrophoregramms charakterisiert werden.

Die Prolamine mit niedriger Beweglichkeit erlauben selbst bereits eine sehr klare Einteilung in Sortenfamilien. Diese Familien entsprechen nicht genau den üblichen Gruppen (Wintergerste und Sommergerste, zweizeilig, sechszeilig), obwohl bestimmte Arten des Diagramms in jeder Gerstengruppe vorherrschen.

In vielen Fällen ist es dann möglich, die Sorte einer Gerstenpartie zu kontrollieren. Da das Prolamindiagramm selbst von einem einzelnen Korn erhalten werden kann, erlaubt es darüber hinaus die Analyse Korn für Korn einer repräsentativen Mikroprobe, den Zusatz fremder Sorten aufzudecken und selbst die Sortenzusammensetzung einer Mischung des Handels herauszufinden. Da diese Analyse bei gekeimter Gerste noch möglich ist, scheint eine qualitative und quantitative Sortenkontrolle bei Malz möglich.

1. INTRODUCTION

En 1908, Osborne a groupé sous le nom de *prolamines*, les protéines végétales de réserve, solubles dans l'alcool éthylique de 70 à 90 °GL, existant dans les céréales. L'hordéine constitue la fraction '*prolamine*' de l'orge localisée surtout dans le ciment protéique des cellules de l'albumen. Cette protéine, comme les autres protéines de réserve des céréales, est très riche en acide glutamique (environ 25% de l'azote total) et en proline.

Dès 1950, Scriban et Biserte (1) ont découvert l'hétérogénéité électrophorétique de l'hordéine de l'orge et du malt et ont suivi son évolution au cours de la germination selon la méthode analytique de Tiselius. Cinq fractions principales, permanentes à travers le maltage ont été ainsi mises en évidence pour la première fois.

L'équipe de Waldschmidt-Leitz à Munich a continué, de 1958 à 1968, (2, 3, 4, 5, 6) l'exploitation de cette découverte; elle a étudié la proportion relative des 5 fractions majeures de l'hordéine et leur composition en acides aminés.

La proportion relative des 5 fractions est dépendante du lieu de culture mais ne varie pas avec la teneur en protéines totales de l'orge. L'allure de ces composés dépend aussi de la variété.

Les anthocyanogènes associés à l'hordéine n'influencent pas le fractionnement électrophorétique.

En 1962 Elton et Ewart (7), puis en 1963 Bourdet et Feillet (8) ont signalé les possibilités intéressantes apportées par la technique d'électrophorèse pour caractériser les variétés de blés à partir de leur fraction prolamines (*gliadines*).

Solari et Favret en 1970 (9) ont présenté des électrophorèses sur gel d'amidon de prolamines d'orges, utilisables dans des recherches de contrôle génétique et du polymorphisme des protéines de réserve.

C'est de 1973 à 1975 que toute une série de travaux de Autran et Bourdet (10) ont été publiés sur l'étude systématique des gliadines du blé après avoir mis au point un mode opératoire rigoureux en électrophorèse sur gel d'amidon. Ils ont montré que le diagramme des gliadines (une vingtaine de composants) présentait l'avantage d'une grande spécificité, d'une relative rapidité d'examen et d'une indépendance vis à vis des facteurs externes

agroclimatiques et culturaux car il est fondé sur un caractère génétiquement stable.

Cette hétérogénéité électrophorétique des gliadines du blé et tout particulièrement des fractions lentes, dites ω -gliadines, constituait alors un véritable marqueur génétique d'où son utilisation dans la recherche de critères de détermination chimiotaxonomique, éventuellement associables aux tests botaniques classiques de détermination de la variété.

Une clé de détermination des variétés de blés français a pu ainsi être constituée au moyen du diagramme électrophorétique des gliadines.

La méthode mise au point a permis, en outre, l'étude de mélanges variétaux en procédant à une analyse grain par grain, sur un microéchantillon de 50 grains constitué de façon à ce qu'il soit représentatif.

Il nous est alors apparu intéressant d'étendre ces recherches biochimiques à l'orge en général et plus spécialement à l'orge de brasserie puis enfin au malt en raison de l'intérêt que cela représentait pour le généticien (origine génétique des orges, polymorphisme biochimique, relations protéines et hérédité) et pour la malteur et le brasseur sur le plan du contrôle des matières premières et de leurs incidences technologiques.

2. DONNEES GENERALES SUR LA METHODE ANALYTIQUE

La fraction complexe *hordéine* de l'orge et du malt est extraite soit sur mouture fine, soit grain par grain dans le cas de l'analyse d'un mélange variétal et cela après décorticage manuel et broyage.

