

**CODE D'USAGES POUR LA RÉDUCTION DE L'ACIDE
CYANHYDRIQUE (HCN) DANS LE MANIOC ET LES PRODUITS À BASE DE MANIOC
(CAC/RCP 73-2013)**

INTRODUCTION

1. L'acide cyanhydrique (HCN) est un composé volatil qui s'évapore rapidement dans l'air à des températures supérieures à 28°C et qui se dissout rapidement dans l'eau. Il peut aisément se perdre durant le transport, l'entreposage et l'analyse des échantillons.
2. L'acide cyanhydrique est un composé chimique qui peut être libéré à partir des glycosides cyanogènes qui sont des constituants naturels de certaines plantes comme: les amandes amères, le sorgho, le manioc, les haricots de Lima, les fruits à noyau et les pousses de bambou. Par conséquent, les mesures de réduction et d'élimination de l'acide cyanhydrique (HCN) doivent se concentrer sur le précurseur c'est-à-dire les glycosides cyanogènes et les cyanohydrines.
3. L'acide cyanhydrique peut être toxique pour les humains et les animaux et le degré de toxicité dépend de la quantité consommée.
4. Le manioc est une denrée de consommation courante contenant des glycosides cyanogènes. Les plants de manioc y compris les racines contiennent l'enzyme linamarase qui dégrade les glycosides cyanogènes pour libérer la cyanohydrine qui se dissocie à des faibles niveaux d'acidité pour produire l'acide cyanhydrique. Le degré de décomposition des glycosides cyanogènes et la libération éventuelle de l'acide cyanhydrique dépendent de la quantité de linamarase présente dans le tissu de manioc; le degré de rupture des tissus, l'acidité du produit, et le traitement thermique constituent des facteurs clés dans la détermination de la concentration des cyanogènes résiduels dans les produits dérivés de manioc. Il est évident que les concentrations élevées en glycosides cyanogènes peuvent résulter en des concentrations élevées en acide cyanhydrique.

CHAMP D'APPLICATION

5. Ce Code d'usages a pour but de fournir une orientation aux autorités nationales et locales, aux fabricants et autres organismes pertinents sur la façon de fabriquer des produits dérivés du manioc contenant des concentrations inoffensives en composés cyanogènes résiduels.

REMARQUES GÉNÉRALES

6. Ce Code décrit les mesures qui se sont révélées efficaces dans la prévention et/ou la réduction des concentrations en acide cyanhydrique dans les produits dérivés du manioc. Dans l'application du Code pour le manioc, les méthodes de transformation doivent être minutieusement choisies sur la base des bénéfices et de la faisabilité. En outre, celles-ci doivent être mises en œuvre conformément à la législation nationale et internationale et aux normes pertinentes.
7. Il est reconnu que l'application raisonnable des mesures technologiques telles que les bonnes pratiques de fabrication (BPF) peut être mise en œuvre pour empêcher ou réduire de façon significative les concentrations en acide cyanhydrique dans les produits dérivés du manioc.

MESURES POUR RÉDUIRE LE PRÉCURSEUR DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE

8. La teneur potentielle en cyanure dans le manioc varie avec la variété de manioc, les conditions environnementales dans lesquelles il pousse (par exemple, la sécheresse) et la période de la récolte.

9. Des variétés de faible teneur en cyanure ont été développées et seront utiles pour réduire l'occurrence de l'acide cyanhydrique dans le manioc cultivé. Là où le manioc amer est cultivé, une transformation après récolte adéquate est essentielle.
10. La récolte doit être effectuée à la période appropriée car des études ont montré une augmentation du cyanure dans le manioc récolté tardivement.

PROCESSUS DE PRODUCTION TYPE

11. La transformation est efficace pour réduire la teneur du composé cyanogène en des concentrations minimales lorsqu'elle est pratiquée de façon appropriée. Une transformation inadéquate ou insuffisante comme c'est parfois le cas en périodes de famine et de stress social ou la précipitation sur le marché peuvent conduire à des résidus élevés d'acide cyanhydrique (HCN) dans le produit final.
12. Le processus de production pour les produits dérivés du manioc varie avec le produit visé. Certains exemples de produits à base de manioc comprennent le gari, le fufu, la farine de manioc, l'amidon de manioc (tapioca), les chips de manioc, etc. Les figures 1-8 illustrent les étapes des processus de production de certains produits à base de manioc.

