

Etude du procédé traditionnel de cuisson-séchage du gari

Study of the traditional cooking-drying of gari

G. CHUZEL * & **, N. ZAKHIA *, D. GRIFFON *

** CIRAD-SAR, Montpellier (France)*

*** UNESP-FCA, Botucatu (Brésil)*

- Résumé -

Le gari est une semoule de manioc, fermentée et séchée, très répandue en Afrique de l'Ouest. L'opération unitaire de cuisson-séchage joue un rôle majeur dans le procédé de transformation du manioc en gari, étant donné son impact sur la qualité nutritionnelle et organoleptique de ce produit.

Des suivis de l'opération traditionnelle de cuisson-séchage du gari ont été réalisés au Togo, afin d'analyser les mécanismes mis en jeu lors de cette opération. Des échantillons de gari ont été prélevés tout au long de la cuisson-séchage ; la qualité de leur cuisson a été évaluée par le taux de gélatinisation de l'amidon.

Le « tour de main » des opératrices au Togo consiste à alimenter le canari de cuisson avec un chargement progressif de pulpe de manioc. En effet, ceci permet de maintenir la pulpe dans des conditions de température et de teneur en eau favorables au processus de gélatinisation de l'amidon, au début de l'opération. L'agitation ultérieure vise à briser les grumeaux formés et donc à favoriser l'élimination de l'eau du produit et l'obtention d'un aspect granulaire.

Le couple température-teneur en eau est prépondérant dans l'opération de cuisson-séchage du gari. Cependant, compte tenu du chargement progressif de la pulpe, aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre la teneur en eau moyenne de la pulpe et l'évolution de son taux de gélatinisation. Il semble que les phases interdépendantes de cuisson (gélatinisation) et de séchage ne soient pas dissociables sur l'ensemble de l'opération. Ainsi, le savoir-faire traditionnel vise, de façon empirique, à réduire le caractère limitant du séchage vis-à-vis du phénomène de gélatinisation.

- Abstract -

Gari is a fermented and dried cassava coarse flour (semolina) widely spread in West Africa. In gari processing, the cooking-drying step has a great influence on the nutritional quality and organoleptic characteristics of gari.

Traditional cooking-drying of gari in Togo was studied, in order to understand the mechanisms involved in this operation. Gari samples were taken along the cooking-drying and their « cooking » stage was assessed by measuring starch gelatinization.

Traditionally, togolese gari processors (women) progressively load cassava pulp into the cooking clay vessel (canary). Indeed, this enables maintaining such favourable conditions of temperature and water content that starch undergoes gelatinization, especially in the beginning of « cooking ». Subsequent stirring then breaks the lumps and allows the water to go out of the product, which gives to gari its granular form.

Both of temperature and water content play a major role in the cooking-drying of gari. However, according to the progressive loading of cassava pulp to be cooked, no correlation has been found between the average water content and the gelatinization evolution of cassava pulp. Cooking (gelatinization) and drying steps seem to be strongly inter-dependent and not clearly dissociable throughout the whole operation. The traditional know-how of gari processing appears to be an empirical manner for equilibrating the experimental conditions in such a way that drying could not rank before gelatinization has completely set up.

