

MESURE DE LA COULEUR DE LA PULPE DE LA BANANE EN PHASE PRÉCLIMACTÉRIQUE

par **R. DEULLIN**

Institut Français de Recherches Fruitières Outre-Mer.

Intérêt de la mesure chiffrée de la couleur de la pulpe de la banane.

La couleur de la pulpe de la banane en phase préclimactérique se modifie pendant le développement du fruit sur le plant : elle passe d'une teinte claire à une teinte foncée et son observation constitue un des critères qualitatifs couramment utilisés pour estimer la qualité d'un régime de bananes à l'exportation. A plénitude égale, les fruits à pulpe claire sont considérés comme étant de meilleure qualité que les fruits à pulpe foncée.

WARDLAW, LÉONARD, BARNELL (Mémoire n° 13 Low Temp Research Station, Trinidad, 1939) signalent que les fruits produits par des bananiers atteints de cercosporiose ont une pulpe couleur « saumon » ou « buffle ».

DUMAS et MARTIN-PRÉVEL (*Fruits*, vol. 13, n° 9, 1958, p. 381) considèrent qu'il est possible de rattacher le phénomène « pulpe jaune » à un excès de potassium par rapport à l'azote dès le début de la vie de la plante et par rapport au calcium et au magnésium à la fin du développement du fruit pour la Guinée.

Il est facile de constater à l'œil que les bananes de la première main du régime ont systématiquement une pulpe plus foncée que celles de la dernière main et il a été établi que les fruits de la première main sont plus évolués que ceux de la dernière main qui ont une maturation plus tardive que ceux de la première main.

Une étude systématique des coupes de bananes à la Station Centrale de l'I. F. A. C. à Foulaya en Guinée en 1955 de janvier à juillet a montré que la couleur de la pulpe de la banane est plus foncée lorsque la dureté de la pulpe baisse et DEULLIN et MONNET (*Fruits*, vol. 11, n° 8, 1956) indiquent que la dureté de la pulpe est en relation avec la stabilité de la banane.

Ces considérations montrent que la couleur de la pulpe de la banane en phase préclimactérique est susceptible de variations qui peuvent avoir une signification en matière de qualité et de stabilité du fruit.

Jusqu'à présent, la couleur de la pulpe de la banane n'a fait l'objet que d'une évaluation visuelle, donc peu précise et il nous a paru utile de pouvoir effectuer des mesures quantitatives au moyen d'une échelle colorimétrique dont chaque teinte a une valeur numérique, ce qui permet de donner à la couleur mesurée une valeur chiffrée et il devient alors possible d'étudier ses variations et de rechercher les facteurs qui l'influencent (développement du fruit, état végétatif, climat, fumure, etc.).

Difficulté d'appréciation de la couleur de la pulpe de la banane.

La pulpe de la banane n'a pas une teinte uniforme ; il en résulte que l'estimation de sa couleur dépend non seulement de l'opérateur, mais aussi de la partie du fruit examinée. Il faut en outre tenir compte du fait que la couleur de la pulpe varie avec le temps après exposition à l'air : elle tend à brunir (probablement par suite de l'oxydation des tannins).

La mesure de la couleur de la pulpe de la banane doit être faite en suivant des règles précises si l'on veut éviter des différences et c'est ce qui explique que les auteurs ont utilisé une terminologie assez variée pour caractériser la couleur de la pulpe de la banane, mais dont l'interprétation est difficile : voici quelques termes employés : saumon, buffle, jaune ocre, pulpe jaune, pulpe beurrée, crème, ivoirée, blanche, etc...

Il est toujours difficile de définir une couleur au moyen de semblables dénominations qui restent très imprécises.

Hétérogénéité de la couleur de la pulpe de la banane.

Après enlèvement de la peau, la surface extérieure de la pulpe de la banane à la récolte présente une couleur uniforme qui peut être appelée couleur externe.

Un ensemble de sections longitudinales du fruit effectuées à partir des parois externes jusqu'à l'axe

montre qu'il existe deux zones longitudinales internes qui présentent une couleur nettement plus foncée et qui se situent au voisinage des carpelles.

Ces zones plus foncées ne correspondent pas à la section longitudinale médiane de la banane et leur apparition dépend de la manière dont le fruit est sectionné : pour en obtenir une, il faut effectuer une section longitudinale s'écartant de 5 mm environ de la section médiane (un opérateur exercé peut obtenir des sections longitudinales présentant ou ne présentant pas cette zone de couleur foncée). Pour éviter une équivoque à ce sujet, la couleur de la zone carpellaire qui doit être observée est la couleur la plus foncée et l'observateur devra choisir la section longitudinale qui répond à cette condition.