PRODUCTION DU GARI

13. Pour le gari, produit alimentaire granulaire, fermenté, dérivé du manioc, le processus de production implique la sélection des tubercules de manioc, l'épluchage, le lavage, le râpage, la déshydratation et la fermentation, le tamisage, la friture, le refroidissement/séchage, le tamisage et l'emballage. Le processus suit généralement les étapes énumérées ci-dessous.
 - a. **Sélection:** Les tubercules de manioc frais et sains sont sélectionnés dans les lots pour la transformation.
 - b. **Épluchage:** L'épluchage a pour but d'éliminer les parties externes non comestibles des racines; il est connu qu'elles contiennent la plupart des glycosides cyanogènes.
 - c. **Lavage:** Il a pour but d'éliminer la saleté et les autres contaminants. Il est conseillé de laver également avant l'épluchage afin de réduire la charge microbienne.
 - d. **Râpage des racines de manioc:** Le râpage est effectué soit manuellement par frottement des racines épluchées et lavées contre une feuille métallique perforée à l'aide d'un clou ou en utilisant mécaniquement un grattoir. Durant le râpage, les glycosides cyanogènes sont hydrolysés par l'enzyme linamarase.
 - e. **Déshydratation et fermentation:**
 - i. Dans la fermentation traditionnelle, la fermentation et la déshydratation s'effectuent en même temps en emballant le manioc râpé dans des sacs et en faisant pression en plaçant des poids sur les sacs ou en utilisant une presse hydraulique.
 - ii. La fermentation a pour but de développer le goût du gari. La période de fermentation pourrait être de 12 à 24 heures, entraînant une production de gari au goût presque fade et avec une teneur élevée en amidon ou pourrait varier de 48 à 164 heures pour donner une production de gari au goût amer et à faible teneur en amidon.

- iii. Durant la fermentation, en particulier dans les 12 à 24 heures, les cyanohydrines, qui sont le produit intermédiaire de la décomposition des glycosides cyanogènes se dissocient rapidement pour produire l'acide cyanhydrique qui est volatil et facilement perdu. Cependant, si on laisse la fermentation se poursuivre au-delà de cette durée, la pâte de manioc devient acide (d'où le goût amer) et l'acidité retarde la dissociation spontanée des cyanohydrines et les fixe dans l'aliment. Ces cyanohydrines se dissocient lentement dans des conditions d'entreposage normales; le taux de dissociation est augmenté par le contact avec les alcalins et/ou la chaleur.
- f. **Tamissage** Le tamissage a pour but d'éliminer les gros morceaux et les fibres et aussi d'obtenir un produit homogène pour la torréfaction plus uniforme des particules individuelles durant l'opération de torréfaction.
- g. **Torréfaction:** Doit être effectuée correctement en plaçant le manioc fermenté, tamisé, râpé dans une poêle en remuant jusqu'à ce qu'il soit sec. L'huile d'olive peut être ajoutée durant la torréfaction comme cela est pratiqué dans certaines parties du Nigéria. La torréfaction a un effet sur la quantité de composés cyanogènes résiduels dans le produit final et sur la durée de conservation/entreposage du produit.

PRODUCTION DE FUFU ET DE POUDRE DE FUFU

14. La production de fufu et de la farine de fufu implique: l'épluchage des racines, le lavage, le découpage, la fermentation, le brassage et le tamisage/le pilonnage, la déshydratation et le séchage. Le processus suit généralement les étapes énumérées ci-dessous.
 - a. La sélection de racines de manioc entières fraîches.
 - b. **Épluchage:** l'épluchage a pour but d'éliminer la partie externe non comestible qui est connue pour contenir la plupart des glycosides cyanogènes.
 - c. **Lavage:** les racines de manioc épluchées sont lavées à l'eau.
 - d. **Découpage:** les racines de manioc lavées sont coupées en petits morceaux. Ceci facilitera le processus de fermentation.
 - e. **Fermentation:** La fermentation est effectuée dans des conteneurs ou autres récipients de fermentation adaptés pendant trois à quatre jours.
 - f. **Brassage/pilonnage:** Les morceaux de manioc fermentés sont écrasés et passés à travers un tamis et lorsque les racines ne sont pas suffisamment ramollies pour être écrasées à la main, elles sont pilonnées ou passées à travers un grattoir avant de retirer les fibres en ajoutant de l'eau à la pâte et en filtrant.
 - g. **Déshydratation:** L'excès d'eau est éliminé de la pâte en emballant la pâte dans un sac en polyéthylène tissé et en pressant avec des poids ou une presse hydraulique pour produire le fufu.
 - h. **Séchage:** La farine de fufu instantané est produite soit par séchage au soleil de la pâte déshydratée ou artificiellement en utilisant un séchoir mécanique.

