



**Accompagner la production agroécologique de bananes plantain et à cuire par des indicateurs de leur aptitude à la cuisson à l'eau et de la qualité sensorielle des produits bouillis obtenus**

Etudiante :

- Léonie Challant
- Alicia Santorin
- Stéphanie Chou Ket Kime

Responsable du stage :

Mathieu LECHAUDEL  
mathieu.lechaudel@cirad.fr  
Sandrine ANDYPAIN  
sandrine.andypain@cirad.fr

WP3 : Conception et évaluation de systèmes innovants

**Objectif**

*Le plantain et la banane à cuire font partie intégrante de la nourriture guadeloupéenne. Les caractéristiques organoleptiques et sensorielles de ces aliments constituent des facteurs déterminants de leur consommation par les Guadeloupéens. L'aptitude à la cuisson des bananes et la qualité sensorielle des produits cuits varient selon les variétés et leur stade de maturité avant cuisson.*

*Disposer d'indicateurs pour anticiper la tenue à la cuisson et les caractéristiques sensorielles des produits cuits est un enjeu pour accompagner le développement de systèmes agroécologiques à base de variétés de plantain et bananes à cuire adaptées aux attentes des utilisateurs.*

*Pour cela, nous avons réalisé des mesures instrumentales de texture, des analyses physico-chimiques en parallèle des descriptions des caractéristiques sensorielles des produits, réalisées par un panel entraîné.*

**Mots clefs**

Banane à cuire,  
Fermeté,  
Plantain,  
Qualité sensorielle

**Contexte**

Les travaux menés dans le cadre du WP3 du projet AgroEcoDiv ont pour objectif de proposer des outils et méthodes pour guider les choix des agriculteurs dans leur transition agro-écologique. Une meilleure utilisation de l'agro-biodiversité présente sur le territoire, au sein de collections de ressources génétiques et chez les agriculteurs, doit permettre de les aider à lutter contre les maladies et bioagresseurs présents en Guadeloupe. L'intégration de la diversité variétale en bananes plantain et à cuire dans les systèmes de production et son adoption par les agriculteurs, consommateurs et

transformateurs locaux dépendra de la qualité nutritionnelle, sensorielle et l'aptitude à la cuisson de ces variétés. Il est alors possible de s'appuyer sur une caractérisation des critères de qualité des produits issus de cette diversité et de leurs propriétés physico-chimiques après cuisson à l'eau.

