

ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE ET TECHNOLOGIQUE DE DEUX
TYPES DE COUSCOUS (ARTISANAL ET INDUSTRIEL).

par L. GUEZLANE et A. SENATOR

Département de Technologie des Industries

Agricoles et Alimentaires.

Institut National Agronomique-Alger -.

خلاصة :

- استهدفنا في هذه الدراسة مقارنة الصفات التكنولوجية والفيزيوكيميائية لنوعي الكسكسي اليدوي والصناعي وتبين من النتائج مايلي :
- 1- ان نسبة الرماد في كل النوعين اليدوي والصناعي اعلى منها في السميد الذي استخدم كمادة أولية في صناعة كل منهما .
 - 2- تدهورت العادة الطوية (الجزيرية) اثناء صناعة الكسكسي الصناعي بشكل ملحوظ .
 - 3- من الوجهة التكنولوجية اظهرت النتائج بان الكسكسي اليدوي تمتاز حبيباته بتجانس جيدة سطوحها ملساء ومنتظمة ، مستدير وبيضوي . وعلى عكس من ذلك فان حبيبات الكسكسي الصناعي غير متجانسة ، سطوحها خشنة واشكالها متباينة .
 - 4- اظهرت دلائل الانتفاخ IG2,IG1 لكل من النوعين من الكسكسي عدم وجود اي اختلاف محسوس .
 - 5- تبين وجود تفاوت بين نوعي الكسكسي من حيث قابليتها للطبخ ، و صفتي التلاصق والتفكك .

RESUME

Les caractéristiques physico-chimiques et technologiques du couscous artisanal et industriel ont été comparées :

- une nette augmentation du taux de cendres est enregistrée sur les couscous par rapport aux semoules dont ils sont issus.
- la dégradation des pigments caroténoïdes s'accroît en général avec l'avancement dans la chaîne de fabrication. Cette dégradation est plus importante chez le couscous industriel.

Sur le plan technologique, les résultats obtenus montrent que le couscous artisanal présente une bonne homogénéité, une surface beaucoup plus lisse et uniforme avec une prédominance des formes arrondies et ovales. Par contre le couscous industriel se caractérise par un état de surface rugueux et des formes hétérogènes.

- Les indices de gonflements IG1 et IG2 ne font pas ressortir des différences significatives entre les deux types de couscous.
- La tenue à la cuisson et le test de dégustation mettent en évidence des différences de collant et délitescence entre les deux couscous.

INTRODUCTION

La fabrication des pâtes alimentaires au niveau familial est une tradition chez les populations d'Afrique du Nord. Le couscous, agglomération de semoule de blé dur est la forme de pâtes alimentaires la plus fabriquée et la plus appréciée par la population rurale et urbaine du Maghreb.

Malgré l'actuelle diversification de l'alimentation, le couscous est le plat coutumier le plus apprécié et reste le plat des occasions et des fêtes. Il est généralement consommé avec de la sauce et des légumes, mais en été il est beaucoup plus apprécié avec du lait frais ou caillé.

Compte tenu d'une part des possibilités de recherches mises à notre disposition, et d'autre part des problèmes spécifiques à notre pays, il nous est apparu utile et même nécessaire, pour un pays consommateur de cet aliment, d'entreprendre des études afin de déterminer la notion de valeur couscoussière du blé dur.

1. MATERIEL D'ETUDE

Deux séries d'échantillonnage ont été étudiées. Chaque série comprend deux types de couscous (artisanal et industriel) confectionnés à partir d'un mélange de deux semoules ($\frac{2}{3}$ semoule fine et $\frac{1}{3}$ grosse semoule avec un taux d'extraction = 76%) dont les principales caractéristiques physico-chimiques sont représentées dans le tableau 1.

Le couscous industriel provient de la chaîne de fabrication de Sétif (Est-Algérien ci-joint le diagramme de fabrication). Le couscous artisanal provient d'un foyer familial de la même région.