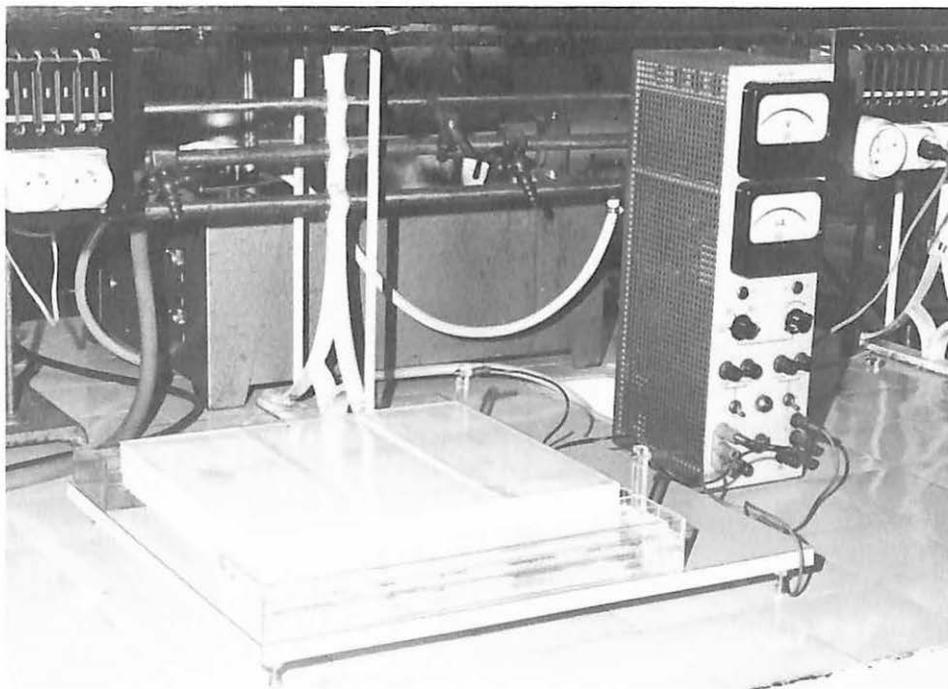


Fig. 1. Dispositif d'électrophorèse sur gel d'amidon.

L'extraction est réalisée à 20 °C durant 1 nuit par une solution d'éthanol (50%), de chloro 2 éthanol (25%) et d'eau distillée. La présence de chlorure mercurique (25 mg/100 ml) suffit à inhiber les amylases en contact ultérieur avec le gel d'amidon. L'extrait est centrifugé avant dépôt.

Les hordéines sont fractionnées par électrophorèse en gel d'amidon avec un tampon lactate d'aluminium (0,00074 M), acide lactique (0,0089 N), urée (0,5 M) de pH 3,30 ($\mu = 0,0045$) à l'aide de cuves Multiphor Pleuger (3 cuves à 8 dépôts chacune) (Fig. 1).

Le gel d'amidon à 10% est préparé par chauffage à 80 °C \pm 2 °C d'une suspension d'amidon pour électrophorèse dans des conditions bien définies d'agitation comme cela a été décrit précédemment (10).

Les hordéines sont déposées dans le gel au moyen de papier Whatmann n° 3 imbibé de solution alcoolique d'extraction.

La migration électrophorétique a lieu durant 4 heures sous 8 Volts/cm après 1H50 de précourant; la longueur du diagramme est de 18 cm environ, le front de migration étant visualisé par de la pyronine G de couleur rouge.

Après électrophorèse, les protéines migrées sont fixées par une solution d'acide trichloracétique à 20% agissant quelques minutes.

La coloration des protéines est alors réalisée durant une nuit par une solution de nigrosine (0,7 g/l).

La décoloration du gel est exécutée dans l'éthanol à 40%.

Le coefficient de variation sur la mobilité relative des bandes est de 1,8 à 2% pour celles de mobilité moyenne et de 3 à 4% sur celles de mobilité lente.

L'électrophorégramme est alors examiné, identifié au moyen de la mobilité électrophorétique relative des bandes, de leur nombre et de leur intensité de coloration. On peut ensuite procéder à la photomacrographie.

L'interprétation de l'électrophorégramme est à caractère purement appliqué de taxonomie et ne présume en rien de la signification biochimique, physiologique ou technologique des différentes bandes identifiées selon cette méthode analytique.

Cette question fera l'objet d'études ultérieures.

On constate que les bandes protéiques de vitesse lente et moyenne de l'hordéine de l'orge sont au nombre d'une dizaine environ alors que dans le blé on en observait une vingtaine.

Ce sont ces bandes de l'électrophorégramme qui sont actuellement utilisées dans la détermination de la variété de l'orge.

Les bandes de vitesse lente et moyenne seraient susceptibles d'être groupées dans les fractions *e*, *d*, *c*, de Scriban et Biserte ou *oméga*, *delta* et *gamma* de Waldschmidt-Leitz, dénominations reprises par Lauriere (11).

3. RESULTATS EXPERIMENTAUX

3.1. Les orges françaises de variété pure

Nous avons étudié 11 variétés d'orges courantes à 2 rangs de printemps, 3 variétés d'orges à 2 rangs d'hiver et 6 variétés d'orges à 6 rangs d'hiver et de printemps (Asse). Toutes ces orges de variété pure proviennent de collections.

Pour l'ensemble de ces variétés, le diagramme électrophorétique hordéine apparaît constitué de 2 régions distinctes:

—Une région lente, constituée de 2 à 4 bandes très intenses et très bien

résolues, migrant approximativement au niveau des ω -gliadines du blé,
 — une région moyenne, renfermant aussi, selon la variété, de 2 à 4 bandes souvent moins intenses, et se situant dans la région de mobilité des α et β gliadines du blé.

3.1.1. *Orges à 2 rangs de printemps*. Les électrophorégrammes visibles sur les Figs. 2 et 3 permettent de distinguer pour le moment:

— un premier groupe aux mêmes caractéristiques (3 bandes de mobilité lente, 2 bandes de mobilité moyenne) comprenant les variétés Bérac, Bérénice, Carmen et ensuite Rika avec une troisième bande de vitesse moyenne.

