

CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE D'UNE BIÈRE TRADITIONNELLE OUEST AFRICAINE : LE TCHAPALO

N. D. AMANE¹, N. E. ASSIDJO¹, M. A. GBONGUE¹, K. BOHOSSOU² et P. CARDOT³

¹Laboratoire de Nutrition et de Technologie Alimentaire, Département Génie Chimique et Agro-Alimentaire, Institut National Polytechnique, BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Biochimie et Science des Aliments, UFR Biosciences, Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Chimie Analytique et de Bromatologie, Faculté de Pharmacie, Université de Limoges, 2 rue Dr Marcland 87025 Limoges cedex, France

RESUME

Le Tchapalo est une bière traditionnelle produite à base de céréales comme le maïs, le mil et le sorgho. C'est une boisson dont la consommation prend de plus en plus d'ampleur à travers la Côte d'Ivoire où sa zone originelle de production se situe dans le Nord. Cette bière, mal connue a été l'objet de notre étude. Il ressort de cette caractérisation que le tchapalo de sorgho produit à Yamoussoukro contient en moyenne 92,13 ($\pm 3,05$) % d'eau ; 7,87 ($\pm 3,05$) % de matière sèche ; 0,37 ($\pm 0,10$) % de cendre ; 5,03 ($\pm 0,77$) % d'alcool ; 0,55 ($\pm 0,16$) % de protéine ; 0,04 ($\pm 0,02$) % de sucres réducteurs et 0,07 ($\pm 0,03$) % de sucres totaux. Il possède par ailleurs une densité moyenne de 1,01 ($\pm 0,01$) ; un pH acide de 3,01 ($\pm 0,18$) ; un extrait sec réfractométrique de 7,69 ($\pm 2,67$) °Bx et une acidité de 8,22 ($\pm 2,22$) méq/L. Par ailleurs, les différentes bières de Tchapalo préparées pendant la période de l'étude présentent des caractéristiques très variables d'une brasserie à une autre et d'une production à une autre au niveau de la même brasserie.

Mots clés : céréales, fermentation alcoolique, bière, Tchapalo, Côte d'Ivoire

ABSTRACT

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISATION OF A WEST AFRICAN TRADITIONAL BEER : THE TCHAPALO

Tchapalo is a West African traditional beer brewed from cereals like millet, maize or sorghum, that is more and more drunk in Côte d'Ivoire. When studying the tchapalo made in Yamoussoukro a city located in Centre Côte d'Ivoire physico-chemical characteristics, reveal that this beverage contains the following : water : 92.13 (± 3.05) % ; solids components : 7.87 (± 3.05) % ; ash : 0.37 (± 0.10) % ; total soluble solids : 7.69 (± 2.67) °Bx ; alcohol : 5.03 (± 0.77) % ; proteins : 0.55 (± 0.16) % ; reducing sugar : 0.04 (± 0.02) % and total sugar : 0.07 (± 0.03) %. Its mean density is 1.01 (± 0.01). Furthermore, tchapalo is an acidic beverage with a pH and an acidity 3.01 (± 0.18) and 8.22 (± 2.22) meq/L respectively. In addition, we have shown that the different Tchapalo beers studied presented variable characteristics from one brewer to the other and from one production to the other for a given brewer.

Key words : beer, Tchapalo, cereals, alcoholic fermentation, Ivory Coast

INTRODUCTION

Le mil (*Setaria italica*), le sorgho (*Sorghum bicolor*) et le maïs (*Zea mays*) sont des céréales dont la production en Côte d'Ivoire atteint les 25 tonnes par an (Anonyme, 1993). Environ 41 % de cette production sont perdus, faute de moyens convenables de conservation (Anonyme,

1993). Dans le but d'améliorer leur condition sociale, les femmes transforment une partie de ces céréales en une boisson fermentée très appréciée par les consommateurs, appelée Tchapalo ou Dolo. En Côte d'Ivoire, la zone originelle de fabrication de cette bière était essentiellement localisée dans le nord du pays Bondoukou, Ferkessedougou, Korhogo...). Mais, en raison de la migration des populations,

le tchapalo est actuellement produit à travers tout le pays, pour les «économiquement faibles».

L'analyse bibliographique, montre que très peu de travaux ont été consacrés à l'étude de cette bière traditionnelle (Yao *et al.*, 1995 ; Kouadio et Coulibaly 1996).

Les objectifs de ce travail sont donc de pallier à ce manque de données concernant cette bière et de proposer une voie de valorisation des céréales dans un pays en voie de développement.

MATERIEL ET METHODES

PROCESSUS DE FABRICATION DU TCHAPALO

Le procédé de fabrication du Tchapalo utilisé par les brasseuses peut être décrit à l'aide de trois principales étapes (Yao *et al.*, 1995 ; Kouadio et Coulibaly, 1996), comme le montre la figure 1.

La matière première (le sorgho) est nettoyée, lavée et essorée pendant 12 heures. Elle est ensuite trempée pendant 3 jours pour permettre la germination des graines. C'est une étape nécessaire pour la production d'enzymes qui auront pour rôle de dégrader l'amidon en sucres fermentescibles.

Les grains germés sont séchés au soleil pendant 3 à 4 jours dans le but d'arrêter le processus de germination. Ils sont ensuite réduits en poudre qui est délayée dans de l'eau à laquelle est ajoutée une solution de flocculant végétal (*Hibiscus esculentus*). Le surnageant obtenu, 10 à 15 minutes après le mélange, est recueilli. La pâte résiduelle est bouillie et ajoutée au surnageant recueilli. La solution obtenue est bouillie pendant 5 à 6 heures pour aboutir à une solution sucrée qui est refroidie à la température ambiante.