Le niveau des prélèvements du couscous sur la chaîne de fabrication (Industriel et Artisanal) est le suivant :

1. Le premier échantillon est prélevé juste après roulage.

TABEAU 1. Principales caractéristiques physico-chimiques des semoules utilisées.

Caractéristique	Unités	Semoule A	Semoule B
Humidité	%	14,60 $\bar{+}$ 0,11	14,35 $\bar{+}$ 0,11
Coloration	ppm	7,85 $\bar{+}$ 0,03	7,60 $\bar{+}$ 0,05
Vitrosité	%	56,40 $\bar{+}$ 2,87	50,20 $\bar{+}$ 2,74
ACIDETE(gH ₂ SO ₄ /100g)	m.s	0,050 $\bar{+}$ 0,001	0,048 $\bar{+}$ 0,003
TAUX DE CENDRE	%m.s	0,78 $\bar{+}$ 0,01	0,79 $\bar{+}$ 0,01
$R^* = \frac{C_s}{C_g}$	-	0,40 $\bar{+}$ 0,01	0,39 $\bar{+}$ 0,01
HUMIDE	%	31,50 $\bar{+}$ 0,64	32,30 $\bar{+}$ 0,12
GLUTEN SEC	%	12,40 $\bar{+}$ 0,07	11,91 $\bar{+}$ 0,07
C.H. **	%	60,90 $\bar{+}$ 0,50	63,33 $\bar{+}$ 0,27
QUALITE du GLUTEN ELASTICITE	%	49,33 $\bar{+}$ 0,94	47,33 $\bar{+}$ 1,88
GLUTEN RUPTURE	Cm	24,30 $\bar{+}$ 1,24	23,00 $\bar{+}$ 0,81
Ref 800 u	%	27,50 $\bar{+}$ 0,40	29,80 $\bar{+}$ 0,21
" 630 u	%	89,50 $\bar{+}$ 0,65	37,50 $\bar{+}$ 0,41
" 560 u	%	6,80 $\bar{+}$ 0,17	7,40 $\bar{+}$ 0,020
GRANULOMETRIE			
" 500 u	%	15,10 $\bar{+}$ 0,31	11,30 $\bar{+}$ 0,20
" 380 u	%	3,00 $\bar{+}$ 0,09	4,10 $\bar{+}$ 0,08
" 250 u	%	2,10 $\bar{+}$ 0,02	2,90 $\bar{+}$ 0,13
Passé	%	6,00 $\bar{+}$ 0,35	7,00 $\bar{+}$ 0,23

* R = $\frac{\text{Cendres des semoules}}{\text{Cendres du grain entier}}$

** C.H. = $\frac{\text{Glute humide} \times \text{Gluten sec}}{\text{Gluten humide} \times 100}$

2. Le deuxième est prélevé à la sortie des séchoirs.
3. Le troisième c'est le couscous cuit.

II.- METHODES D'ANALYSES

2.1.- Méthodes physico-chimiques

2.1.1. Le dosage des protéines est déterminé selon la méthode KJELDAHL.

2.1.2. Le dosage des cendres est déterminé selon la méthode rapide à l'acétate de magnésie décrite par MATVEEF, 1960.

2.1.3. Le dosage de l'acidité "grasse " est déterminé par la méthode d'extraction à l'éthanol.

2.1.4. Extraction et détermination des propriétés mécaniques du Gluten.

* L'extraction est réalisée, à partir de 10g de couscous raffinés et réduits à l'état de farine, par lixiviation manuelle sous un mince filet d'eau salée (25%).

* La mesure de l'élasticité et de la rupture est déterminée dans les conditions de BENGONE, 1972.

2.1.5.- Le dosage des pigments caroténoïdes est réalisé après extraction au butanol normal saturé à 20% d'eau distillée (FERHAT et coll, 1962 - MATVEEF et coll, 1967).

2.2.- Méthodes technologiques

2.2.1. Analyses relatives au couscous sec

2.2.1.1. Volume spécifique - déterminé suivant la méthode décrite par HALIMI et coll, 1976.

2.2.1.2. Granulométrie - déterminée par tamisage dans les mêmes conditions que la semoule. Les ouvertures de mailles sont respectivement de 1250 μ - 100 μ - 800 μ - 630 μ - 500 μ .