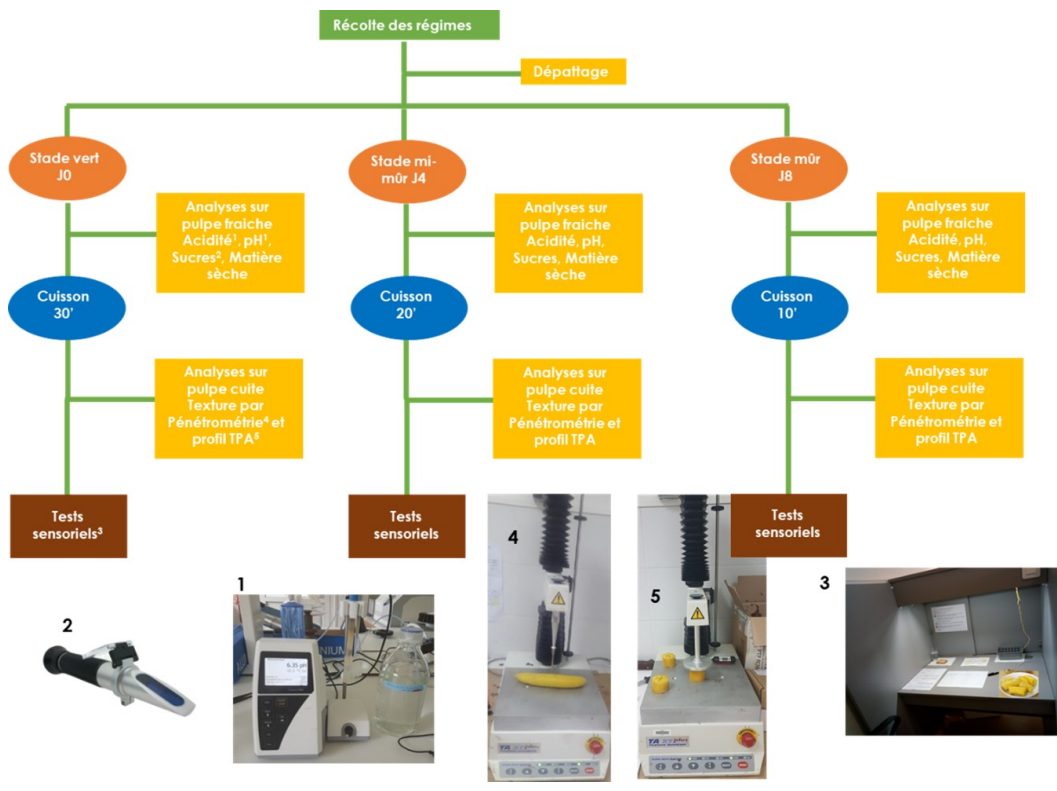
Le choix variétal influence différents paramètres au niveau de la morphologie du fruit, des caractéristiques physico-chimiques, sensorielles et nutritionnelles. La banane à cuire peut se consommer à différents stades de maturité que l'on caractérise par des index de maturité, comme la couleur externe, la fermeté du fruit. En Guadeloupe, le stade de maturité de consommation est jaune, jaune tigré pour les plantains (ou « banane jaune ») et vert pour les bananes « poyo ». Le stade de maturité va influencer de nombreux paramètres qui sont reliés à des descripteurs sensoriels.

La démarche mise en œuvre pour chacune des variétés étudiées est de mener en parallèle l'évaluation des propriétés organoleptiques des bananes à cuire à l'aide d'un jury de dégustation qualifié et entraîné et les analyses physico-chimiques et mesures instrumentales de texture. A partir de cette base de données, l'objectif sera d'établir des corrélations entre les données recueillies en laboratoire et celles du jury via une analyse statistique. Ces relations pourront ensuite faciliter la caractérisation sensorielle des produits cuits des différentes variétés, en l'estimant à partir de mesures en laboratoire.

## Méthodologie

Sept variétés présentes sur l'île ont été choisies pour mener cette étude. La banane French Clair peut servir de référence car il s'agit de la plus cultivée et de la plus consommée en Guadeloupe. Les bananes Corne, Domenico-Hartòn enano, M Bouroukou n°1, Big Ebanga et Trois-Vert et Poteau nain ont été utilisées. Trois régimes de chaque variété ont été analysés. Pour chaque régime, les analyses ont été effectuées sur trois stades de maturité différents : vert (J0), mi-mûr (J4) et mûr (J8). La maturation des fruits a été déclenchée avec de l'éthylène pour avoir des stades de maturité homogène.

La méthodologie mise en œuvre est la même pour toutes les variétés et les stades de maturité (excepté le temps de cuisson), et celle-ci est synthétisée dans le schéma ci-dessous.



Afin d'établir une prédiction des caractéristiques sensorielles d'une banane à cuire, des régressions linéaires entre les résultats de l'analyse sensorielle et les résultats de laboratoire ont été établies. Chaque critère de l'analyse sensorielle a été mis en relation avec les mesures instrumentales de texture et celles des analyses physico-chimiques. Différents modèles linéaires ont été construits pour prédire chaque critère d'analyse sensorielle. Les meilleurs modèles ont été choisis en comparant leurs coefficients de détermination R<sup>2</sup>.