1. Introduction

Le gari, une semoule de manioc fermentée et séchée, tient une place prépondérante dans la ration alimentaire des populations du golfe du Bénin (Odigboh, 1983). Il est préparé par les femmes, suivant le procédé traditionnel suivant, dont le diagramme est donné à la figure 1 (Odigboh, 1983, Chuzel *et al.*, 1986, 1988) : les racines de manioc fraîchement déterrées sont décolletées puis épluchées à la main avec des machettes. Elles sont ensuite lavées puis mises sous forme d'une pulpe à l'aide d'une râpe artisanale constituée d'une plaque métallique perforée ayant des excroissances pointues. La pulpe est versée dans des paniers en tresse de paille, ou dans des sacs de jute sur lesquels on dispose de lourdes pierres pour faciliter l'égouttage du produit. La pulpe est laissée ainsi pendant 2 à 6 jours, suivant l'acidité recherchée ; c'est en effet au cours de cette phase de pressage que se développe une fermentation naturelle de la pulpe. Le gâteau de presse est alors émietté à la main pour redonner à la pulpe une structure granulaire et passé au travers d'un tamis traditionnel constitué de lianes tressées pour en éliminer fibres et inrâpés. La pulpe est déposée dans des canaris d'argile, chauffés sur un feu de bois, jusqu'à ce qu'un degré suffisant de gélatinisation de l'amidon soit atteint, et que la teneur en eau du produit soit suffisamment basse pour assurer une bonne conservation du produit. Les femmes doivent continuellement agiter la pulpe avec une calebasse pour éviter la formation de grumeaux ou de crêpes, ou un trop fort toastage du gari. Cette dernière opération de cuisson-séchage est appelée « garification ». Elle constitue avec la fermentation un étape importante dans l'obtention des qualités requises au niveau du produit final : couleur, granulométrie, degré de cuisson, pouvoir de gonflement, digestibilité... (Favier, 1969 a, b ; Ikediobi et Onyike, 1983, a, b ; Ajibola *et al.*, 1987 a, b).

La qualité de cuisson du gari peut être appréciée par son taux de gélatinisation (Zakhia, 1985, Chuzel, 1989), dont la valeur doit être supérieure à 65 % pour une bonne acceptabilité du produit par les consommateurs. Le traitement thermique lors de la garification avec des teneurs en eau initiales de la pulpe entre 1,0 et 1,2 kg d'eau/kg m.s., largement en dessous des conditions d'excès d'eau, affecte les conditions de gélatinisation (Donovan, 1979, Duprat *et al.*, 1980, Van Den Berg, 1981) : augmentation de la température de début de gélatinisation, limitation de l'attaque hydrothermique, gonflement limité, masse solubilisée faible..., dont les répercussions se retrouvent au niveau de la qualité finale du gari.

Cette cuisson traditionnelle constitue un tour de main, que nous nous proposons d'analyser pour mieux appréhender les procédés mis en jeu lors de cette opération.