Mesure quantitative de la couleur de la pulpe de la banane au moyen d'une échelle de couleurs.

Il est possible de distinguer deux familles de teintes dans la pulpe de la banane en phase préclimactérique : une famille de teintes claires qui se rapporte à la plus grande partie de la pulpe,

une famille de teintes foncées répartie sur deux bandes longitudinales situées près des carpelles.

L'échelle de couleur doit permettre de mesurer ces deux familles de teintes, c'est-à-dire qu'elle doit présenter des teintes claires et des teintes foncées.

Chaque teinte de l'échelle de couleur est constituée par un rectangle de 40×17 mm avec une perforation centrée de 17×5 mm qui constitue la surface de mesure. La portion de banane dont on détermine la couleur se trouve ainsi complètement entourée par la teinte de référence, ce qui facilite la mesure.

L'échelle de couleur comporte huit teintes numérotées de 2 à 16, imprimées sur fond blanc, ce qui rend possible une mesure avec dix teintes en comprenant le blanc du fond de l'échelle et la teinte supérieure à la huitième. La numérotation de chaque teinte par un chiffre pair permet d'évaluer les teintes intermédiaires par un nombre entier impair.

La surface de la pulpe de la banane est imprégnée de sève, il en résulte que sa couleur n'est pas mate, mais brillante, c'est pourquoi les teintes de l'échelle colorimétrique sont satinées.

L'échelle se présente sous la forme d'un rectangle en cartoline blanche de $21,5 \times 7$ cm. La largeur a été choisie pour permettre de l'utiliser transversalement, ce qui facilite la mesure. Les deux faces de l'échelle sont pelliculées avec un film de polyéthylène pour les imperméabiliser et permettre d'enlever avec

une éponge la sève de banane déposée sur l'échelle de couleur pendant la mesure.

La détermination de la couleur doit s'effectuer rapidement à cause de son manque de stabilité, si l'on veut opérer plus lentement, il convient de la stabiliser avec une solution réductrice (hyposulfite de sodium à 2 % par exemple).

La mesure se fait à la lumière du jour avec une incidence de 45° .

Les teintes de l'échelle ont été composées par M. BETON, chromiste de la Société Panchroma, avec des bananes-échantillons expédiées par avion dont la couleur de pulpe avait été stabilisée pour permettre de bien ajuster les teintes.

Trois parties de la banane paraissent intéressantes pour la mesure de la couleur :

a) la paroi externe de la pulpe après enlèvement de la peau de la face interne d'un fruit de rangée interne. Cette couleur qui est pratiquement uniforme est appelée C₁ ;

b) la partie de la section longitudinale du fruit qui est extérieure à la zone foncée et qui est appelée C₂. Cette couleur diffère peu de C₁ ;

c) la couleur foncée de la bande longitudinale dans la région carpellaire du fruit qui est appelée C₃.

La couleur de la banane examinée pourra être définie de plusieurs manières.

Soit en indiquant les valeurs de C₁, C₂, C₃, soit en définissant une couleur totale du type C₁ + C₃, ou C₁ + C₂ + C₃.

Avec les valeurs numériques données aux différentes teintes de l'échelle, pour des bananes en phase préclimactérique de plénitude de 7 à 9, les couleurs C₁ et C₂ varient habituellement de 2 à 6 et la couleur C₃ varie de 6 à 16, ce qui donne un éventail de valeurs suffisant pour effectuer des comparaisons valables.

Identification des couleurs de l'échelle.

Nous avons demandé à l'Association Française de Colorimétrie d'établir un double jeu de teintes-étalons destinées à la reproduction de l'échelle de couleur. Ces teintes ont été mises au point sous l'éclairage de la source étalon C (lumière du jour) définie par la Commission Internationale de l'Éclairage.

Les teintes primaires et secondaires sont réalisées par application au pistolet d'une peinture glycérophthalique soit sur verre, soit sur feuille de carton et cuisson au four. Les mesures spectrophotométriques ont été effectuées dans le domaine de 0,4-0,7 micron, tous les 0,01 micron, avec un spectrophotomètre Zeiss équipé du système de mesure du facteur de luminescence β

conformément aux spécifications de la Commission Internationale de l'Éclairage.