2.2.1.3. Forme et état de surface du couscous : sont évalués par simple observation à la loupe (grossissement $\times 10$).

2.2.2.- Analyses relatives au couscous cuit.

2.2.2.1. Indices de gonflement G1 et G2

2.2.2.2. Tenue à la cuisson

- Délitescence nous renseigne sur l'état de désagrégation du couscous.
- Collant nous rend compte de l'agglutination de grumeaux entre-eux.

Le degré de délitescence et du collant ont été mesurés comme suit :

On prélève 5 mn. après la fin de la cuisson à la vapeur 50g de couscous dans un bêcher de 200 ml. On ajoute 100 ml d'eau distillée bouillante et on agite pendant 5mn sans chauffer. On verse le tout sur un tamis fin (n°10 nylon). On recueille l'eau et on l'évapore jusqu'au poids constant par ébullition au bain-marie puis à l'étuve (100°C).

Le résidu sec indiquant le degré de délitescence est exprimé en % de matière sèche du couscous après cuisson. Le collant est déterminé par examination du couscous retenu par le tamis (toucher et observation visuelle).

2.2.2.3.- Test de dégustation .- déterminé sur les couscous cuits servis sans sauce.

III.- RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1. Résultats physico-chimiques.

3.1.1. Teneur en protéines, quantité et propriétés mécaniques du gluten.

Les protéines jouent un rôle très important dans la qualité culinaire des pâtes, l'analyse des échantillons (tableau 2) montre que le taux de protéines est assez élevé (13,50% en moyenne) comparé aux valeurs trouvées respectivement pour BOUCHEKOUR, 1980 et DADA Moussa, 1977 (13% et 12 %).

Une telle teneur devrait assurer une bonne qualité culinaire comme le souligne MATVEEF, 1969 dans une étude granulométrique et physico-chimique des semoules.

Parallèlement, l'extraction du gluten a été difficilement réussie sur les couscous non précuits. La quantité extraite (tableau 2.) est relativement faible par rapport à celle des semoules soit un taux de diminution de 15,6%. Les pertes en extensibilité et en élasticité sont plus marquées dans le cas des couscous industriels (20 cm contre 24,3 cm pour les semoules) que pour les couscous "roulé-main" (23).

3.1.2. Evolution de la teneur en pigments caroténoïdes au cours du processus de fabrication.

Trois phases d'évolution ont été constatées au cours du processus de fabrication du couscous (tableau 3) :

- Première phase : semoule-couscous hydraté ou non précuit, la destruction des pigments est très prononcée (7,85 à 2,70 ppm soit 65,6% de perte).
- Deuxième phase : Couscous hydraté - couscous sec où le degré de destruction reste faible (2,70 à 2,35 ppm soit 13% de perte. Il semblerait que cette destruction est due principalement à l'action des enzymes lipolytiques et lipoxygénasiques (LAIGNELET et coll 1972, LINSTROCH, 1981).
- Troisième phase : Couscous sec-couscous cuit où nous avons constaté une très forte remontée des pigments au niveau des deux séries, phénomène que nous n'avons pas pu expliquer. Par ailleurs, nous avons remarqué que les pertes en pigments caroténoïdes sont plus importantes dans les couscous industriels (19,7%). LINSTROTH, 1981, attribue cette diminution à l'action mécanique du malaxeur.

Tableau 2. Teneur en protéines quantité et propriétés mécaniques du gluten extrait.