La cuisson des bananes (sans la peau) s'effectue dans de l'eau bouillante potable (100 °C). Le temps de cuisson et la température de cuisson sont également des facteurs impactant la qualité des bananes à cuire. Ils vont alors modifier la texture de la banane (fermeté, élasticité, ...), le contenu en amidon et amylose et la dégradation de la pectine. Ces paramètres ont été fixés pour une cuisson à l'eau à chaque stade de maturité. La durée de cuisson a été fixée en fonction du stade de maturité : J0 (vert) : 30 min ; J4 (mi-mûr) : 20 min ; J8 (mûr) : 10 min.

Des mesures physico-chimiques (% matière sèche, sucres, acidité, pH) ont été réalisées sur de la pulpe de fruit avant cuisson. Des mesures physiques (texture) ont été réalisées sur la pulpe des bananes après cuisson, à deux températures, 60 °C puis 50 °C.

Le jury d'analyse sensorielle regroupe un panel de dégustation d'au minimum huit dégustateurs experts. Ces derniers ont tous suivi une formation afin de maîtriser les différents descripteurs et de constituer un jury étalonné. Différents descripteurs de texture (fermeté, fracturabilité, ...), saveurs (sucrée, acide, ...), impressions (humide) et arômes (tubercule, plantain, ...) sont caractérisés.

## Originalité et principaux résultats

Les meilleures prédictions de la texture des produits cuits utilisant les données instrumentales de texture ou physico-chimiques ont été regroupées dans le tableau n°1. La fermeté est mieux prédite par la dureté mesurée en pénétrométrie (R<sup>2</sup> = 0,77) ou en TPA (R<sup>2</sup> = 0,76). En effet, ce paramètre sensoriel s'évalue par la force nécessaire pour obtenir la déformation du produit lors de la première compression, ce qui correspond aux mesures instrumentales de dureté. De plus, la friabilité s'explique assez bien par le gommeux et la dureté à partir du TPA (R<sup>2</sup> > 0,77). La friabilité se définit comme une propriété mécanique de texture liée à la cohésion et à la dureté du produit.

**Tableau 1 : Prédiction des descripteurs de texture**

	Paramètre sensoriel	Equation de régression	R <sup>2</sup>
Analyse instrumentale de texture	Fermeté	1,352 * Dureté pénétro +1,510	0,77
	Friabilité	0,282 * Gommeux + 2,300	0,78
		0,125 * Dureté TPA + 2,270	0,78
Analyse physico-chimique	Fermeté	0,527+ 0,225 * MS - 0,233 * ESS	0,76

La fermeté est mieux prédite par deux paramètres : le taux de matière sèche et l'extrait soluble sec. Pour la fermeté, le coefficient de détermination est dans les mêmes ordres de grandeur que celui obtenu en utilisant des données instrumentales de texture ( $R^2 \approx 0,76$ ). Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que l'extrait soluble sec est inversement corrélé à la teneur en amidon du produit. Or on sait que la gélatinisation de l'amidon après cuisson joue un rôle important dans les paramètres de texture. Ce lien a également été établi dans des études menées en Afrique de l'Ouest (Kouassi et al., 2018). Enfin, il a déjà été montré que la teneur en matière en sèche influence les descripteurs de texture des produits contenant de l'amidon, en particulier la fermeté et le mâchement (Prabha & Bhagyalakshmi, 1998).

Les meilleures prédictions des impressions et des saveurs des produits cuits utilisant les données instrumentales de texture ou physico-chimiques, ont été regroupées dans le tableau n°2. L'impression humide est à la fois bien prédite par la fermeté obtenue au TPA et par les deux paramètres physico-chimiques : le taux de matière sèche et l'extrait sec soluble. Enfin, l'acidité et la sucrosité sont très bien expliquées par l'extrait soluble sec et l'acidité totale titrable ( $R^2 > 0.8327$ ). Ce lien semble logique car l'extrait soluble sec permet de mesurer les composés solubles, majoritairement les sucres, puis les acides, et l'acidité totale titrable donne une appréciation de la teneur en acides. Dans d'autres études, la sucrosité n'était expliquée que par l'extrait soluble sec (Harker *et al.*, 2002 ; Colaric *et al.*, 2005 ; Kouassi *et al.*, 2018). Pour nos résultats, la prédiction était meilleure lorsque l'on combinait l'extrait soluble sec et l'acidité totale.