— un deuxième groupe aux mêmes caractéristiques (3 bandes de mobilité lente, 2 bandes de mobilité moyenne dont l'une se distingue nettement par sa vitesse de celles du premier groupe) comprenant les variétés Trait d'Union, Mamie, Julia et Bétina.

— un troisième groupe avec Carina (3 bandes lentes et 4 bandes

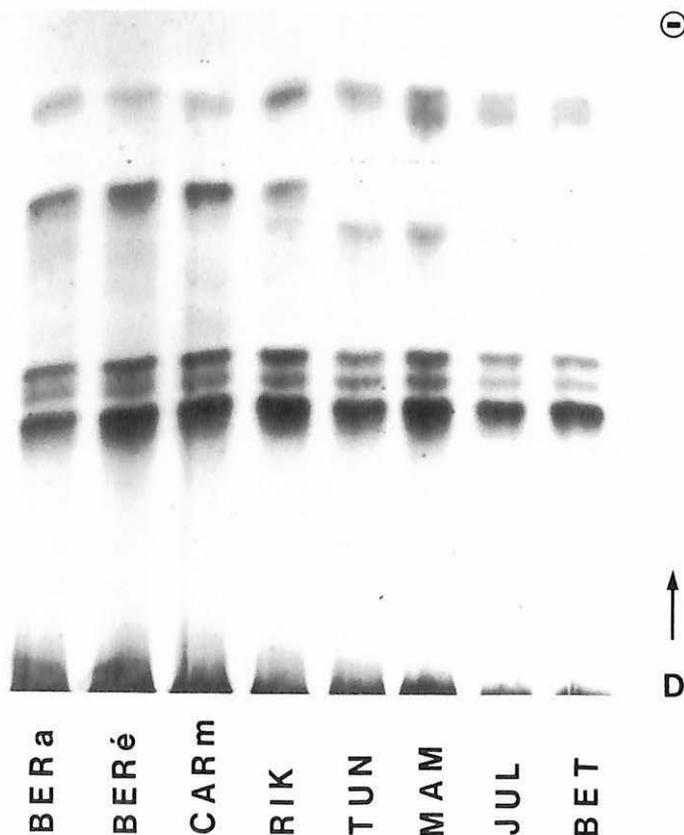


Fig. 2. Electrophorégrammes de la fraction hordéine d'orges à 2 rangs de printemps: (de gauche à droite) Bérac, Bérénice, Carmen, Rika, Trait d'Union, Mamie, Julia, Bétina.

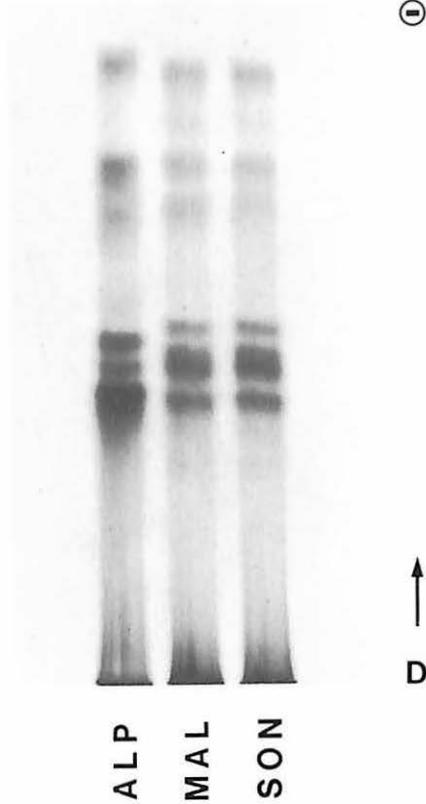
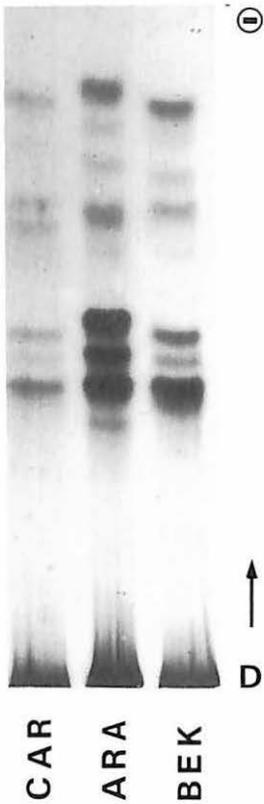


Fig. 3. Orges à 2 rangs de printemps (de gauche à droite) Carina, Aramir, Béka.

Fig. 4. Orges à 2 rangs d'hiver (de gauche à droite) Alpha, Malta, Sonja.

moyennes) Aramir (4 bandes lentes et 4 bandes moyennes), Béka (3 bandes lentes et 3 bandes moyennes).

3.1.2. *Orges à 2 rangs d'hiver.* La Fig. 4 montre l'orge Alpha (3 bandes lentes et 3 bandes moyennes), l'orge Malta et l'orge Sonja (4 bandes lentes et 4 bandes moyennes), de même configuration.

3.1.3. *Orges à 6 rangs.* La Fig. 5 montre:

- l'orge Astrix avec 2 bandes lentes, 2 bandes moyennes;
- un groupe à 3 bandes lentes et 3 bandes moyennes avec l'orge Hop, d'une part, et les orges Ager et Robur se confondant d'autre part avec 2 bandes moyennes.
- un groupe à 4 bandes lentes et 3 bandes moyennes avec les orges Nympe et Asse de même allure.