	SERIE A.		SERIE B.	
	CHIA	CHAA	CHIB	CHAB
Protéines % M.S	13,68 \pm 0,06	13,27 \pm 0,09	13,63 \pm 0,03	13,97 \pm 0,03
Gluten humide (%)	33,4 \pm 1,9	35,6 \pm 0,8	30,4 \pm 0,2	31,8 \pm 0,7
Gluten sec (%)	11,1 \pm 0,3	12,0 \pm 0,7	11,0 \pm 0,4	11,7 \pm 0,4
Capacité d'hydratation * (%)	66,7 \pm 1,6	66,3 \pm 1,2	63,8 \pm 0,8	63,2 \pm 0,9
Extractibilité (%)	81,8 \pm 1,8	91,8 \pm 1,6	78,9 \pm 1,1	80,7 \pm 1,4
Elasticité (%)	47,7 \pm 2,0	47,6 \pm 2,4	47,6 \pm 2,4	46,3 \pm 1,7
Rupture (cm)	20,0 \pm 0,8	23,0 \pm 0,4	19,3 \pm 1,2	22,3 \pm 0,5

$$* \text{ Extractibilité} = \frac{\text{Teneur en gluten sec}}{\text{Teneur en protéines}} \times 100$$

Tableau 3. - Evolution de la teneur en pigments caroténoïdes au cours du processus de fabrication du couscous (p.p.m.)

SERIES	ECHANTILLONS	p.p.m.	PERTES %
SERIE A.	SEMOULE 1	7,85 $\bar{+}$ 0,03	
	C H I A	2,70 $\bar{+}$ 0,03	65,6
	C H A A	2,90 $\bar{+}$ 0,04	63,0
	C S I A	2,35 $\bar{+}$ 0,04	70,0
	C S A A	2,85 $\bar{+}$ 0,03	63,7
	C C I A	6,30 $\bar{+}$ 0,03	19,7
	C C A A	7,00 $\bar{+}$ 0,06	10,8
SERIE B.	SEMOULE 2	7,60 $\bar{+}$ 0,06	-
	C H I B	2,60 $\bar{+}$ 0,02	65,8
	C H A B	2,95 $\bar{+}$ 0,04	61,2
	C S I B	2,40 $\bar{+}$ 0,05	68,4
	C S A B	2,70 $\bar{+}$ 0,03	64,5
	C C I B	6,50 $\bar{+}$ 0,07	14,5
	C C A B	6,85 $\bar{+}$ 0,03	9,8

3.1.3. Teneur en cendres et en acidité grasse

Appréciables par les nutritionnistes à cause de leur haute teneur en phosphates assimilables, les matières minérales peuvent déprécier l'aspect des pâtes en leur communiquant une teinte brune et uniforme.

Une nette augmentation (31% à 63%) du taux de cendres est enregistrée sur les couscous par rapport aux semoules dont ils sont issus. Cette augmentation résulte de l'apport d'éléments minéraux, contenus dans l'eau pendant la phase de roulage. L'analyse des deux couscous (industriel et artisanal) fait ressortir une différence de 0,20% (tableau 4.). Deux causes peuvent être à l'origine de cette différence :

- . L'addition de sel (fabrication de couscous artisanal).
- . La granulométrie des semoules utilisées.

L'acidité grasse obtenue (Tableau 5) est conforme aux normes qui exigent que l'acidité du produit fini (pâtes alimentaires, couscous) doit être égale à celle de la semoule avec une tolérance de 10% soit un maximum de 0,055% (E.R.I.A.D.).

Tableau 4. Teneur en cendres des couscous cuits (% m.s)

S E R I E A.		S E R I E B.	
C C I A	C C A A	C C I B	C C A B
1,08 \pm 0,05	1,23 \pm 0,05	1,04 \pm 0,04	1,29 \pm 0,03

Tableau 5. Acidité grasse (exprimée en H_2SO_4 par 100g M.S.) des couscous secs.

S E R I E A		S E R I E B	
C C I A	C C A A	C C I B	C C A B
0,040 \pm 0,002	0,037 \pm 0,0001	0,038 \pm 0,002	0,040 \pm 0,002

Tableau 6. Granulométrie et volume spécifique des
couscous secs.