Un ferment sauvage est ajouté à la solution refroidie pour une fermentation de 12 heures.

Il peut exister des différences dans le procédé de fabrication en fonction de la zone de provenance de la brasseuse (Kouadio et Coulibaly, 1996).

ANALYSES CHIMIQUES

Pour caractériser le Tchapalo, 7 brasseuses (A, B, C, D, E, F et G) ont été choisies dans la ville de Yamoussoukro. Les expériences ont été menées pendant 6 jours.

Un échantillon de 1 litre de bière provenant de la production du jour (environ 20 L) est prélevé chez chaque brasseuse. Les bières provenant de la brasseuse A ont été numérotées de 1 à 6, celles de la brasseuse B de 7 à 12 et ainsi de suite jusqu'à la brasseuse G.

Les paramètres tels que la densité, l'acidité, le pH, le degré Brix, ont été déterminés selon les méthodes de l'AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 1975). Tandis que le pH a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre HANNA HI 98240 (Hanna Instruments, Eibar, Espagne), le degré Brix est obtenu en utilisant un réfractomètre d'ABBE OPL n° 2.650 (O.P.L, Paris, France). Le taux de protéine a été calculé après détermination par la méthode de Kjeldahl (CEE-BIPEA, 1976) du taux d'azote total en utilisant un Kjeltex System 1002 (Tecator, Suède). Les sucres réducteurs et sucres totaux ont été déterminés respectivement par la méthode de Bertrand et par la méthode au Phénol-Sulfurique (Dubois *et al.*, 1956 ; CEE-BIPEA, 1976 ; Madhava et Kalpan, 1986). Le taux d'humidité, la teneur en matière sèche et le taux de cendre ont été déterminés par gravimétrie (Madhava et Kalpan, 1986) à l'aide de balances SARTORIUS analytic (Sartorius GA, Gottingen, Allemagne).

ANALYSES STATISTIQUES

Les différents calculs ont été réalisés à l'aide des logiciels Excel 2000 (Microsoft, Redmond, WA, USA) et SPSS 10.07 (SPSS Inc., Cambridge, UK) sur un ordinateur Comelta 500 Hz (Comelta SA, Madrid, Espagne).

Deux techniques statistiques ont été utilisées pour le traitement des données (Massart *et al.*, 1988 ; Feinberg, 1996) : l'Analyse de variance (ANOVA) et la Classification hiérarchique.

Le principe du test de l'Analyse de variance ou ANOVA est basé sur l'hypothèse que la variabilité totale observée dans les résultats est