COSSETTES DE MANIOC SECHEES

15. Les cossettes de manioc sont des granules séchés dérivés du manioc propre, frais. La production des cossettes de manioc séchées implique l'épluchage, le tranchage ou le découpage, et le séchage.

- a. **Épluchage:** L'épluchage a pour but d'éliminer les parties externes non comestibles de la racine; il est connu qu'elles contiennent la plupart des glycosides cyanogènes.
- b. **Découpage/tranchage:** L'objectif du tranchage est d'exposer une surface maximale des racines de manioc et de favoriser un séchage rapide. Le meilleur séchage en termes de rapidité et de qualité du produit final est accompli lorsque le manioc épluché est découpé en tranches fines – de moins de 10 mm d'épaisseur.
- c. **Séchage:** Le séchage au soleil des cossettes de manioc est effectué sur toute surface plane appropriée, l'objectif est de produire des cossettes de manioc séchées qui sont propres, de couleur blanche, exemptes de toute matière étrangère et pouvant être entreposées sans risque sur des périodes prolongées.

AUTRES PRODUITS DERIVES DU MANIOC

16. Les cossettes de manioc utilisées comme grignotines peuvent être produites à partir de la farine extrudée ou des cossettes de manioc séchées.
 - a. **Épluchage:** L'épluchage a pour but d'éliminer les parties non comestibles externes des racines; il est connu qu'elles contiennent la plupart des glycosides cyanogènes.
 - b. **Tranchage:** L'objectif du tranchage est d'exposer une surface maximale des racines de manioc et de favoriser un séchage rapide. Le meilleur séchage en termes de rapidité et de qualité du produit final est accompli lorsque le manioc épluché est découpé en tranches fines - moins de 2 mm d'épaisseur.
 - c. **Friture, chauffage du produit jusqu'à des températures supérieures à 180°C:** La surface s'assèche, scellant la teneur en eau à l'intérieur.
17. L'amidon de manioc est l'un des amidons les plus couramment utilisés dans la fabrication des aliments et il fonctionne comme épaississant, émulsifiant ou ingrédient de confiserie. La production de l'amidon de manioc implique la sélection, l'épluchage, le lavage, le râpage, la séparation de l'amidon et le séchage.
 - a. **Sélection:** les racines de manioc sont récoltées et sélectionnées pour extraire l'amidon.
 - b. **Épluchage:** l'épluchage a pour but d'éliminer la partie externe non comestible qui est connue pour contenir la plupart des glycosides cyanogènes.
 - c. **Lavage:** les racines de manioc sont lavées à l'eau
 - d. **Râpage:** après l'épluchage et le lavage, les racines sont râpées pour libérer les granules d'amidon auxquels de l'eau est ajoutée pour extraire l'amidon.
 - e. **Séparation de l'amidon:** L'amidon est séparé de la pulpe et de l'eau par sédimentation ou par centrifugation.
 - f. **Séchage:** l'amidon est séché au soleil ou un séchoir artificiel est utilisé avant le broyage et le tamisage.

18. Il existe plusieurs autres produits alimentaires à base de manioc tels que Lafun, une farine de manioc non fermentée; Attieke - des granules de manioc fermentés à la vapeur; Chikwangué, Bila - un produit fidjien à base de manioc trempé; Farinha - un produit à base de manioc torréfié de production brésilienne; Bikedi - un aliment à base de racine de manioc fermenté traditionnel et Ntobambodi - une soupe semi-solide à base de feuilles de manioc fermentées consommée au Congo. Leurs méthodes de préparation sont similaires aux étapes des processus susmentionnés même si dans certains cas, ils peuvent être différents; par exemple, le trempage, l'enveloppement des tubercules, etc.