Cette étude préliminaire par types d'orge montre la complexité du problème posé et une étude chimiotaxonomique générale plus approfondie est en cours comme cela a été exactement réalisé pour le blé.

Comme pour le blé, il est en effet parfaitement possible d'identifier les

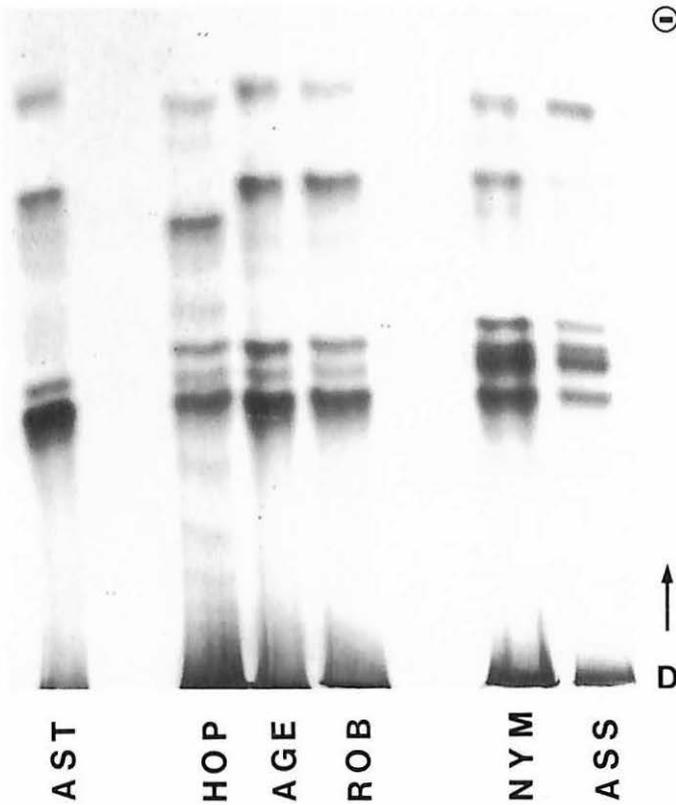


Fig. 5. Orges à 6 rangs (de gauche à droite) Astrix, Hop, Ager, Robur, Nymphe, Asse.

différentes bandes par leur mobilité électrophorétique relative par rapport à la bande la plus rapide dans des conditions expérimentales bien définies. Dans notre cas, la bande la plus rapide trouvée et bien individualisée est celle de l'orge Aramir et peut être notée base 100, par exemple (même échelle de mobilité que celle du blé).

L'électrophorégramme de l'orge Aramir se traduirait alors comme suit: présence des bandes 41, 47, 53, 58, 77, 85, 92, 100 (mobilité moyenne sur 25 électrophorèses d'Aramir, réalisées sur plusieurs jours).

Selon un schéma analogue à celui utilisé dans le cas du blé, une classification des variétés d'orge en groupes électrophorétiques apparaît possible en se fondant préférentiellement sur les fractions lentes, les fractions moyennes et rapides n'intervenant qu'en second lieu dans la différenciation. Cependant, pour l'orge, la difficulté se trouve partiellement accrue en raison du nombre bien plus limité de bandes protéiques (6-10 au lieu de 20).

On remarque également que les types électrophorétiques distingués ci-dessus ne se superposent généralement pas aux types botaniques (2 rangs de printemps, 2 rangs d'hiver, 6 rangs) d'orges examinés. Si le type 'Bérac' ne

semble exister jusqu'ici que chez les printemps 2 rangs, le type 'Trait d'Union' (orge à 2 rangs) ne paraît pas se distinguer fondamentalement du type Alpha (hiver à 2 rangs) ou du type Ager (hiver à 6 rangs) de sorte que les deux classifications apparaissent essentiellement indépendantes.

3.2. Etude de quelques mélanges d'orge

Nous avons étudié des mélanges de 1000 grains d'orges de variétés pures, très courantes actuellement, mélanges très soigneusement homogénéisés, en procédant à une analyse grain par grain, sur 50 ou 100 grains.

3.2.1. Mélanges d'orges à 2 rangs de printemps et à 6 rangs

a) *mélange Trait d'Union (80%) + Nymphe (20%)* & On a trouvé sur 100 grains pris au hasard dans le lot, 76 grains de Trait d'Union et 24 grains de Nymphe. La Fig. 6 montre l'analyse sur une sous-fraction de 8 grains. Les diagrammes des grains no 2 et 4 correspondent à l'orge Nymphe.

L'interprétation statistique donne pour un risque de 5% l'intervalle de confiance suivant: Nymphe 17 à 35%.