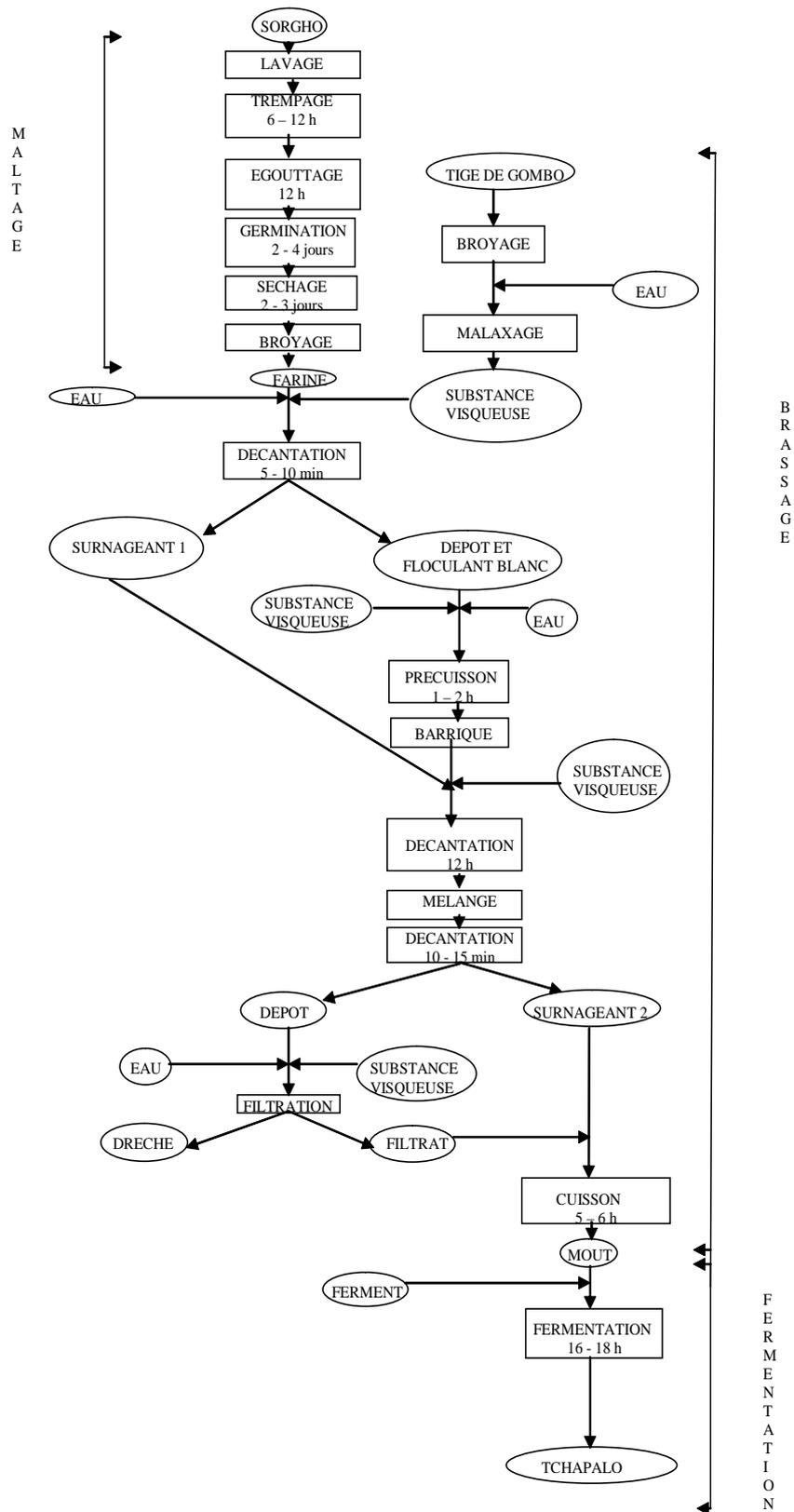


Figure 1 : Diagramme de fabrication du Tchapalo
Tchapalo brewing process

due à une fluctuation aléatoire. Les méthodes de l'hypothèse nulle (H_0) et de l'hypothèse alternative (H_1) ont été utilisées en considérant la variabilité totale comme la somme des variations intra et inter essais (Assidjo *et al.*, 1998).

La Classification hiérarchique est l'une des méthodes de regroupement qui tente d'identifier les classes d'observations (ou de variables) relativement homogènes. Elle est basée sur deux hypothèses. En effet, elle stipule, d'une part, que des individus d'une même classe se ressemblent (hypothèse de ressemblance) et d'autre part, que des individus de deux classes distinctes sont différentes, mais que la variance entre les classes est réduite (hypothèse de la réduction de la variance inter-classe). Il existe différentes métriques (d) qui permettent de regrouper les individus. Nous avons utilisé la métrique euclidienne carrée $d = (x_1 \text{ et } x_2)^2$, x_1 et x_2 étant deux individus (Massart *et al.*, 1988).

RESULTATS

CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

La caractérisation du Tchapalo produit dans la ville de Yamoussoukro s'est faite en déterminant différents paramètres physico-chimiques. Les valeurs moyennes obtenues pour chaque échantillon de bière traditionnelle sont représentées dans le tableau 1. Pour chaque paramètre, la moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation ont été calculés.

L'analyse du tableau 1, montre que le tchapalo contient en moyenne 92,13 ($\pm 3,05$) % d'eau ; 7,87 ($\pm 3,05$) % de matière sèche ; 0,37 ($\pm 0,10$) % de cendre ; 5,03 ($\pm 0,77$) % d'alcool ; 0,55 ($\pm 0,16$) % de protéine ; 0,04 ($\pm 0,02$) % de sucres réducteurs et 0,07 ($\pm 0,03$) % de sucres totaux. Il possède par ailleurs une densité moyenne de 1,01 ($\pm 0,01$) ; un pH de 3,01 ($\pm 0,18$) ; un extrait sec réfractométrique de 7,69 ($\pm 2,67$) °Bx et une acidité de 8,22 ($\pm 2,22$) méq/L. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Yao *et al.*, (1995), qui ont analysé le Tchapalo produit de façon traditionnelle. Cependant, ils diffèrent légèrement des résultats obtenus lorsque le tchapalo est fabriqué par ces mêmes auteurs dans des conditions de laboratoire. En effet, dans ce dernier cas, ils ont obtenu des bières dont

l'extrait sec réfractométrique se situe à 6,40, 3,10 % et 3,95 pour le °B x, le taux d'alcool et le pH, respectivement. En outre, en comparant nos résultats à ceux obtenus pour les paramètres physico-chimiques d'une bière industrielle (la bière Pilsen, pur malt) étudiée en 1984 par Piendl, il apparaît qu'en dehors du taux de protéine qui a été sensiblement identique (0,50 % pour la bière Pilsen et 0,55 % pour le tchapalo), tous les autres paramètres sont différents. En effet, le tchapalo est une bière plus alcoolisée (5,03 contre 3,93 %) et dont le taux de matière sèche a été plus élevée (7,87 contre 4,15 %) que pour la bière Pilsen.

Par contre, la teneur en eau (92,13 %) et le taux de sucres totaux (0,77 %) du Tchapalo sont plus faibles que ceux de Pilsen (95,85 et 2,80 %, respectivement). Ces différences observées pourraient s'expliquer par la composition chimique des matières premières utilisées dans la fabrication de ces deux types de bière.