OPÉRATIONS UNITAIRES ET QUALITÉ DU PRODUIT

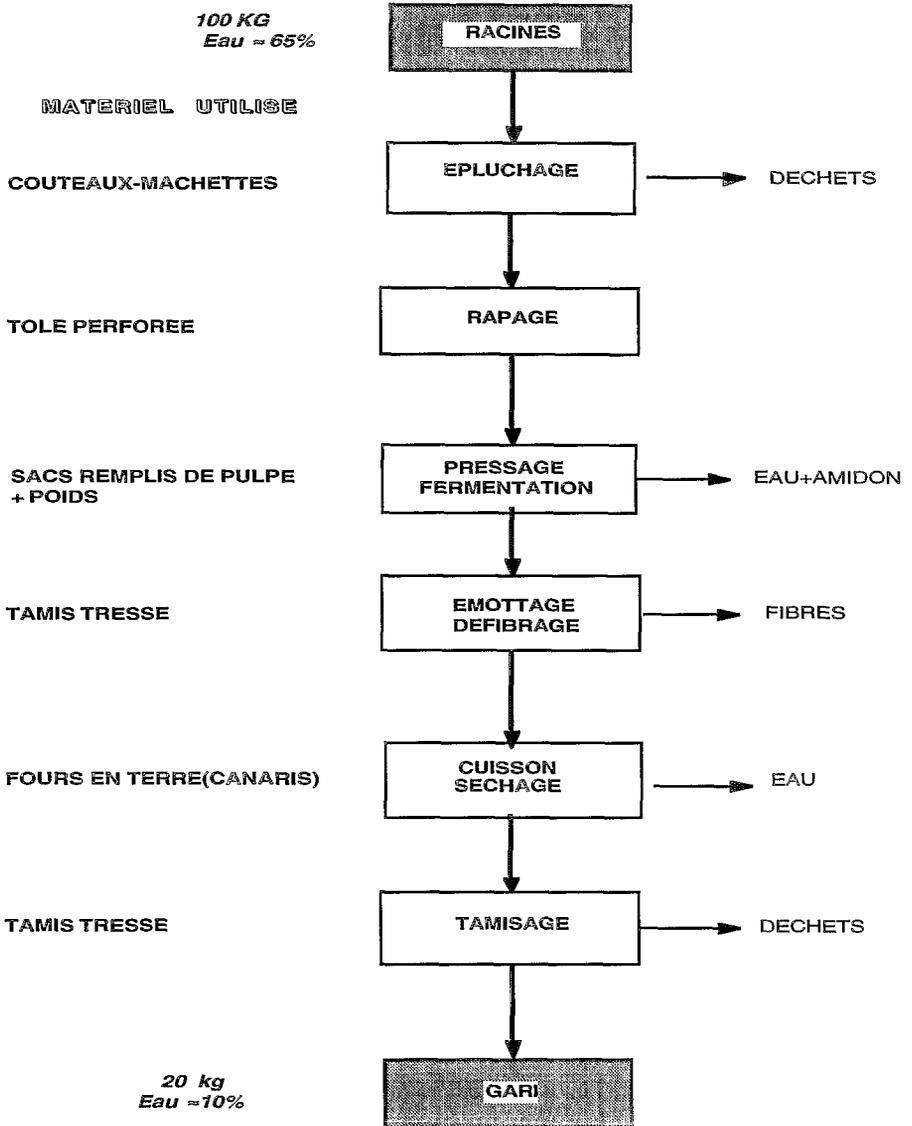


Figure1
Diagramme du procédé traditionnel de fabrication du gari

2. Matériels et méthodes

2.1 Conditions expérimentales

Un suivi en parallèle de cuisson-séchage du gari avec deux opératrices reconnues localement pour leur savoir-faire, a été réalisé à Davié (Togo).

Les canaris de cuisson utilisés sont des bacs en terre cuite de 3 à 4 cm d'épaisseur en forme de calotte sphérique évasée de 1 m de diamètre. Les canaris sont déposés sur un foyer trois pierres alimenté en bois de feu. Une instrumentation minimale a été mise en place pour déterminer les températures de parois en quatre points et celle de la pulpe (sondes de température de contact et d'ambiance reliées à un thermomètre à affichage numérique AOIP à 6 voies).

La pulpe utilisée pour ces essais de cuisson a été préparée sur une ligne semi-mécanisée dans les conditions normales du procédé avec une durée de fermentation de 48 heures à partir d'un manioc de variété togolaise 512/324. La teneur en eau initiale de la pulpe était voisine de 1 kg d'eau par kg de matière sèche.

Les échantillons une fois prélevés ont été séchés à l'étuve à 30 °C jusqu'à une teneur en eau de l'ordre de 10 % (b.h.) pour la détermination ultérieure de leur taux de gélatinisation.

2.2 Méthodes analytiques

La détermination de la teneur en eau a été faite par dessiccation dans une étuve à 105 °C pendant 24 heures avec trois répétitions.

Le taux de gélatinisation est déterminé par la méthode de Mestres (1986) de digestibilité de l'amidon à l'amylglucosidase, dont le protocole est dérivé des méthodes de Chiang & Johnson (1977) et de Kainuma *et al* (1981) ; il est exprimé par le rapport :

$$Tg (\%) = \frac{E - N}{G - N} \times 100$$

où E, N et G sont les pourcentages d'amidon hydrolysé respectivement dans l'échantillon, l'échantillon natif et l'échantillon complètement gélatinisé, le glucose libéré par l'hydrolyse étant dosé par la méthode de Bergmeyer & Bernt (1975) à la glucose-oxydase-peroxydase-ABTS.