PRATIQUES BASÉES SUR LES BONNES PRATIQUES DE FABRICATION

19. Les cultivars de manioc doivent être soigneusement sélectionnés et plantés.
20. Il conviendrait d'éviter ou de minimiser les conditions de sécheresse extrême pendant les semis au moyen de pratiques de culture telles que le mouillage, et les conditions de teneur en humidité élevée doivent aussi être évitées.

PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LA BASE DES BONS PROCESSUS DE FABRICATION

21. Sélection des matières brutes

Sélection des racines de manioc: Les racines de manioc destinées à la préparation des produits à base de manioc doivent être transformées dès que possible après la récolte.

22. Le manioc sélectionné dans les lots doit être de qualité et les cas de meurtrissures, de dommages mécaniques, doivent être minimisés. Il conviendrait d'éviter d'utiliser le manioc détérioré et ligneux.

PRÉPARATION DES PRODUITS DÉRIVÉS DU MANIOC

23. Les organigrammes pour la préparation des différents produits à base de manioc sont présentés dans les figures 1-7. Cependant, ci-après, sans ordre particulier, sont décrites les pratiques recommandées pour chacune des opérations inscrites dans les organigrammes des produits.
24. **Épluchage:** Il doit être effectué à l'aide de couteaux en acier inoxydable. S'assurer que les peaux y compris l'écorce (partie non comestible) sont complètement éliminées; il est connu qu'elles contiennent des concentrations très élevées en glycosides cyanogènes qui peuvent être toxiques.
25. **Lavage:** Laver les racines pelées dans de l'eau au moins deux fois pour éliminer les morceaux de peau, le sable et autres saletés.
26. **Râpage:** Le râpage doit être effectué correctement à l'aide de matériel en acier inoxydable pour briser le tissu de manioc en vue d'une décomposition rapide des glycosides cyanogènes.
27. **Trempage:** Le trempage dans l'eau dure généralement d'un à trois (1-3) jours avant ou après l'opération de tranchage durant laquelle une certaine fermentation peut avoir lieu qui donne aux cossettes l'arôme amer préféré par certains consommateurs. Cela permet aussi à l'acide cyanhydrique de se diffuser rendant le produit plus fiable pour la consommation humaine. L'Institut de recherche nationale des plantes-racines au Nigéria a signalé qu'une réduction optimale de l'acide cyanhydrique peut être réalisée en associant 15 minutes de trempage et deux minutes de blanchiment des cossettes de manioc.

28. **Fermentation:** Mettre la pâte de manioc dans un sac propre et le fermer. Laisser reposer dans une auge de fermentation pendant 2-3 jours. Placer les sacs de telle sorte qu'ils ne soient pas en contact avec le sable ou la saleté qui peut contaminer la pâte. Laisser suinter l'eau librement des sacs. La fermentation doit durer au moins de deux jours pour assurer la désintoxication adéquate du cyanure. La transformation des racines de manioc qui ont été entreposées pour une nuit sans fermentation de la pâte n'est pas recommandée parce que le gari produit par cette méthode contient invariablement des concentrations élevées en cyanure.
29. **Pressage:** A la fin de la période de fermentation, la pâte contenue dans les sacs est pressée pour évacuer autant d'humidité que possible. Le pressage est complet lorsque l'eau ne goutte plus des sacs. Si l'égouttage n'est pas total, des granules se forment durant la torréfaction ce qui réduit la qualité et le rendement du gari.
30. **Broyage du gâteau/criblage ou tamisage** La purée de manioc produite par le processus de déshydratation/ transformation est désintégréée à l'aide des mains propres suivi par le criblage/tamisage avec un tamis antirouille dans une cuve propre. Un tamis en acier inoxydable est préférable.
31. **Torréfaction:** Faire griller et mélanger constamment dans une poêle en fonte peu profonde sur le feu, avec une gourde ou palette en bois jusqu'à ce que le produit, le gari dans ce cas, soit séché.
32. **Refroidissement:** Recueillir le produit torréfié dans une cuve propre et l'étaler sur une plateforme surélevée recouverte d'un matériau en polyéthylène propre ou d'un tissu blanc pour refroidir à la température ambiante.
33. **Emballage:** L'emballage des produits transformés à base de manioc doit être effectué dans des matériaux propres, résistants aux insectes et à l'humidité qui garantissent la salubrité du produit et la préservation de ses qualités nutritionnelles, physiques et sensoriels. Le matériau d'emballage ne doit pas libérer de substance toxique ou d'odeur /arôme indésirable dans le produit à base de manioc.
34. **Tranchage:** Le tranchage du manioc doit être effectué finement, 10 mn pour un séchage efficace, rapide et adéquat.
35. **Séchage:** Il doit être effectué dans de bonnes conditions d'hygiène et exemptes de poussière, là où les animaux et les oiseaux ne peuvent pas atteindre le produit.
36. **Entreposage:** L'entreposage du produit fini ou du produit intermédiaire séché doit être effectué dans un entrepôt/ espace froid, sec, bien ventilé, exempt d'insectes et de rongeurs.
37. **Cuisson:** Seul le manioc connu pour avoir une faible teneur en cyanure doit être utilisé pour la cuisson directe et la consommation, à savoir, le type sucré parce que les glycosides cyanogènes sont résistants à la chaleur.