Par ailleurs, les coefficients de variation (CV) (tableau 1) montrent que tous les paramètres étudiés ont été variables. Ainsi, la teneur en eau des échantillons de bière a varié de 83,96 ($\pm 0,11$) à 96,46 ($\pm 0,09$) % avec un coefficient de variation de 3,31 %, et leur taux d'alcool de 3,49 ($\pm 0,02$) à 7,01 ($\pm 0,03$) %, avec un CV de 15,35 %. On note également que le taux de matière sèche, évoluant de 3,54 ($\pm 0,02$) à 16,04 ($\pm 0,04$) %, montre que certains échantillons ont eu une teneur en matière sèche 4,5 fois plus élevée que d'autres. Cette différence serait probablement due à la méthode de clarification ou à une insuffisance de celle-ci. Il a été observé que, tandis que certaines brassesuses utilisent des filtres de mailles très fines, d'autres n'utilisent que des sacs de jute pour la filtration. En outre, la différence en ce qui concerne le taux de matière sèche relevée entre le tchapalo et la bière Pilsen, proviendrait du fait que le procédé de fabrication de cette dernière utilise un gâteau de diatomée pour la filtration et des composés amers qui permettent sa clarification, alors que le procédé utilise un flocculant végétal et un filtre dont les mailles sont d'environ 0,1 mm donnant une bière trouble. La turbidité différentielle observée entre les différents échantillons de bières traditionnelles étudiées a été probablement due à des variations, au niveau des différentes brassesuses, des paramètres de la clarification (la technique d'injection, la quantité du flocculant et l'agitation).

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des échantillons de tchapalo étudiés.
 Physico-chemical characteristics of the tchapalo samples.

Échantillon	Moisture (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude fibre (%)	Cellulose (%)	Hemicellulose (%)	Lignin (%)	NDF (%)	ADF (%)	Starch (%)	CP (%)	Starch (%)	Starch (%)
1	86,28	3,17	0,02	0,02	3,17	0,02	0,02	105,00	2,70	1,61	0,5	0,70	0,50
2	97,0	5,90	0,7	0,00	9,25	0,00	0,00	125,00	6,00	5,20	0,70	0,60	0,70
3	93,67	6,36	0,32	0,00	10,00	0,00	0,00	105,00	6,80	5,71	0,55	0,60	0,30
4	91,83	8,77	0,00	0,00	3,65	0,00	0,00	100,00	8,70	7,90	0,78	0,50	0,70
5	83,96	6,60	0,97	0,00	9,37	0,00	0,00	100,00	5,00	6,08	0,73	0,40	0,60
6	88,73	11,71	0,77	0,00	10,00	0,00	0,00	100,00	2,50	6,89	0,90	0,70	0,50
7	87,56	5,77	0,02	0,00	3,7	0,00	0,00	105,00	7,30	5,70	0,7	0,50	0,80
8	97,38	5,62	0,00	0,00	9,28	0,00	0,00	103,00	6,10	7,70	0,55	0,40	0,50
9	97,76	5,57	0,00	0,00	9,02	0,00	0,00	110,00	5,60	6,08	0,30	0,70	0,30
10	97,0	8,90	0,00	0,00	9,77	0,00	0,00	102,00	8,00	7,86	0,88	0,70	0,60
11	88,50	11,50	0,02	0,00	9,66	0,00	0,00	110,00	6,50	3,79	0,7	0,10	0,60
12	97,53	8,77	0,00	0,00	2,92	0,00	0,00	110,00	7,70	5,93	0,59	0,80	0,70
13	86,70	13,90	0,03	0,00	2,97	0,00	0,00	110,00	2,60	7,98	0,59	0,70	0,50
14	97,36	8,67	0,00	0,00	2,85	0,00	0,00	85,00	8,00	7,06	0,7	0,70	0,50
15	86,63	13,37	0,02	0,00	2,87	0,00	0,00	119,00	2,70	7,26	0,73	0,30	0,70
16	97,79	5,57	0,00	0,00	9,02	0,00	0,00	110,00	5,00	5,09	0,67	0,50	0,30
17	96,73	7,77	0,00	0,00	2,72	0,00	0,00	110,00	5,00	5,71	0,77	0,70	0,70
18	97,0	5,90	0,00	0,00	2,70	0,00	0,00	110,00	6,00	5,71	0,60	0,50	0,30
19	93,99	6,00	0,00	0,00	2,92	0,00	0,00	110,00	6,00	5,98	0,60	0,70	0,30
20	92,52	7,18	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	110,00	7,00	7,9	0,35	0,60	0,30
21	96,77	7,83	0,00	0,00	3,7	0,00	0,00	116,00	5,00	5,6	0,78	0,70	0,70
22	93,77	8,83	0,00	0,00	2,75	0,00	0,00	110,00	7,00	7,06	0,77	0,50	0,30
23	99,86	6,7	0,00	0,00	9,2	0,00	0,00	110,00	6,00	5,55	0,7	0,50	0,30
24	89,75	10,75	0,03	0,00	2,90	0,00	0,00	118,00	9,50	7,2	0,77	0,60	0,50
25	97,98	5,92	0,00	0,00	2,97	0,00	0,00	80,00	6,50	7,6	0,50	0,50	0,30
26	97,7	5,86	0,00	0,00	2,78	0,00	0,00	110,00	6,00	5,98	0,72	0,50	0,70
27	93,3	6,87	0,00	0,00	2,77	0,00	0,00	110,00	7,00	7,33	0,60	0,70	0,70
28	92,79	7,27	0,00	0,00	2,97	0,00	0,00	110,00	7,00	5,93	0,77	0,70	0,70
29	90,77	9,39	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	110,00	8,70	7,26	0,67	0,90	0,70
30	97,8	8,79	0,00	0,00	2,8	0,00	0,00	110,00	8,00	7,27	0,38	0,80	0,60
31	97,37	5,63	0,00	0,00	9,0	0,00	0,00	110,00	6,00	7,87	0,75	0,50	0,70
32	92,97	7,93	0,00	0,00	2,95	0,00	0,00	110,00	6,50	7,97	0,77	0,50	0,30
33	96,76	3,77	0,00	0,00	2,89	0,00	0,00	110,00	7,00	7,6	0,35	0,30	0,70
34	97,6	8,87	0,00	0,00	3,99	0,00	0,00	107,00	9,00	5,77	0,52	0,60	0,50
35	96,76	3,57	0,00	0,00	2,89	0,00	0,00	110,00	7,50	7,3	0,35	0,70	0,70
36	93,8	6,82	0,00	0,00	9,02	0,00	0,00	110,00	7,00	5,77	0,57	0,50	0,50
37	93,99	6,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,00	113,00	6,00	5,87	0,35	0,70	0,30
38	93,02	9,98	0,00	0,00	3,08	0,00	0,00	110,00	7,00	7,87	0,77	0,50	0,70
39	92,80	7,20	0,00	0,00	2,95	0,00	0,00	110,00	7,00	7,2	0,73	0,60	0,70
40	93,5	6,85	0,00	0,00	3,05	0,00	0,00	110,00	7,00	7,26	0,67	0,70	0,70
41	92,99	7,00	0,00	0,00	3,07	0,00	0,00	110,00	7,00	5,88	0,70	0,50	0,70
42	97,3	5,87	0,00	0,00	2,99	0,00	0,00	110,00	6,00	5,2	0,37	0,70	0,30
Mean	92,3	7,87	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	112,7	7,69	5,93	0,55	0,73	0,70
Stdev	3,05	0,77	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	22,73	2,67	0,77	0,16	0,33	0,72
CV (%)	3,3	9,79	0,00	0,00	2,45	0,00	0,00	21,63	3,70	10,35	28,37	45,77	52,32