Le test de Wilcoxon du classement des différences d'observations appareillées a été utilisé pour comparer la distribution des variables observées sur les deux cuissons.

3. Résultats et discussions

Le suivi du chargement de la pulpe de manioc lors de la cuisson traditionnelle présentée à la figure n° 2 met en évidence un chargement progressif, qui s'étale sur près de la moitié de l'opération, ce qui conduit donc à une dispersion du temps de séjour du produit dans le rapport de 1 à 2, dont, a priori, les conséquences peuvent être importantes sur l'homogénéité du produit fini.

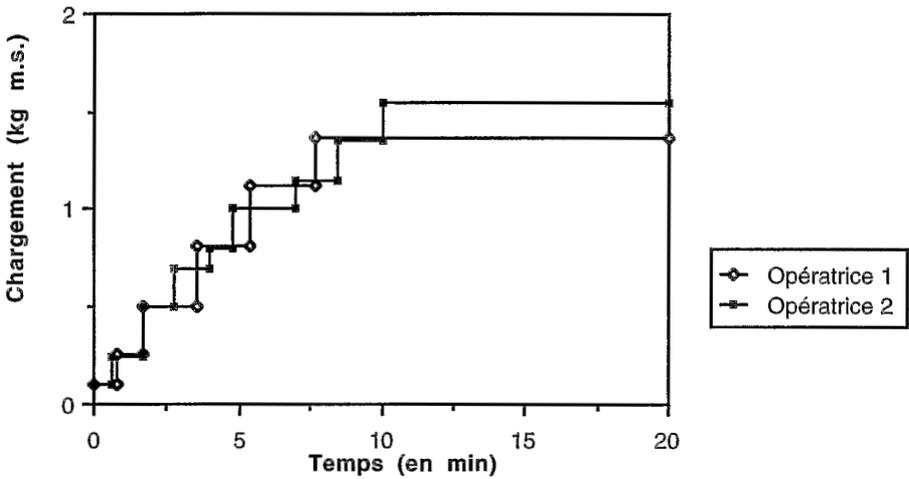


Figure 2

Chargement de la pulpe de manioc au cours de la cuisson traditionnelle

Nous notons également sur cette figure la similitude du mode de chargement pour les deux opératrices. Le test de Wilcoxon montre qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % sur les valeurs de la variable chargement.

La principale conséquence de ce chargement progressif est de permettre le maintien de la surface du canari à une température pratiquement constante aux alentours de 90 à 95 °C, comme le montre la figure 3. Ces températures de plaque sont inférieures aux valeurs citées dans la littérature (120 à 130 °C), (Muchnik et Vinck, 1984; Vinck, 1982).

Là encore, un test de Wilcoxon sur les variables température de plaque et température du produit permet de conclure à l'identité des distributions de ces deux variables pour les deux opératrices.

La température de pulpe, tant lors du premier chargement que lors des différents chargements ultérieurs successifs, atteint très rapidement des valeurs entre 60 et 80 °C, pour lesquelles le phénomène de gélatinisation à une teneur en eau de 1 kg d'eau/kg m.s. peut intervenir. Chuzel (1989) donne une valeur de l'ordre de 65 °C comme température de début de gélatinisation pour une teneur en eau entre 1,2 et 0,45 kg/kg.