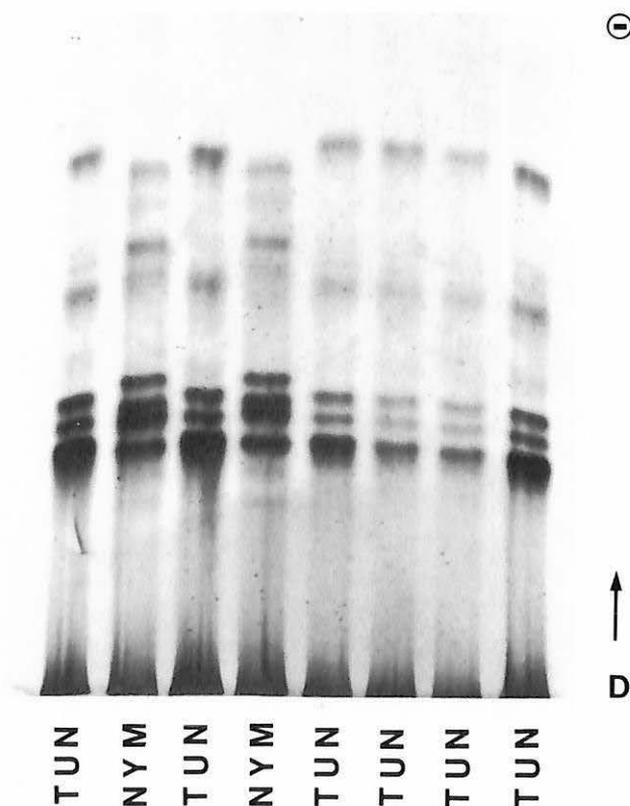


Fig. 6. Analyse électrophorétique sur une sous-fraction d'un mélange d'orges Trait d'Union (TUN) et Nymphe (NYM)%

b) *mélange Carina (80%) + Astrix (20%)*. On a trouvé sur 100 grains pris au hasard dans le lot, 78 grains de Carina, 21 grains d'Astrix et 1 grain étranger (Béka ?).

L'interprétation statistique donne pour un risque de 5% l'intervalle de confiance suivant: Astrix 13 à 29%.

c) *mélange Trait d'Union (80%) + Astrix (20%)*. On a trouvé sur 50 grains pris au hasard dans le lot, 38 grains de Trait d'Union et 12 grains d'Astrix.

L'interprétation statistique donne pour un risque de 5% l'intervalle de confiance suivant: Astrix 14 à 39%, intervalle plus large puisque l'on part de 50 grains.

3.2.2. *Mélanges d'orges à 2 rangs de printemps et à 2 rangs d'hiver.*

On a pris un mélange d'orge Trait d'Union (80%) et d'orge Malta (20%).

On a trouvé sur 50 grains pris au hasard dans le lot, 40 grains de Trait d'Union et 10 grains de Malta.

La Fig. 7 montre l'analyse sur une sous-fraction de 8 grains. Les diagrammes des grains no 4 et 6 correspondent à l'orge Malta.

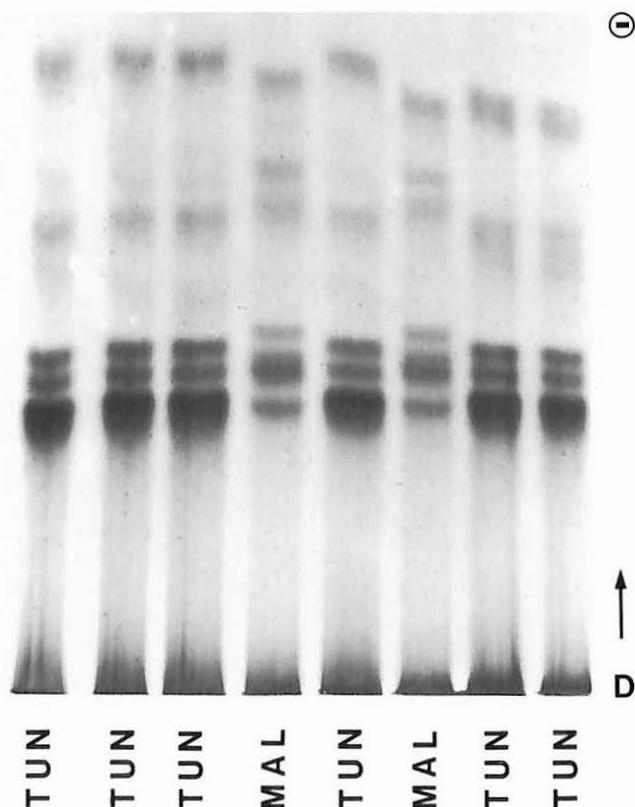


Fig. 7. Analyse électrophorétique sur une sous-fraction d'un mélange d'orges Trait d'Union (TUN) et Malta (MAL).

L'interprétation statistique donne pour un risque de 5% l'intervalle de confiance suivant: Malta 10 à 34%.

3.2.3. Mélanges de 2 orges à 2 rangs de printemps

a) *mélange Bérac (50%) + Carina (50%)*. On a trouvé sur 50 grains pris au hasard dans le lot, 24 grains de Bérac, 24 grains de Carina et 2 grains étrangers (du Groupe Trait d'Union).

L'interprétation statistique donne pour un risque de 5% l'intervalle de confiance suivant: Bérac 36 à 64%.

b) *mélange Trait d'Union (80%) + Carina (20%)*. On a trouvé sur 50 grains pris au hasard dans le lot, 34 grains de Trait d'Union, 15 grains de Carina et 1 grain étranger (du Groupe Bérac).

La Fig. 8 montre l'analyse d'une sous-fraction de 8 grains. Les diagrammes des grains no 1, 4 et 7 correspondent à l'orge Carina.