Ces résultats et ceux présentés dans le tableau 1 montrent que les échantillons recueillis chez les différentes brassesuses sont différents. Mais, la question est de savoir si cette différence observée est significative.

Le coefficient de Fisher calculé (1005,49) est largement supérieur à la valeur théorique (dans les tables), (2,05). Ceci montre que tous les échantillons étudiés sont statistiquement différents. Cependant, nous avons cherché à comprendre l'origine de cette différence en utilisant la technique de classification hiérarchique pour établir des groupes d'échantillons de bière identiques.

CLASSIFICATION HIERARCHIQUE

La technique de classification hiérarchique présente des dendrogrammes pour certains paramètres permettant de comprendre l'origine de la différence éventuelle des échantillons à travers leur regroupement. Les dendrogrammes représentés sur les figures 2, 3 et 4 sont respectivement ceux relatifs à la teneur en matière sèche, à la teneur en protéine et à tous les paramètres étudiés.

L'analyse de la figure 2 révèle 4 ou 5 classes d'échantillons de bière selon que l'on coupe le dendrogramme à la distance 5 ou 3. Cette distance représente la distance maximale entre les différents membres d'une même classe (Massart *et al.*, 1988). Ainsi, plus elle est faible, plus les individus dans la classe sont proches. Dans cette étude, nous avons utilisé la distance euclidienne carrée $d = 5$. Ainsi, l'analyse de cette figure nous donne 4 classes de tailles inégales. En effet, tandis que la classe 1 contient 32 individus, les classes 2, 3 et 4 ont seulement respectivement 2, 3 et 5 individus. De même, la figure 3 révèle l'existence de 4 classes de tailles

inégales. Par exemple, tandis que les échantillons 2, 40, 19, 18, 27 (etc...) ont le même taux de protéine, ils diffèrent des échantillons 7, 23, 26 et 41 qui eux-mêmes diffèrent des échantillons 6 et 10 de la classe 3. En outre, une étude plus globale, tenant compte de tous les paramètres étudiés présente également des classes de tailles différentes. Cette étude laisse supposer que les brassesuses ne préparent pas du Tchapalo, de même qualité puisque les échantillons de bière sont classés d'une brassesuse à une autre.

LES ANALYSES DE VARIANCES

L'analyse de variance (ANOVA) pour chaque brassesuse (7 brassesuses) a été effectuée et résumée dans le tableau 2.

Il apparaît, dans tous les cas, que les coefficients de Fisher calculés pour chacune sont supérieurs à ceux lus dans les tables. Ce qui confirme qu'aucune brassesuse ne produit du Tchapalo de qualité reproductible.

Les différences observées dans la qualité des bières produites peuvent s'expliquer par deux hypothèses qui peuvent être complémentaires : l'origine de la brassesuse et sa technique de brassage.

DISCUSSION

Il existe différents procédés de fabrication du Tchapalo en fonction de la région d'origine des brassesuses (Kouadio et Coulibaly, 1996). Ainsi, dans leur étude sur la technologie de fabrication de cette bière traditionnelle, ils ont mis en évidence l'existence de 3 procédés en fonction de la zone de production : Korhogo, Bondoukou et Ferkessedougou. Ces procédés diffèrent par

Tableau 2 : Coefficients de Fisher calculés et théorique des 7 brassesuses étudiées.

Fisher coefficient (calculated and tabulated) for the 7 brewers studied.