Le facteur spectral de luminescence β de l'échantillon est égal au rapport :

$$\frac{\text{éclairage de l'échantillon (proportionnel au flux diffusé)}}{\text{éclairage de l'étalon blanc de référence}}$$

Les mesures colorimétriques ont été effectuées avec un colorimètre photoélectrique « Elrepho » muni de trois filtres de verre coloré (rouge, vert, bleu). On compare le flux diffusé par l'échantillon à mesurer à celui diffusé par l'étalon blanc de référence, ce qui donne trois facteurs de réflexion diffuse :

$$(f_R \text{ filtre rouge}) \quad (f_G \text{ filtre vert}) \quad (f_B \text{ filtre bleu})$$

Les coordonnées trichromatiques X^0 , Y^0 et le facteur global de luminescence β ont été calculés par la méthode des coordonnées équidistantes (Y. Le Grand, Optique Physiologique, t. II, p. 177).

CARACTÉRISTIQUES COLORIMÉTRIQUES
DES TEINTES PRIMAIRES

REPÈRE DE LA TEINTE	X^0	Y^0	β
E 1106 A	0,344 ± 0,005	0,3600, ± 005	0,87 ± 0,01
E 1106 B	0,357	0,377	0,76
E 1106 C	0,360	0,375	0,75
E 1106 D	0,386	0,396	0,70
E 1106 E	0,400	0,407	0,68
E 1106 F	0,425	0,421	0,60
E 1106 G	0,436	0,437	0,59
E 1106 H	0,466	0,437	0,52

Stabilité des couleurs de l'échelle.

Il est recommandé de ne pas exposer inutilement l'échelle de couleur à la lumière du jour. Les teintes foncées présentant une plus grande stabilité que les teintes claires.

L'obtention de couleurs très stables se justifie pour les étalons primaires et secondaires, qui seront utilisés pour la réimpression de l'échelle, mais leur prix de revient est trop élevé pour les échelles de couleurs courantes et il est plus indiqué de les changer périodiquement, d'autant plus que la pratique montre que ce changement s'impose de lui-même, parce que l'échelle de couleur ne peut subir qu'un certain nombre de nettoyages.

Étude de la couleur de la pulpe pendant le développement de la banane sur le plant.

A titre d'exemple de mesure chiffrée de la couleur de la pulpe de la banane en phase préclimactérique, nous donnons ici les résultats obtenus avec un lot de 208 fruits représentatifs Poyo, prélevés sur un même carré entre le 20-12-60 et le 5-1-61 (étude effectuée par M. KELLER).

Le tableau ci-dessous montre que les couleurs C1 et C2 sont pratiquement peu différentes et que la couleur C3 est sensiblement le double des couleurs C1 ou C2 en fin de développement du fruit. (Les valeurs indiquées sont des valeurs moyennes.)

NOMBRE DE FRUITS	PLÉNI- TUDE P/L	DURETÉ DE LA PULPE	C1	C2	C3	$t =$ C1+C2+C3
3	0,8	—	0	0	2	2
15	1,2	—	0	0	4	4
15	1,7	—	0,5	0,3	4	4,8
21	2,6	18	0,7	0,7	5,4	6,8
16	2,8	20	0,7	0,6	5	6,3
14	3,2	30	1	0,7	3,7	5,4
14	3,7	40	1	1,2	3,6	5,8
13	4,6	48	1,1	1,4	2,5	5
15	5,6	58	2,2	2,8	4,9	9,9
13	6,2	55	2,7	2,6	5,5	10,8
11	6,7	53	2,8	2,9	6,4	12,1
21	7,8	46	3,8	4	8,1	15,9
12	8,2	45	3,1	4,1	8,4	15,6
12	8,7	42	3,8	4	8,6	16,4
13	9,3	45	3,3	3,8	8	15,1