RECOMMANDATIONS GENERALES

38. Les gouvernements nationaux, des états et locaux ainsi que les organisations non gouvernementales (ONG, associations commerciales et coopératives) doivent s'intéresser à la promotion d'une culture efficace du manioc par l'introduction de variétés de manioc à faible teneur en cyanure, à rendement élevé et bien adaptées et de méthodes de transformation pour assurer la réduction maximale des résidus cyanogènes dans les produits alimentaires à base de manioc.
39. Des campagnes pour l'introduction d'autres denrées de base, légumes, légumineuse et fruits pour diminuer la dose journalière de cyanure et élargir le régime alimentaire pourraient aussi résulter en une consommation moins élevée de glycosides cyanogènes.

40. Les producteurs à petite échelle, non industriels, de manioc et de produits à base de manioc doivent avoir accès à du matériel d'information sur les recommandations spécifiques basées sur les bonnes pratiques de fabrication et sur l'orientation relative aux méthodes pour la réduction des cyanogènes résiduels dans les produits à base de manioc.

41. Les autorités responsables de la sécurité sanitaire des aliments et les organismes chargés du contrôle de la santé publique peuvent envisager d'introduire des kits scientifiques tels que les kits picrates pour contrôler les concentrations en cyanure dans les produits à base de manioc aux points d'utilisation et les concentrations en thiocyanates urinaires dans la population.