Brassesuses	A	B	C	D	E	F	G
F calculé	848,09	1096,95	1001,40	3980,00	8817,98	3429,98	27079,99
F théorique	2,01						

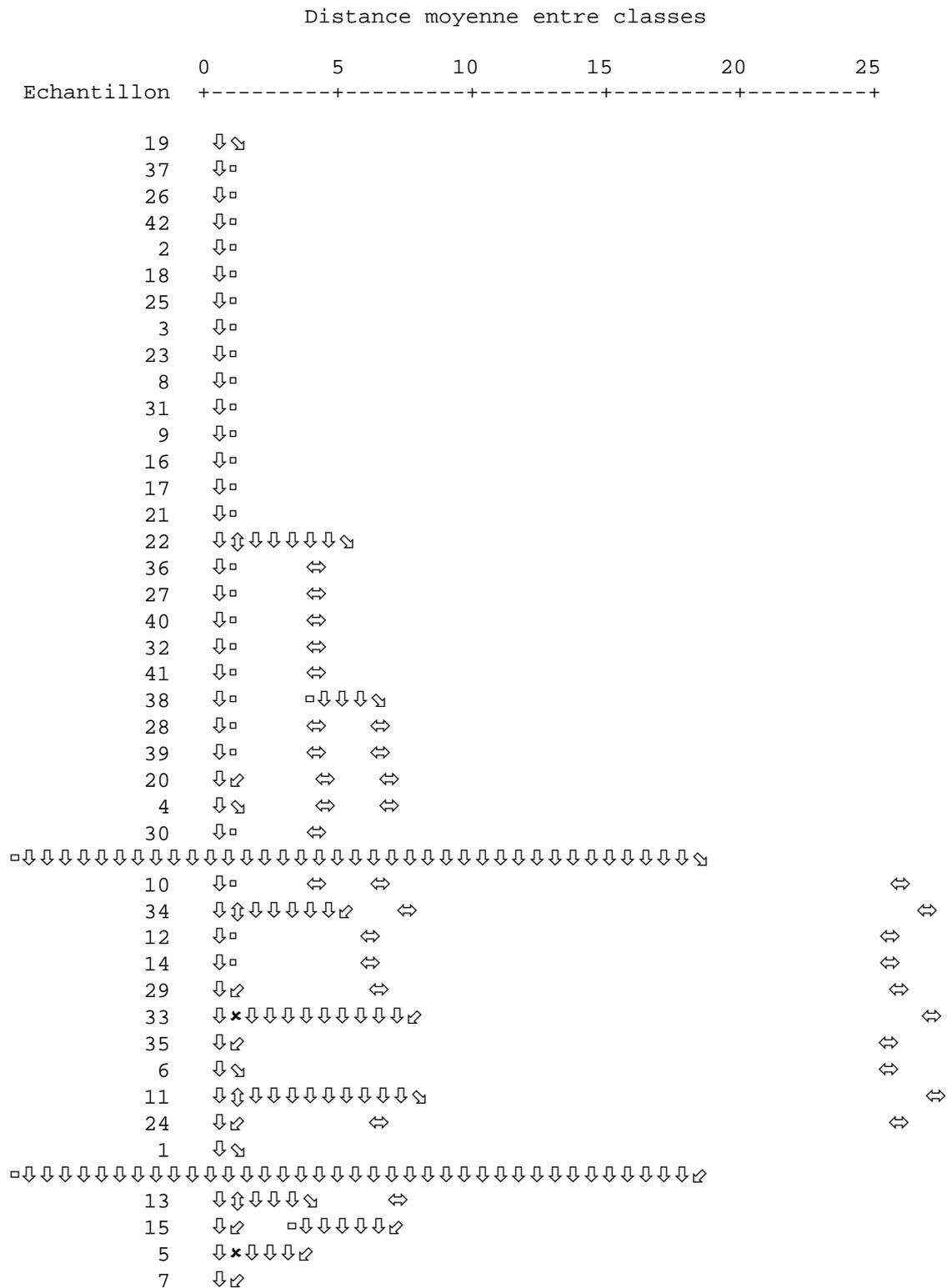


Figure 2 : Classification des échantillons de Tchapalo en fonction du taux de matière sèche.

Classification of Tchapalo samples according to total dry matter.