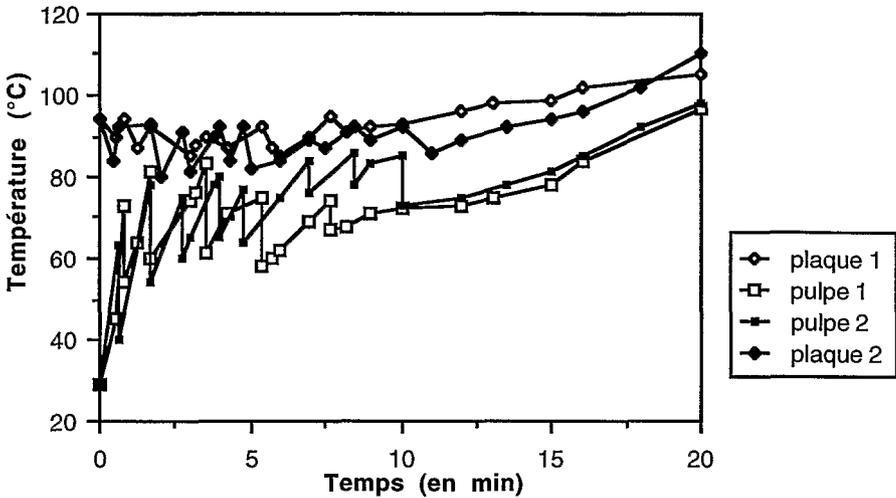


Figure 3

Evolution des températures de plaque (moyenne sur quatre points) et de pulpe

Nous signalerons également qu'entre deux chargements successifs, la pulpe est par intermittence rassemblée en tas sur un côté du canari ; cette pratique doit permettre d'améliorer les transferts de chaleur dans la couche du produit comme entre le produit et la paroi, contribuant ainsi à une augmentation de la température au cœur du produit. De plus, cette phase statique limite également le départ d'eau vers l'atmosphère ambiante, ce qui, conjugué à l'augmentation de température, offre des conditions plus favorables pour le phénomène de gélatinisation de l'amidon dont l'étendue dépend du couple température-teneur en eau,

L'agitation du produit qui suit cette phase vise avant tout à briser les grumeaux formés adhérant à la plaque sous forme de « crêpes » ou à l'intérieur même de la couche ; en effet, du fait de la gélatinisation de l'amidon, la pulpe devient collante et d'une certaine manière visqueuse avec une forte tendance des particules à s'agglomérer.

En fin d'opération, nous relevons une élévation de température de la plaque (100-105 °C) et de la pulpe (80-90 °C), l'énergie fournie étant alors utilisée principalement sous forme de chaleur sensible. Cette élévation de température conjuguée à une faible teneur en eau de la pulpe conduit à un toastage du produit.

L'agitation de la pulpe au cours de l'opération doit conduire à une certaine homogénéisation de la teneur en eau du produit dans le canari après les chargements successifs de la pulpe. Si nous représentons les points expérimentaux, des teneurs en eau en fonction du temps, nous sommes loin de retrouver les allures

connues de courbes de séchage, les points paraissant alignés. Le lissage de ces points expérimentaux par une régression linéaire (figure n° 4) confirme ce constat, où nous avons une bonne représentation des allures de séchage avec des coefficients de corrélation de 0,98 et 0,99 ($p < 0,05$).