**Tableau 2 : Prédiction des descripteurs des impressions humide et des saveurs acide et sucrée.**

	Paramètre sensoriel	Equation de régression	R <sup>2</sup>
Analyse instrumentale de texture	Humide	$-0,120 * \text{Dureté TPA} + 6,790$	0,79
Analyse physico-chimique	Humide	$8,569 - 0,209 * \text{MS} + 0,206 * \text{ESS}$	0,83
	Acidité	$-0,186 + 0,087 * \text{ESS} + 1,233 * \text{ATT}$	0,83
	Sucrosité	$0,695 + 0,314 * \text{ESS} - 0,409 * \text{ATT}$	0,86

## Conclusions

Ces travaux ont permis de mettre en relation des données instrumentales de laboratoire avec les caractéristiques des produits cuits évalués par un jury entraîné. Cet outil pourra être utilisé à deux niveaux : (i) pour analyser un plus grand nombre d'échantillons dans le cadre d'études sur l'impact du stade de maturité sur l'aptitude à la cuisson et la qualité sensorielle du produit cuit, ou pour (ii) décrire la diversité de qualité potentielle à partir des variétés disponibles en Guadeloupe.

En perspectives, cet outil pourrait aussi être relié aux préférences des consommateurs afin de définir des seuils pour les différents critères de mesure pertinents pour prédire les caractéristiques sensorielles des produits cuits et ainsi identifier les itinéraires pré-récolte (choix variétal, stade de coupe) et post-récolte (durée ou température de conservation) qui correspondent le mieux à la demande.

## Lexique

---

**Pénétrométrie** : Mesure de texture réalisée par l'intermédiaire d'un texturomètre (TA TX Plus) connecté à l'ordinateur via le logiciel Exponent. Cette mesure est effectuée avec une sonde foreuse cylindrique de 5 mm de diamètre qui va descendre à une profondeur de 15 mm et à une vitesse de pénétration de 1 mm s<sup>-1</sup>. La valeur de la force appliquée pour ce déplacement est enregistrée en continu par l'appareil.

**Profil TPA** : Mesure de texture réalisée par l'intermédiaire d'un texturomètre (TA TX Plus) connecté à l'ordinateur via le logiciel Exponent. Cette mesure est effectuée avec une sonde en aluminium munie d'une plateforme circulaire (surface qui va comprimer l'échantillon) qui va appliquer sur la banane cuite une première compression jusqu'à 50% de sa taille initiale, puis une seconde compression, à une vitesse de compression de 1 mm s<sup>-1</sup>. La valeur de la force appliquée pour ce déplacement est enregistrée en continu par l'appareil.

## Bibliographie pour aller plus loin

---

### Rapports des stagiaires :

Chou Ket Kime S., 2018. Evaluation de l'impact du temps de cuisson sur les qualités organoleptiques, visuelle et la fermeté de variétés de plantains dans le cadre du développement des systèmes de culture agro-écologiques en Guadeloupe. Rapport de stage Master 2 Biologie Santé et Alimentation en milieu tropical. Université des Antilles. 37 pages.

Santorin A., 2019. Evaluation de l'impact des conditions pré-récolte (zone de production / variétés) et du stade de maturité sur le potentiel qualitatif des variétés de bananes à cuire issues des Petites Agricultures Familiales. Rapport de stage Master 2 Biologie Santé et Alimentation en milieu tropical. Université des Antilles. 35 pages.

Challant L., 2020. Evaluation de la qualité nutritionnelle et sensorielle de variétés de bananes plantains et de l'aptitude à la cuisson. Rapport de stage Assistant Ingénieur. Université de Technologie de Compiègne. 73 pages.