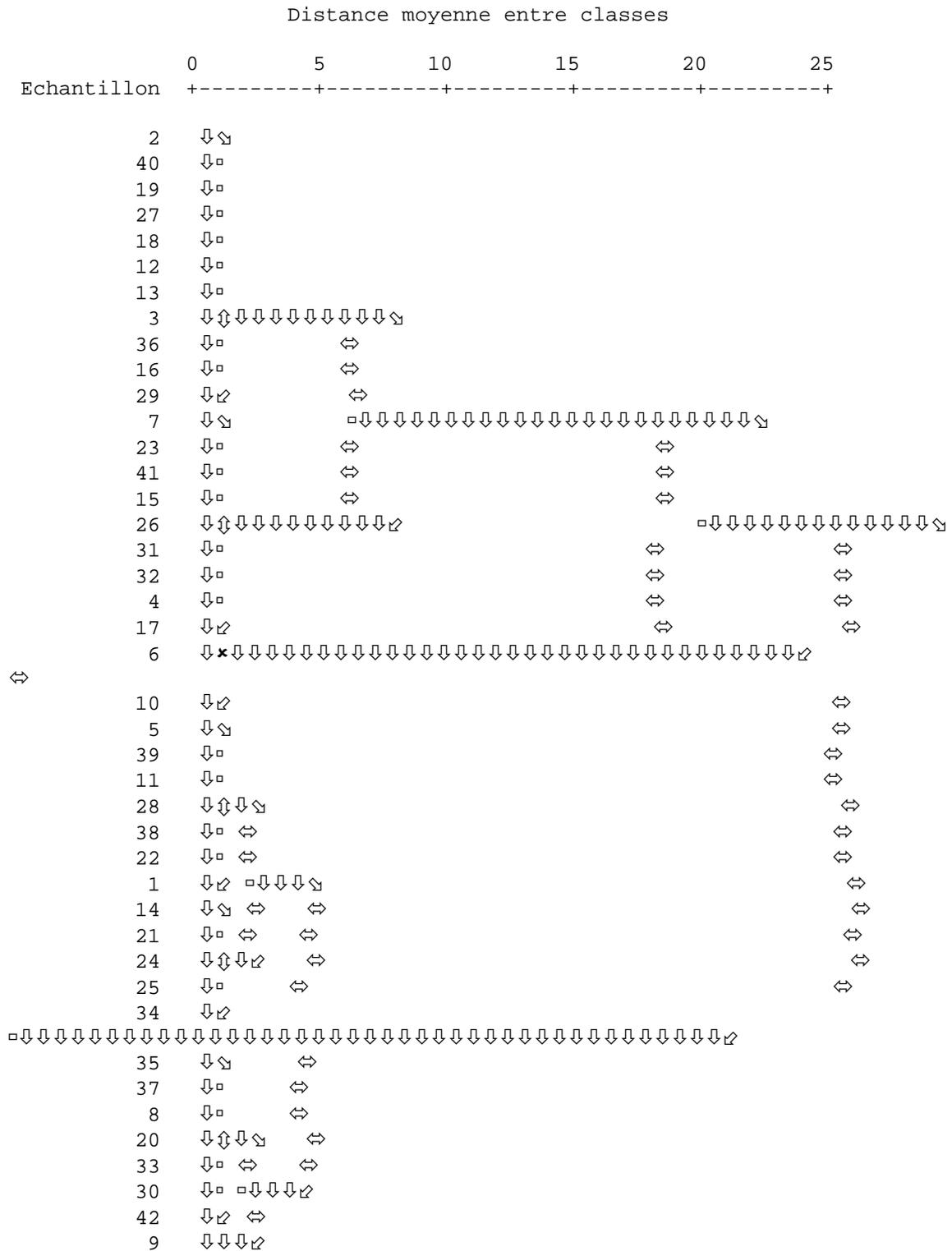


Figure 3 : Classification des échantillons de Tchapalo en fonction du taux de protéine.
Classification of Tchapalo samples according to protein content.

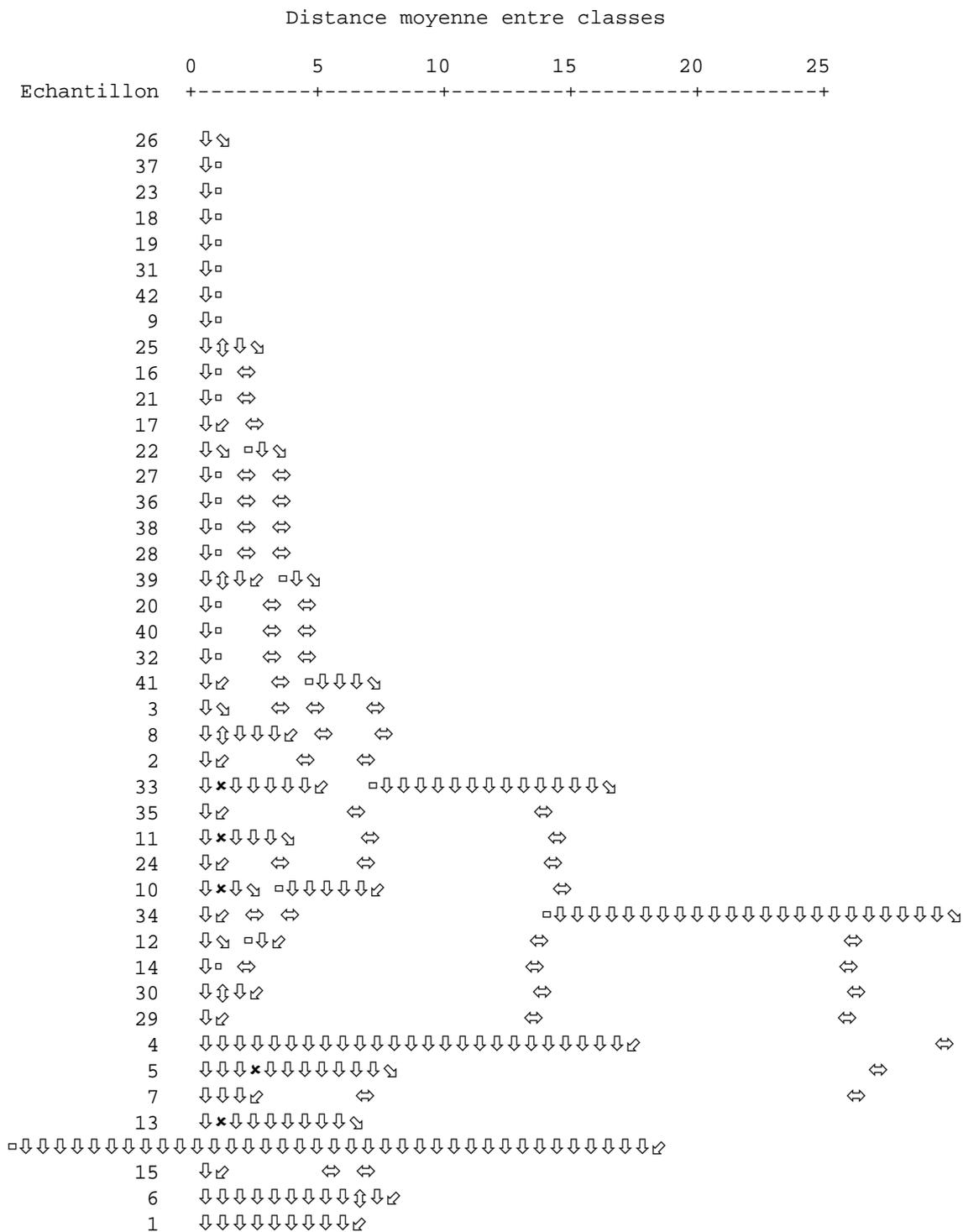


Figure 4 : Dendrogramme des échantillons de Tchapalo en fonction de toutes les caractéristiques.
Dendrogram of Tchapalo samples according to all parameters studied.