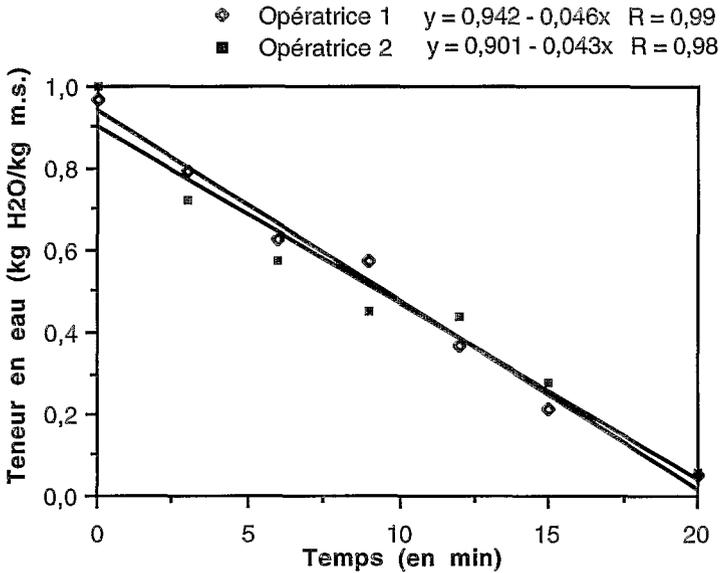


Figure 4
Lissage des courbes de séchage par une régression linéaire

Le chargement progressif a également pour conséquence de conserver la vitesse de séchage constante au cours de l'opération de cuisson séchage et donc de maintenir plus longtemps des conditions de teneurs en eau plus élevées, favorisant ainsi le processus de gélatinisation.

En retenant l'hypothèse de la constance de la vitesse de séchage, nous pouvons calculer à partir des valeurs de la masse de matière sèche chargée, la masse de matière fraîche dans le canari en fonction du temps. Les courbes correspondantes données à la figure n° 5 montrent que la quantité maximale de produit se trouvant dans le canari est de l'ordre de 2,2 kg pour quelques 3 kg de pulpe traitée.

Les productions de gari pour les deux opératrices sont voisines, de l'ordre de 1,5 kg par cuisson, soit une capacité horaire pour une opératrice aux environs de 4,5 kg de gari.

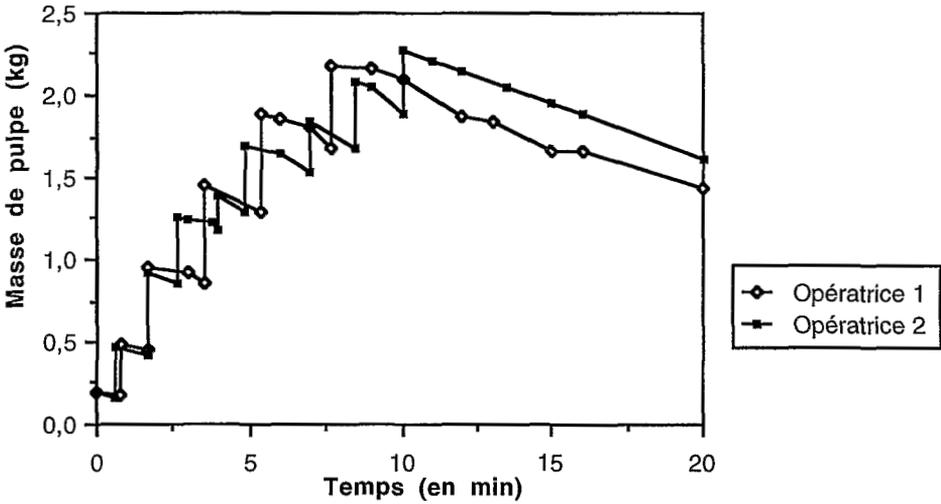


Figure 5

Evolution de la matière fraîche dans le canari en fonction du temps

Les courbes d'évolution du taux de gélatinisation et de la teneur en eau de la pulpe en fonction du temps sont données à la figure n° 6. Le taux final obtenu de l'ordre de 70 % correspond aux valeurs requises pour l'acceptabilité du produit.