### Autres références :

Assemmand E., Camara F., Kouamé F., Konan V., Kouamé, L.P., 2012. Caractérisation biochimique des fruits de plantain (*Musa paradisiaca* L.) variété « Agnrin » de Côte d'Ivoire et évaluation sensorielle de ses produits dérivés. *Journal of Applied Biosciences*, 60, 4438-4447.

Baiyeri P., Tenkouano, A., 2008. Fruit characteristics and ripening pattern of ten *Musa* genotypes in a sub-humid environment in Nigeria. *Fruits*. 63, 3-9.

Colaric M., Veberic R., Stampar F., Hudina M. 2005. Evaluation of peach and nectarine fruit quality and correlations between sensory and chemical attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85, 2611-2616.

Gibert O., Dufour D., Reynes M., Prades A., Moreno Alzate L., Giraldo A., Escobar A., Gonzalez A., 2013. Physicochemical and functional differentiation of dessert and cooking banana during ripening: a key for understanding consumer preferences. *Acta Horticulturae*. 986, 269-286.

Harker F.R., Maindonald J., Murray S.H., Gunson F.A., Hallett I.C., Walker S.B., 2002. Sensory interpretation of instrumental measurements. 1: Texture of apple fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 24, 225-239.

Kouassi H.A., Assemmand E.F., Gibert O., Maraval I., Ricci J., Thiemele D.E.F., Bugaud C., 2021. Textural and physicochemical predictors of sensory texture and sweetness of boiled plantain. *International Journal of Food Science & Technology*. 56,1160-1170.

Newilah G.N., Tomekpe B.K., Fokou B.E., Etoa F.X., 2011. Effect of ripening on physicochemical composition of plantain cultivars and *Musa* hybrids grown in Cameroon. *Fresh Produce*. 5, 61-68.

Passo C.V., Andre C.M., Ritter C., Tomekpe K., Ngho Newilah G., Herve R., Larondelle Y., 2014. Characterization of *Musa* sp fruits and plantain banana ripening stages according to their physicochemical attributes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62, 8705-8715.

Prabha T.N., Bhagyalakshmi N., 1998. Carbohydrate metabolism in ripening banana fruit. *Phytochemistry*. 48, 915-919.

**Fiches variétales :**

<https://coatis.rita-dom.fr/osiris/files/>

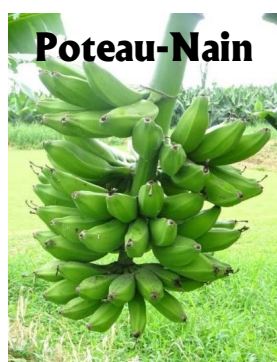
[FicheVarietalePlantainDomenicoHartonEnan fichier ressource domenico-harton-enano.pdf](#)

<https://coatis.rita-dom.fr/osiris/files/>

[FicheVarietalePlantainMbouroukouN1 fichier ressource mbouroukou-n1.pdf](#)

<https://coatis.rita-dom.fr/osiris/files/FicheVarietalePlantainBananeBlanche fichier ressource banane-blanche.pdf>

<https://coatis.rita-dom.fr/osiris/files/FicheVarietalePlantainPoteauNain fichier ressource poteau-nain.pdf>



**Pour citer le document :**

Challant L., Santorin A., Chou Ket Kime S., Andypain S., Léchaudel M. 2022. Accompagner la production agroécologique de bananes plantain et à cuire par des indicateurs de leur aptitude à la cuisson à l'eau et de la qualité sensorielle des produits bouillis obtenus. Projet AgroEcoDiv. Série « synthèse de mémoires d'étudiant ». 11p.

**Plus d'information sur le projet AgroEcoDiv : <https://www6.inrae.fr/agroecodiv-guadeloupe/>**

**Coordnatrice du projet**

Nathalie Mandonnet

nathalie.mandonnet@inra.fr

05.90.25.54.08