la longueur ou l'absence de certaines étapes de fabrication. (ajout ou non de floculant végétal). Il apparaît clairement que si les brasseuses sont d'origine différente, elles produiront des bières différentes. En effet, parmi les brasseuses choisies pour l'étude, 2 sont d'origine burkinabée, 2 proviennent de Korhogo, 1 de Ferkessedougou et 2 de Katiola (dont l'une utilise le procédé de Bondoukou et l'autre de Korhogo). Cependant, cette hypothèse seule ne pourrait suffire à expliquer les variabilités observées, car elle supposerait dans ce cas, que chaque brasseuse produit de la bière de qualité identique ; ce qui n'est pas le cas. La différence observée dans les procédés de fabrication chez chacune d'elles pourrait s'expliquer par le fait qu'elles sont un peu rigoureuses au travail. En effet, il a été observé que les quantités de matière première et de ferment (dont la qualité n'a pas été étudiée), la durée de fermentation, de trempage, et la température de séchage ne sont pas mesurées avec exactitude. Dans les conditions standardisées de laboratoire, Yao *et al.*, (1995) ont montré qu'il est possible de fabriquer de façon reproductible du Tchapalo qui peut, par ailleurs, être conservé pendant 10 jours à la température ambiante.

CONCLUSION

La caractérisation du Tchapalo, à base de sorgho produit dans la ville de Yamoussoukro, a montré que tous les paramètres physico-chimiques étudiés, à savoir la teneur en humidité, les taux de matière sèche et de cendre, l'acidité, le pH, la teneur en protéine, la teneur en alcool et les taux de sucres totaux et réducteurs varient au niveau d'un même lieu de production et aussi d'un lieu de prélèvement à un autre. Cette étude nous a permis de montrer que cette variabilité observée est due non seulement à l'origine différente des brasseuses, mais aussi, à la non maîtrise de leur procédé de fabrication. Elle fournit un début de base de données permettant la connaissance d'une bière traditionnelle très consommée en Côte d'Ivoire, en particulier et dans la sous région Ouest Africaine en général. Ceci permet de proposer à long terme une meilleure technologie de fabrication, sans toutefois changer de façon significative, les méthodes utilisées par les brasseuses.

REFERENCES

- Anonyme 1. 1993. Séminaire national sur les contraintes et potentialités céréalières de la Côte d'Ivoire, Gagnoa : 15-20 Novembre 1993 Commission II : Commercialisation.
- A.O.A.C. 1975. Official method of analysis 12th. Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
- Assidjo (E.) ; Chianea (T.) ; Dreyfuss (M. F.) and Cardot (P. J. P.), Validation procedures of sedimentation field-flow fractionation techniques for biological applications ; J. Chromatogr. B, 756, 102-113
- CEE-BIPEA. 1976. Bureau international d'étude analytique. Recueil des méthodes d'analyses des communautés économiques européennes, première édition Bruxelles.
- Dubois (M.) ; Gilles (K. A.) ; Hamilton (J. K.) ; Rebers (P. A.) and Smith (F.). 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem., 28 (6) : 350-356.
- Feinberg (M.). 1996. La Validation des Méthodes d'Analyse : Une Approche Chimométrique de l'assurance qualité au laboratoire, Masson (Ed.), Paris, 457 p.
- Kouadio (N.) and Coulibaly (S.). 1996. Etude Comparée de Procédés Traditionnel de préparation d'une bière locale appelée Tchapalo, 2^{ème} journée annuelle de la SOACHIM du 29 juillet au 3 août 1996 Dakar.
- Madhava (R. K. V.) and Kalpana (R.). 1986. Carbohydrates and the ageing process in seeds of pigeonpea (*Cajans cajan* (L) millsp.) cultivars. Seeds Sci et Technol., 22 (6) : 495-501.
- Massart (D. L.) ; Vandeginste (B. G. M.) ; Deming (S. N.) ; Michote (Y.) and Kaufman (L.). 1988. Chemometrics : A Textbook, Elsevier, Amsterdam, 754 p.
- Piendl (J.) 1984. Wie gesund ist Bier ? Apoth. J., 6, 92-95.
- Yao (K. A.) ; Kouadio (N.), Coulibaly (A.) and N'zi (G.). 1995. Production du Tchapalo à partir du Sorgho en Côte d'Ivoire, in Meyonga J.M., Bezuneh T, Nwasike C. C., Sedego P.M. and Tenkouana A. (Eds.) Processing and Industrial Utilisation of Sorghum and Related Cereals in Africa. Proc. Regional Symposium, 22-26 Nov 1993 Ouagadougou, Burkina Faso. OAU/STRC-SAFGRAD. Ouagadougou, 55-60.