En résumé, sur des orges de types divers dont les diagrammes électrophorétiques d'hordéines sont bien caractéristiques, il est possible de dissocier les variétés et de mettre en évidence les mélanges, de les estimer

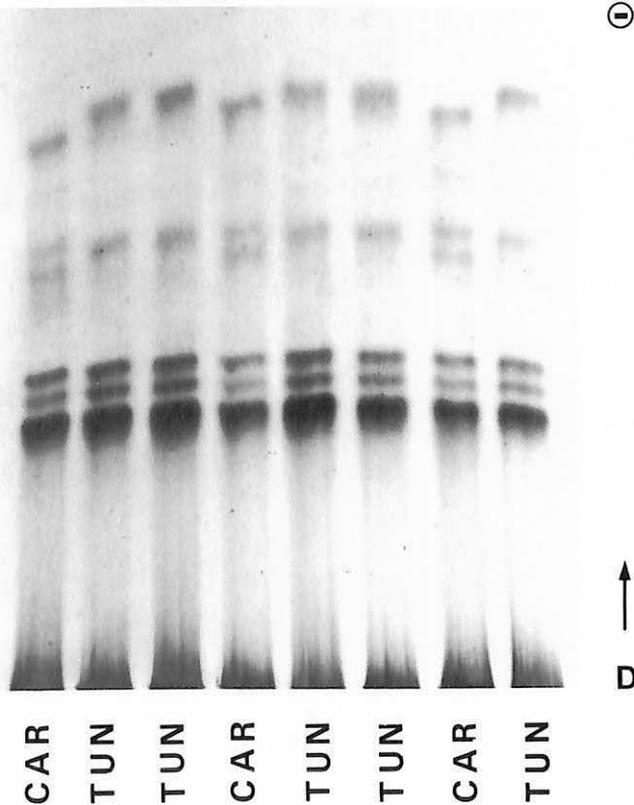


Fig. 8. Analyse électrophorétique sur une sous-fraction d'un mélange d'orges Trait d'Union (TUN) et carina (CAR)%

même sur un lot restreint de 50 grains, sous réserve, bien entendu, d'une interprétation statistique.

Comme nous l'avons vu précédemment, la méthode présente, actuellement, des limites certaines:

— plusieurs variétés ont en effet, des électrophorogrammes quasi-identiques ce qui rend la détermination variétale difficile dans le cas où la

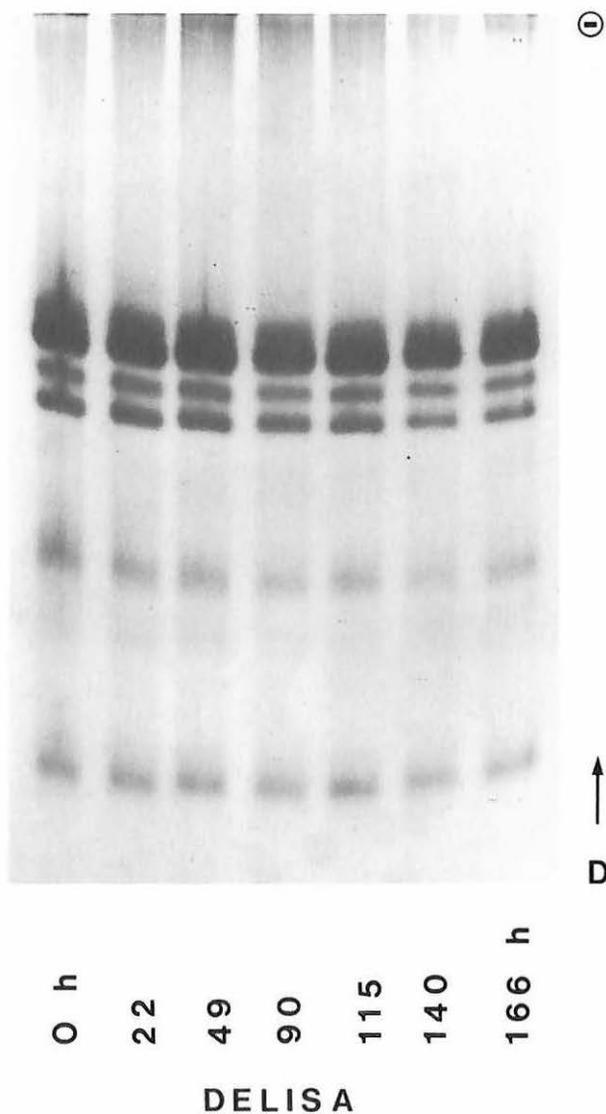


Fig. 9. Electrophorogrammes de la fraction hordéine d'une orge Delisa au cours de la germination (0 à 166 heures).

variété est totalement inconnue au départ; l'analyse botanique peut alors intervenir.

— en outre, dans les conditions opératoires actuelles, en attendant l'automatisation de l'analyse, l'amélioration de l'intervalle de confiance conduirait à un travail laborieux et coûteux en tenant compte des données des tables d'interprétation statistique.

Il faut bien remarquer toutefois que dans les contrats actuels d'orge on ne

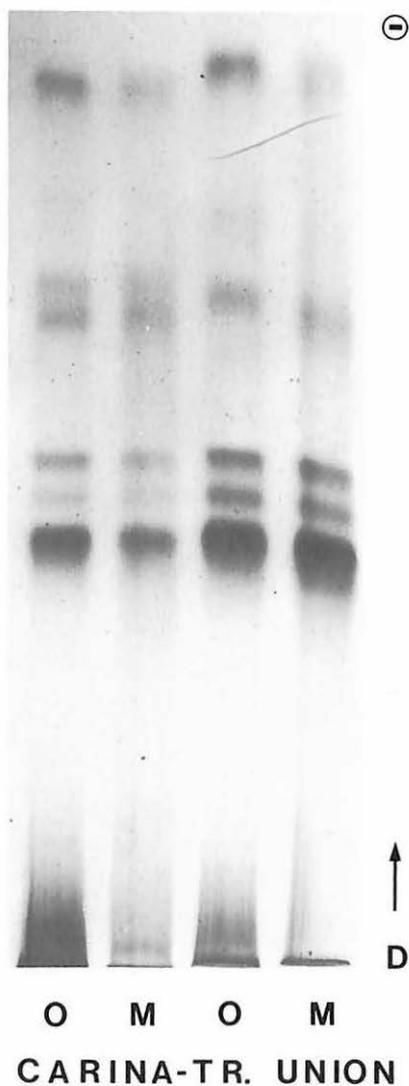


Fig. 10. Electrophorégrammes de la fraction hordéine des orges et malts correspondants des variétés Carina et Trait d'Union.