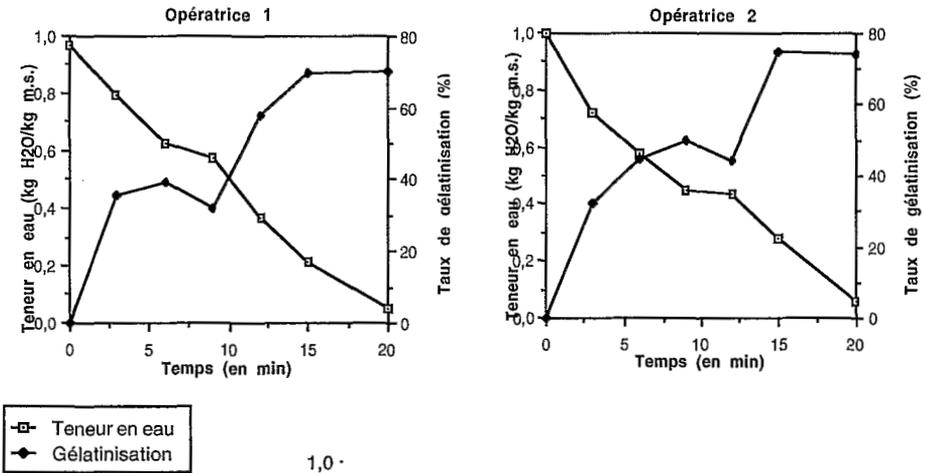


Figure 6

Teneurs en eau et taux de gélatinisation en fonction du temps

Compte tenu des conditions de chargement progressif, nous ne pouvons mettre en évidence aucune corrélation entre la teneur en eau moyenne de la pulpe et l'évolution du taux de gélatinisation, les phases de gélatinisation et de séchage n'étant en fait en fait pas dissociables sur la quasi totalité de l'opération.

En effet, dans les deux cas, sur les 20 minutes de la durée de l'opération, quelques 15 minutes sont nécessaires pour atteindre le taux de gélatinisation final. La teneur en eau au bout de ces 15 minutes est de l'ordre de 0,3-0,25 kg d'eau/kg m.s., pour laquelle le phénomène de gélatinisation de l'amidon. est inhibé : Gévaudan (1989) et Chuzel (1989) donne une valeur limite de 0,36 Kg d'eau/kg m.s., pour l'amidon de manioc qui est voisine de celle rencontrée pour d'autres amidons, Anderson (1979) pour la pomme de terre, Lund (1984) pour le riz.

4. Conclusion

Nous disposons d'une description précise de la technique utilisée lors du procédé traditionnel de cuisson de la pulpe de manioc. Toutefois, compte tenu du mode de chargement progressif de la pulpe, qui constitue d'ailleurs l'un des « tours de main » de l'opératrice, le suivi des paramètres de cuisson (température, teneur en eau) et des principaux critères liés à cette opération (taux de gélatinisation) ne permet pas de faire ressortir des corrélations entre ces différents paramètres.

Cette technique de chargement progressif permet en fait à l'opératrice d'éviter une chute brutale de la température de plaque et de maintenir ainsi la pulpe dans le canari tout au long de la phase de chargement dans des conditions de température et de teneur en eau favorables au développement du processus de gélatinisation, dont l'étendue est fonction de ce couple teneur en eau-température. De ce fait, les deux phénomènes sont interdépendants et le savoir-faire traditionnel mis en œuvre vise à réduire le caractère limitant du séchage vis-à-vis du phénomène de gélatinisation.

Dans l'optique d'une mécanisation de cette opération, où il est difficile de vouloir reproduire cette technique traditionnelle, il convient de disposer des domaines de teneurs en eau et de températures permettant d'assurer un taux de gélatinisation du gari suffisant, et de maîtriser l'influence du séchage du produit sur l'étendue du processus de gélatinisation de l'amidon.

Bibliographie

AJIBOLA (O.O.), IGE (M.T.), MAKANJUOLA (G.A.), 1987a - Preliminary studies of a new technique of cassava mash gelatinization. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 36 : 97-100.

AJIBOLA (O.O.), MAKANJUOLA (G.A.), ALMAZAN (A.M.) 1987b - Effects of processing factors on the quality of gari produced by a steam gelatinization technique. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 38 : 313-320.

ANDERSON (R.A.), CONWAY (H.F.), PFEIFFER (V.F.), GRIFFIN (E.L.), 1979 - Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. *Cereal Science Today*, 14, (1) : 4-7.

BERGMEYER (H.U.) BERNT (E.), 1975 - In : *Methods of enzymatic analysis*. Bergmeyer, H. U., Ed, volume 3, Academic Press, New-York : 205.