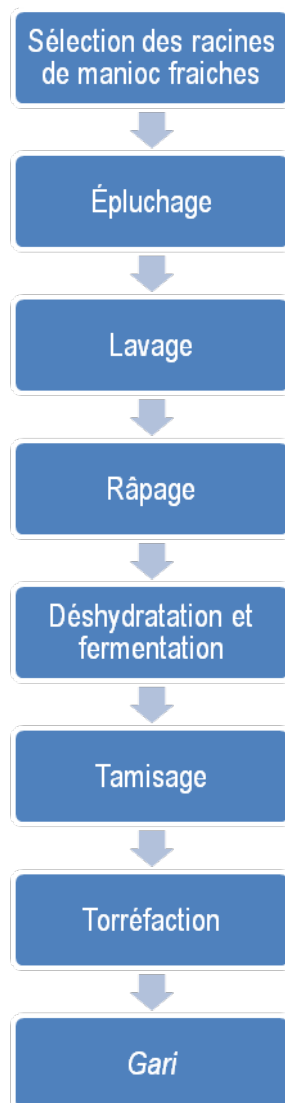


Figure 1: Organigramme pour la production du gari

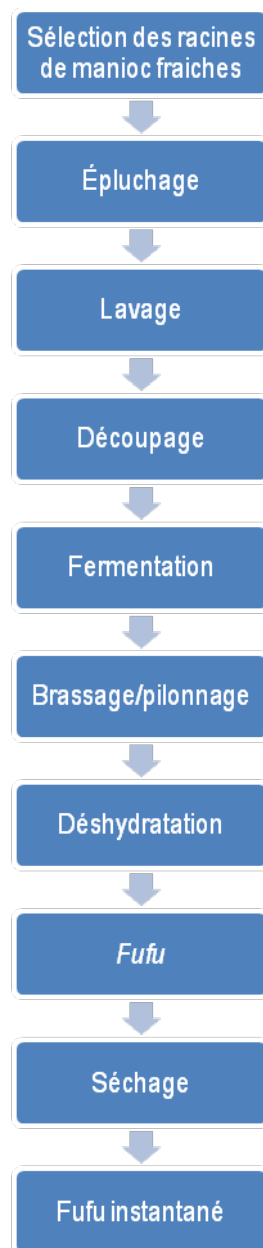


Figure 2: Organigramme pour la production du fufu/fufu instantané

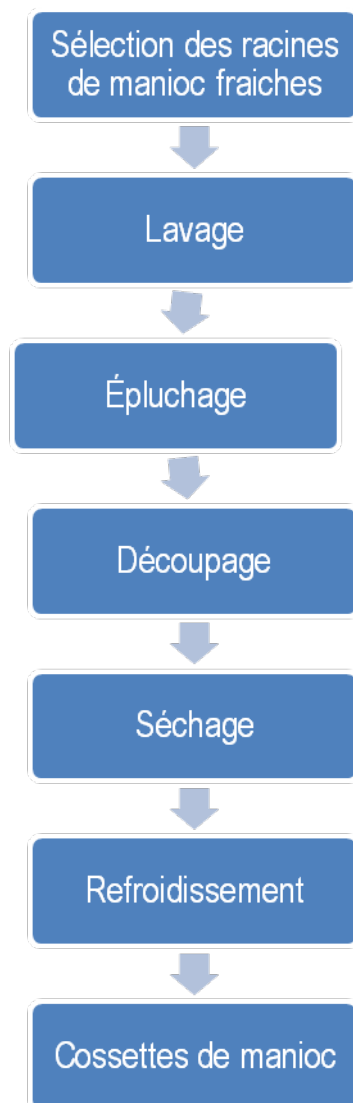


Figure 3: Organigramme pour la production de cossettes de manioc

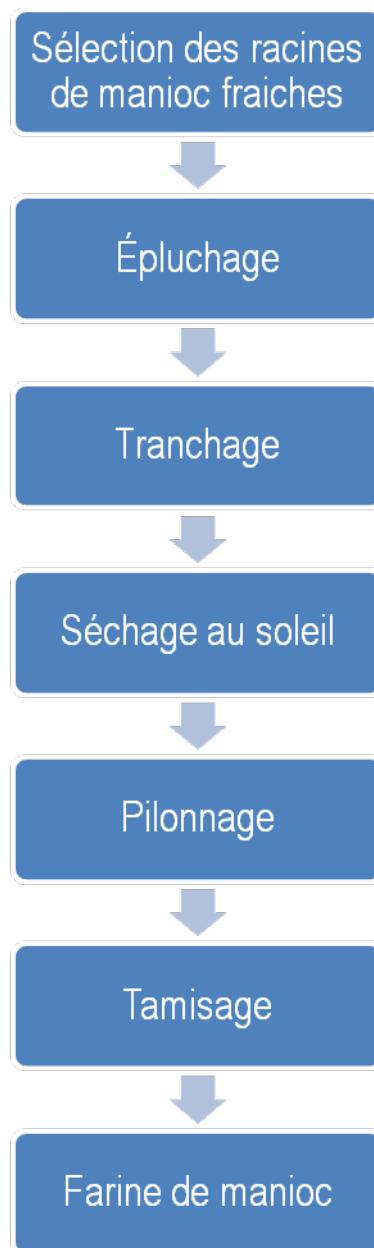


Figure 4: Organigramme pour la production de la farine de manioc non fermentée