Ouvertures des tamis (mic)	SERIE A		SERIE B	
	C S I A	C S A A	C S I B	C S A B
Refus 1250	3,8 $\bar{+}$ 0,1	12 5 $\bar{+}$ 0,5	5,3 $\bar{+}$ 0,8	13,0 $\bar{+}$ 0,2
Refus 1000	33,8 $\bar{+}$ 0,1	32,9 $\bar{+}$ 0,4	36,3 $\bar{+}$ 0,6	31,5 $\bar{+}$ 0,7
Refus 800	38,7 $\bar{+}$ 0,1	50,8 $\bar{+}$ 0,2	38,6 $\bar{+}$ 0,6	53,3 $\bar{+}$ 0,8
Refus 630	21,0 $\bar{+}$ 0,7	3,8 $\bar{+}$ 0,3	18,5 $\bar{+}$ 0,6	2,2 $\bar{+}$ 0,1
Refus 500	2,0 $\bar{+}$ 0,5	-	1,1 $\bar{+}$ 0,1	-
Refus	0,7 $\bar{+}$ 0,2	-	0,2 $\bar{+}$ 0,1	-
Granulomé- trie médiane	927 mic	958 mic	945 mic	956 mic
Volume fièvre (expri- mé en ml)	65,7 $\bar{+}$ 0,4	68,7 $\bar{+}$ 0,5	66,1 $\bar{+}$ 0,2	63,3 $\bar{+}$ 0,5

3.2. Résultats technologiques

3.2.1. Granulométrie et volume spécifique du couscous sec

Les résultats obtenus montrent que le couscous artisanal présente une bonne homogénéité. Sa granulométrie médiane et son volume spécifique sont légèrement supérieurs à ceux du couscous industriel (Tableau 6.).

Dans une étude portant sur les possibilités d'incorporation de légumes secs dans la fabrication du couscous, BOUCHEKOUK, 1980 signale l'existence d'une corrélation positive entre le volume spécifique et la granulométrie. Ceci n'a pas été vérifié dans la présente étude dans la mesure où le travail a porté sur des couscous de même type (moyen).

Parallèlement à cette analyse, des observations à la loupe (G x10) ont été réalisées sur le couscous sec pour déterminer la forme et l'état de surface. Les grains de couscous "roulé-main" présentent des surfaces beaucoup plus lisses et plus uniformes avec une prédominance des formes arrondies et ovales ; par contre ceux du couscous industriel se caractérisent par un état de surface rugueuse et des formes très hétérogènes.

3.2.2. Résultats relatifs aux couscous cuits

Le couscous sec est apprécié par trois facteurs à savoir : les indices de gonflement, la tenue à la cuisson et le test de dégustation.

Les résultats relatifs aux deux indices de gonflements IG1 et IG2 ne font pas ressortir des différences significatives entre les deux types de couscous. Par contre, une nette différence a été notée au niveau de la tenue à la cuisson. En effet, le couscous industriel est collant et très délitescent avec un degré d'individualisation des grains insuffisants

(présence de grumeaux) par contre le couscous artisanal présente une bonne tenue à la cuisson (non collant et peu délitescent), le degré d'individualisation des grains est satisfaisant (tableau 7). Le degré de délitescence est influencé par la granulométrie du couscous : plus le couscous est fini, plus les pertes en matières sèches sont importantes (ALUKA, 1980). Dans notre présente étude on accuse beaucoup plus l'opération de roulage très délicate car c'est à cette phase que les caractéristiques physiques du produit fini sont établies.

Tableau 7 Résultats relatifs aux couscous cuits

PARAMETRES	SERIE A		SERIE B	
	C C I A	C C A A	C C I B	C C A B
1.- Indices de gonflement				
IG1	103,85 \pm 0,40	104,61 \pm 0,36	103,61 \pm 0,81	104,18 \pm 0,52
IG2	158,38 \pm 0,72	162,91 \pm 0,17	158,98 \pm 0,33	163,80 \pm 0,30
2.- Collant* (1-10)	5	8	5	8
3.- Délitescence	5,92 \pm 0,23	5,32 \pm 0,11	6,82 \pm 0,26	5,58 \pm ,0,17
4.- Individualisation	+	+++	+	+++

* 1 = très collant

10 = non collant

* + = Présence de mottes et grumeaux

++ = Moyenne

+++ = Bonne.