tient jamais compte de l'interprétation statistique dans les déterminations variétales par la méthode botanique, pas plus que dans les tests de capacité germinative ou d'énergie germinative.

3.3. Etude de malts industriels

Il était indispensable de suivre au préalable l'évolution des composants à mobilités lentes et moyennes de l'électrophorégramme d'orge *avant* et *pendant* la germination puis *après* le touraillage pour connaître s'il y avait d'éventuelles modifications.

La Fig. 9 montre, pour une orge Delisa, qu'il n'y a apparemment aucune modification des électrophorégrammes au cours de la germination (de 0 à 166 heures), bien que l'intensité globale du diagramme diminue progressivement.

La Fig. 10 ne révèle aucune modification pour les orges Carina et Trait d'Union et leurs malt correspondants à travers les trois phases de maltage.

Nous avons alors étudié 2 malts industriels.

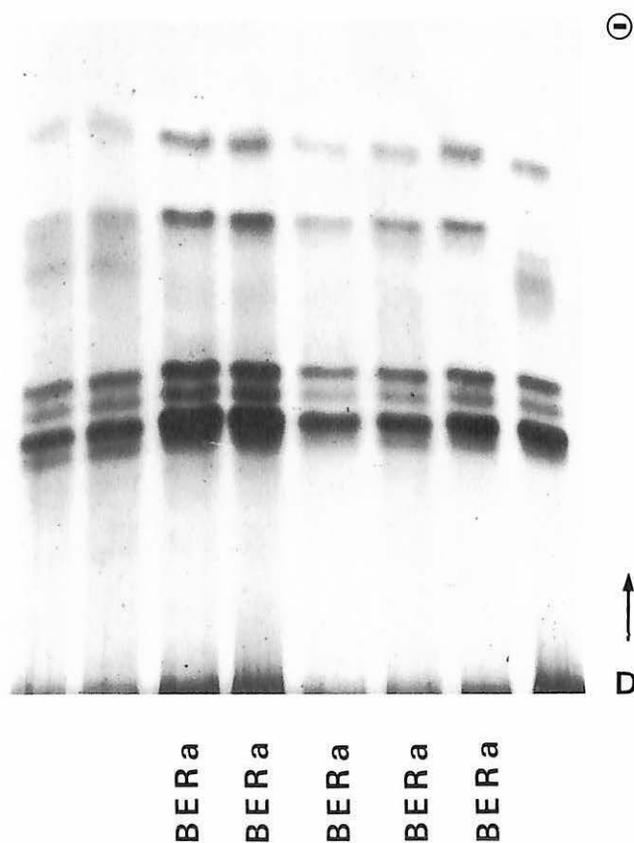


Fig. 11. Analyse électrophorétique sur une sous-fraction d'un échantillon de malt, annoncé Bérac.

Le premier malt nous était donné par un malteur comme provenant du maltage d'un lot d'orge Bérac à 93% de pureté variétale (détermination botanique).

Un sondage sur un échantillon de malt bien homogénéisé nous a donné pour une analyse de 100 grains:

79% de malt d'orge Bérac,

21% de malt d'orges d'autres variétés, non déterminées avec certitude, pour le moment, n'étant pas actuellement dans notre collection.

La Fig. 11 donne l'image d'une sous-fraction analysée.

L'interprétation statistique, pour un risque de confiance de 5%, nous a fourni un intervalle de confiance de 71 à 87%. On pourrait cerner de plus près la vérité en augmentant le nombre de grains analysés, mais il est assez probable que le lot d'orge vendu n'était pas au taux présumé de pureté variétale.

Le deuxième malt fourni par un malteur était annoncé comme provenant du maltage d'un mélange d'orges à 6 rangs (35% Ager, 30% Robur, 35% Hop, pourcentages déterminés par analyse botanique).

Un sondage nous a donné pour une analyse sur 100 grains:

de malt d'orge Ager ou (et) Robur (de même image électrophorétique voir Fig. 5),
31% de malt d'orge Hop,

7% de malt d'orge Nymphé ou (et) Asse (de même image électrophorétique voir Fig. 5),

5% de malt d'orge non déterminé.

En dehors des trois orges à 6 rangs annoncées, il y avait donc au moins une autre variété.

L'étude des malts dont la fraction 'hordéine' a été sérieusement diminuée par hydrolyse durant la germination de l'orge (baisse d'environ 40%) pose quelques problèmes analytiques et le taux de protéines totales intervient également au départ. Les recherches sont poursuivies actuellement.

4. CONCLUSIONS GENERALES

Le travail présenté n'est qu'une recherche *préliminaire* sur la détermination *à posteriori* de la pureté variétale des lots d'orge et de malt.