CHIANG (C. J.) JOHNSON (J. A.), 1977 - Measurement of total and gelatinized starch by glucomylase and o-toluidine reagent. *Cereal Chemistry*, 54, (3) : 429-435.

CHUZEL (G.), 1989 - *Etude des traitements technologiques intervenant lors de la transformation du manioc en gari*. Thèse de Docteur-ingénieur, ENSAM, Montpellier, 195 p.

CHUZEL (G.), GAUTHIER (P.) GRIFFON (D.), 1986 - Un cas concret de coopération industrielle au Togo pour la transformation du manioc en gari. *Machinisme Agricole Tropical*, 96 : 57-66.

CHUZEL (G.), GEVAUDAN (A.) GRIFFON (D.), 1988 - *Cassava processing for gari production*. Agricultural Engineering International Conference, Paris, March 2-5-1988.

DONOVAN (J. W.), 1979 - Phase transitions of the starch - water system, *Biopolymers*, 18 : 263-275.

DUPRAT (F.), GALLAND (D), GUILBOT A.), MERCIER C.) ROBIN (J.P.), 1980 - *L'amidon dans les polymères végétaux*, Ed. Bernard Monties, Gauthier-Villars.

FAVIER (J.C.), 1969a - Etudes de la digestibilité « in vitro » de l'amidon de diverses plantes alimentaires du Sud-Cameroun, *Ind. Alim. Agric.*, 3 : 239-248.

FAVIER (J. C.), 1969b - Valeur alimentaire de deux aliments de base africains : le manioc et le sorgho. *Ind. Alim. Agric.*, 86, (1) : 9-13.

- GEVAUDAN (A.), 1989 - *Etude du séchage par contact des milieux granulaires agités. Application à l'opération de cuisson-séchage de la pulpe de manioc*. Thèse, Institut des sciences appliquées, Lyon, 182 p.
- IKEDI OBI (C. O.), ONYIKE (E.), 1982a - Linamarase activity and detoxification of cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) during fermentation of gari production. *Agr. Biol. Chem.*, 44, (6) : 1667-1669.
- IKEDI OBI (C.O.), ONYIKE (E.), 1982 b - The use of linamarase in gari production. *Process Biochemistry*, 17, (4) : 2-5.
- KAINUMA (K.), MATSUNAGA (F.), ITAGAWA (M.), KOBAYACHI (S.), 1981 - New enzyme system beta-amylase-pullulanase to determine the degree of gelatinization and retrogradation of starch and starchy products. *Journal of Japan Society of Starch Science*, 31, (9) : 293-300.
- LUND (D.), 1984 - Influence of time, temperature, moisture, ingredients and processing conditions on starch gelatinization. *CRC Critical Reviews in Fd Sc. Nutrition*, 20, (4) : 249-271.
- MESTRES (C.), 1986 - *Gélification d'amidons de maïs modifiés thermiquement. Application à la fabrication de pâtes alimentaires sans gluten*. Thèse, UFR des sciences de la nature, Nantes, France, 156 p.
- MUCHNIK (J.) VINCK (D.), 1984 - *La transformation du manioc - Technologies autochtones*. ACCT Paris, 172 p.
- ODIGBOH (E.U.), 1983 - Cassava : production, processing and utilization. In : *Handbook of tropical foods*. Chan, H.I. Jr, Ed, Marcel Dekker, INC., N.Y. : 168.
- VAN DEN BERG (C.), 1981 - *Vapour sorption equilibria and other water interactions ; a physical approach*. Thèse, Un. Wageningen (Pays-Bas).
- VINCK (D.), 1982 - *La transformation du manioc en gari*. Thèse. Fac. sc. agr. Gembloux, Belgique : 220 p.
- ZAKHIA (N.), 1985 - *Etude de l'opération de cuisson-séchage du gari*. Memoire ENSIA-SIARC, Montpellier, France.