Pour compléter les analyses physico-chimiques et technologiques nous avons soumis les échantillons du couscous (cuits et secs) à un test de dégustation.

Les résultats obtenus montrent que les deux séries sont identiques, par contre les deux types de couscous présentent des différences au niveau de chaque test. Le couscous artisanal se caractérise par une couleur normale, un aspect régulier, une uniformité de la surface et un degré de collant et de délitescence faible. Il est beaucoup mieux apprécié que le couscous industriel qui présente une grenaison très irrégulière avec un degré de collant et de délitescence très prononcé.

CONCLUSION

L'étude comparative des deux types de couscous fait ressortir des différences sur le plan physico-chimiques tels que la teneur en gluten, ses propriétés mécaniques ainsi que la richesse en matières minérales. Au niveau des résultats technologiques, nous avons constaté des différences notamment au niveau de la forme, et de l'homogénéité granulométrique.

Le test d'acceptabilité semble confirmer les données physico-chimiques et technologiques. Considérant l'ensemble des données, il semble que les caractéristiques exigées d'un bon couscous sont directement liées à la qualité des semoules mises en oeuvre. Cette semoule doit avoir une granulométrie homogène, une couleur jaune ambrée, une saveur agréable avec absence de particules de sons et d'impuretés.

BIBLIOGRAPHIE

- ALUKA K., 1981 .- Etude et optimisation des conditions d'hydratation, de cuisson et de séchage de semoules de maïs en vue de fabrication de couscous de maïs.
Thèse , Ing. I.N.R.A. Montpellier.
- BENGONE J.M.,1972.- Etude des modifications de certaines propriétés physico-chimiques des protéines des pâtes alimentaires sous l'action de traitements thermiques.
Thèse D.E.A. Montpellier.
- BOUCHEKOUK H.,1980.- Etude des possibilités d'incorporation de légumes secs dans la fabrication du couscous. Thèse Ing. I.N.A. El-Harrach -Alger.
- DADA MOUSSA H., 1977.- Essai de supplémentation des pâtes alimentaires et du couscous par le pois-chiche .
Thèse Ing. I.N.A.-Alger.
- FERHAT A. et BOUGUERRA M.,1972.- Observations sur la coloration des pâtes de blé dur .
Annal. I.N.R.A. Tunisie , 35 , 29 - 49.
- HALIMI C. LAVAYSSIERE F. et TRENTESAUX E.,1976.- Recherche des meilleures conditions d'utilisation du Sorgho par diversification de produit de 2ème transformation compte rendu : D.G. R.S.T., 74-7-1225, 81-85.
- LAIGNELET B., KOBREHEL K. et FEILLET P.,1972 .- Le problème de la coloration des pâtes alimentaires. Ind. Alim. Agric, 4 , 413-425
- LINSTROTH K., 1981 .- Wat's new color in semolina and macaroni.
Macaroni . Journal , 63, 2, 16 -17.
- MATVEEF M.,1960.- Méthode rapide de dosage des matières minérales dans le blé et les produits de mouture.
Acad. Agric. France. Extrait du procès-verbal du 09 Mars 1960, 285-287.

MATVEEF M., et ALAUSE J., 1967 .- Microtest des pâtes alimentaires appliqué à la sélection des blés durs. Lab. Tech. Blés durs et riz, 11 -17.

MATVEEF M.,1969.- Etude granulométrique et physico-chimiques des semoules industrielles.
Bull. AE.E.F. Meunerie, 230, 75-82.

ABREVIATIONS

C H I A	: Couscous hydraté industriel , série A
C H I B	: Couscous hydraté industriel , série B
C H A B	: Couscous hydraté artisanal , série A
C S I A	: Couscous sec industriel , série A
C S I B	: Couscous sec industriel , série B
C C I A	: Couscous cuit industriel , série A
C C A A	: couscous cuit artisanal , série A
C C I B	: Couscous cuit industriel , série B
C C A B	: Couscous cuit artisanal , série B