D'autres recherches sont actuellement poursuivies en vue de la publication d'une clé de détermination sur les orges du catalogue français en général et les orges de brasserie en particulier.

On pourra tirer les applications suivantes de cette recherche:

— en génétique: suivre l'influence des géniteurs, la stabilité génétique de la variété, le polymorphisme biochimique.

— en malterie: disposer dans de nombreux cas d'un contrôle possible des variétés, complémentaires aux tests botaniques anatomiques classiques et relativement rapide. Il est en particulier nettement plus sélectif et plus rapide que le test au DDT durant plus de 20 jours. Toute discussion sur une détermination botanique pourra être plus facilement tranchée par un électrophorégramme comparé à ceux des variétés présumées prises en collection. L'homogénéité d'un lot d'orge sera aisément mise en évidence.

— en brasserie: dans le cas où une usine désirerait absolument utiliser des malts d'orge de variété pure annoncée à la vente, pour des raisons valables

de caractéristiques technologiques précises, le contrôle de l'homogénéité du malt et la détermination de la variété ou du groupe pourront être réalisés pour la première fois en brasserie.

Ces analyses doivent cependant être exécutées par un laboratoire spécialisé et l'interprétation des résultats requiert une grande prudence et une interprétation statistique dans le cas des mélanges.

Nous proposons au Comité des orges de l'EBC d'exécuter pour son compte, l'étude chimiotaxonomique des orges des pays membres.

Nous remercions:

Monsieur G. Devillers pour son assistance technique;

— La Station de l'INRA de Clermont-Ferrand, la SECOBRA et les Sélectionneurs pour la fourniture de témoins de collection;

— L'Union Générale de la Brasserie Française pour son aide financière.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 R. Scriban et G. Biserte, Observations sur quelques prolamines, Bulletin de la Société de Botanique du Nord de la France 3, 95-99, 1950, Bulletin de la Société de Chimie Biologique, 32, 959-968, 1950.
- 2 E. Waldschmidt-Leitz et H. Brutscheck, Über die Zusammensetzung der elektrophoretisch unterscheidbaren Komponenten des Hordeins, Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, 311, 1-5, 1958.
- 3 E. Waldschmidt-Leitz et G. Kloos, Über die Veränderlichkeit der Zusammensetzung des Hordeins, Brauwissenschaft, 13, 64-69, 1960.
- 4 E. Waldschmidt-Leitz et G. Kloos, Über den Einfluss von Düngungs und Standortbedingungen auf die Zusammensetzung des Hordeins (IV), Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, 321, 114-119, 1960.
- 5 E. Waldschmidt-Leitz et G. Kloos, Über die Veränderlichkeit der Zusammensetzung des Hordeins II, Brauwissenschaft, 16, 459-464, 1963.
- 6 G. Kloos, Über Zusammensetzung und Anthocyanogengehalt des Hordeins aus Gerste, Brauwissenschaft, 14, 223-227, 1961.
- 7 G.A.H. Elton et J.A.D. Ewart, Starch gel electrophoresis of cereal proteins, Journal of Science Food Agric., 13, 62-72, 1962.
- 8 A. Bourdet, P. Feillet et F. Mettavant, Sur le comportement électrophorétique du blé en gel d'amidon, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 256, ser D, 4517-4520, 1963.
- 9 R.M. Solari et E.A. Favret, Polymorphism in endosperm proteins of barley and its genetic control, Barley Genetics II, 23-31, 1970.
- 10 J.C. Autran et A. Bourdet, L'identification des variétés de blé: établissement d'un tableau général de détermination fondé sur le diagramme électrophorétique des gliadines du grain, Annales de L'amélioration des plantes, 25, 277-301, 1975.
- 11 M. Lauriere, L. Charbonnier et J. Mosse, Nature et fractionnement des protéines de l'orge extraites par l'éthanol, l'isopropanol et le n-propanol à des titres différents, Biochimie, 58, 1235-1245, 1976.

DISCUSSION

B. Tuning (NL): Q: The starchgel electrophoresis was original especially applied to wheat. However barley is a more difficult problem, do you think that the method of the starchgel electrophoresis for the malt always is enough? Did you work with other techniques like slabgel-polyacrylamide electrophoresis or flat bed isoelectrofocussing?

A: Les méthodes d'électrophorèse sur gel de polyacrylamide et d'électrofocalisation ont déjà été utilisées par nous sur l'orge. La gel electrofocalisation est très couteuse pour du travail en

serie. C'est la méthode sur gel d'amidon qui est la plus pratique et la moins onereuse.

R.S. Schildbach (BRD): Q: Ist es möglich, zur gleichen Zeit 100 Körner zu untersuchen um auf diesem Wege in einer Analyse 100 Streifen zu erhalten?

Q: Wie lange dauert eine solche Analyse?

A: Il est possible avec 8 cuves a 13 depots de traiter en un seul jour 100 grains en analyse électrophorétique. C'est une simple question d'investissement de matériel.

A: On peut réaliser l'analyse en 1 jour en amenant l'horaire de travail, ou préparer le gel d'amidon la veille au soir et réaliser l'électrophorèse le jour suivant.

J.L. Molina-Cano (S): Q: Did you study the inheritance of the prolamine electrophoretic patterns?

Q: Did you study the environmental influence on the prolamine electrophoretic patterns?

A: Nous étudions actuellement le problème de l'influence de l'environnement sur les prolamines de l'orge de brasserie.

A: Des travaux sont aussi en cours sur la stabilité génétique et sur l'influence des géniteurs.