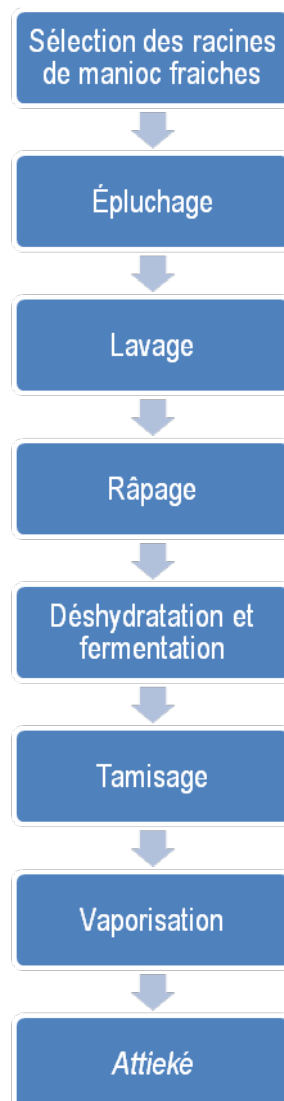


Figure 5: Organigramme pour la production de l'attieké

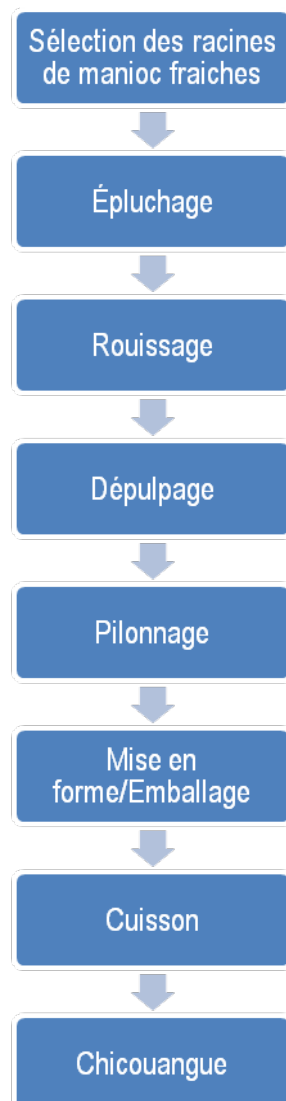


Figure 6: Organigramme pour la production du chicouangue

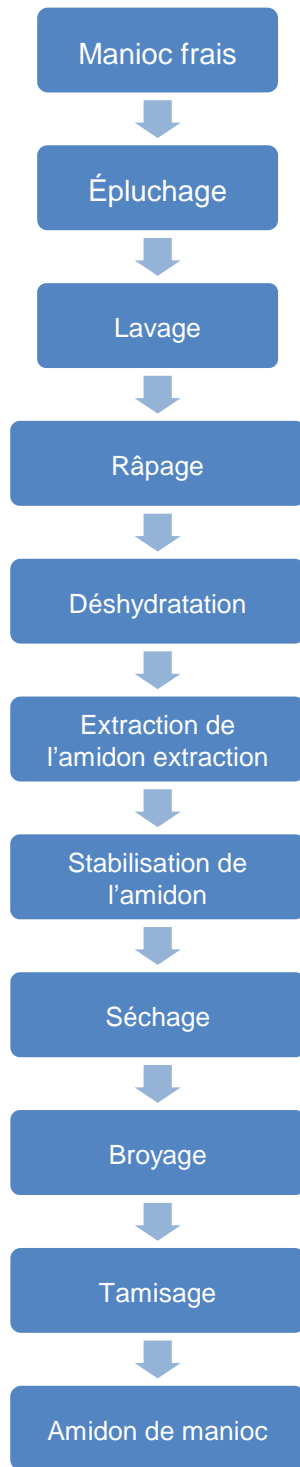


Figure 7: Organigramme pour la préparation de l'amidon de manioc

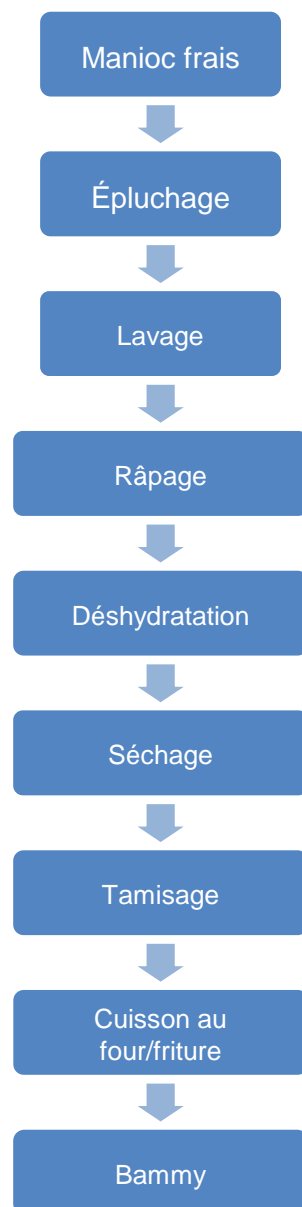


Figure 8: Organigramme pour la préparation du bammy