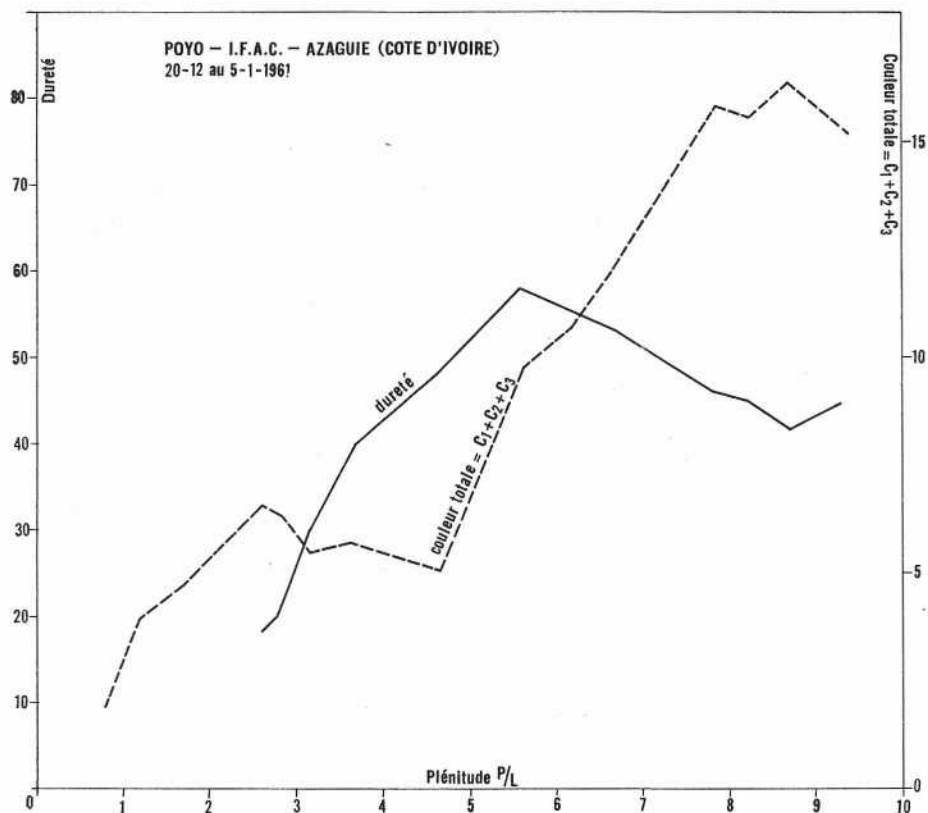
C1 = couleur extérieure de la pulpe.

C2 = couleur de fond de la section longitudinale.

C3 = couleur de la zone foncée au voisinage des carpelles.

Nous ne chercherons pas ici à interpréter ces résultats, notre seul but est de montrer qu'il est possible de mettre en évidence par des mesures chiffrées l'augmentation de couleur de la pulpe de la banane en fin de développement du fruit.

Les mesures précises de couleurs sont difficiles et coûteuses et ne peuvent être utilisées dans la pratique courante. Les mesures effectuées avec l'échelle de couleur ont une précision acceptable et il est intéressant de pouvoir repérer quantitativement la couleur de la pulpe de la banane en phase préclimactérique avec une méthode rapide et très simple. Comme pour les mesures de critères de qualité (plénitude, dureté,



longueur, etc.) il y aura lieu d'opérer sur un nombre déterminé d'échantillons et de comparer des valeurs moyennes.

Comparaison de la couleur de la pulpe des bananes de première et de dernière main d'un régime.

Le tableau ci-contre donne les résultats obtenus avec six régimes Poyo de coupe commerciale à la Station d'Azaguié de Côte d'Ivoire en février 1962.

Les valeurs moyennes indiquent une différence de 1/2 point pour C1 et de 2,3 points pour C3.

L'œil humain est un instrument de mesure des couleurs très sensible et une différence de 1/2 point entre les valeurs 3 et 4 est décelable à condition d'opérer par comparaison. Par contre, la mémoire des couleurs est peu développée chez l'homme, c'est ce qui enlève beaucoup de significations aux observations quantitatives.

* * *

Ces deux exemples montrent les services que peut rendre l'utilisation d'une échelle de couleurs pour la pulpe de la banane en phase préclimactérique.

Avec les fruits verts, les critères de qualité utilisant

NUMÉRO DU RÉGIME	FRUIT DE PREMIÈRE MAIN			FRUIT DE DERNIÈRE MAIN		
	C1	C3	C1+C3	C1	C3	C1+C3
1	2	6	8	1	5	6
2	5	10	15	4	10	14
3	4	11	15	4	8	12
4	3	10	13	4	8	12
5	4	12	16	4	8	12
6	5	12	17	3	8	11
Total	23	61	84	20	47	67
Moyennes ..	3,8	10,2	14	3,3	7,9	11,2

les mesures simples basées sur des propriétés physiques sont peu nombreuses et on ne peut négliger ceux qui se présentent même si leur précision est un peu moins satisfaisante.

L'emploi d'une échelle colorimétrique élimine le facteur personnel de l'opérateur qui est toujours important pour l'appréciation d'une couleur, supprime l'utilisation d'une terminologie imprécise et fournit des observations effectuées avec la même base de comparaison, ce qui est primordial pour les études effectuées dans différents territoires.