

Etudes de la coloration des limes.

I-La couleur verte de la lime de Tahiti, réalisation d'une échelle colorimétrique.

R. COTTIN*

avec la collaboration de J.-P. BIDAULT DES CHAUMES

ETUDES DE LA COLORATION DES LIMES

**I.- La couleur verte de la lime de Tahiti.
Réalisation d'une échelle colorimétrique.**

R. COTTIN
avec la collaboration de J.-P. BIDAULT DES CHAUMES

Fruits, Sep. 1985, vol. 40, n° 9, p. 565-569.

RESUME - L'utilisation du colorimètre différentiel Hunter a permis de mettre au point une échelle colorimétrique, retenue pour estimer les diverses nuances de vert des limes et en apprécier la maturité.

L'IRFA entreprend de publier dans FRUITS, deux études consacrées à la coloration des limes ou «Citrons verts».

La coloration verte des limes est en effet un critère commercial important, permettant à ces fruits, au moment du choix, d'être facilement distingués des Citrons jaunes classiques ; les autres différences: abondance du jus, arômes, finesse de la peau, etc., n'étant accessibles qu'au moment de la consommation proprement dite du fruit.

L'étude de R. COTTIN, est essentiellement consacrée à l'établissement d'une échelle colorimétrique permettant d'établir des régions utilisables pour la caractérisation des couleurs spécifiques des limes.

L'étude de Marie-Noëlle COLLIN et P. ESTANOVE, après avoir établi également une échelle colorimétrique, tente d'utiliser cette dernière pour estimer l'évolution physiologique des limes survenant après cueillette et en cours d'entreposage.

Ces deux études sont à la fois concurrentes et complémentaires. Elles ont été réalisées dans des conditions différentes, et ont engendré inévitablement des conclusions légèrement différentes dont il nous faudra tirer parti pour faire progresser les recherches sur les «vertes couleurs» des limes antillaises.

E. LAVILLE

R. COTTIN - IRFA, B.P. 153 - 97202 FORT DE FRANCE CEDEX
Martinique.

J.-P. BIDAULT DES CHAUMES - Directeur technique SIAPOC.
(Société industrielle antillaise de peintures et de produits chimiques)
B.P. 452 - 97202 FORT DE FRANCE CEDEX Martinique.

POURQUOI LA COULEUR VERTE ?

La couleur verte de l'épiderme de la lime de Tahiti (*Citrus latifolia* TAN.) est un critère essentiellement commercial lui conférant une image d'exotisme que le citron [*Citrus limon* (L.) BURN.], vendu jaune, n'offre pas. Le choix conduit à préférer des limes immatures, au détriment des caractéristiques organoleptiques que ce fruit n'acquiert qu'à maturité (teneur en jus), période où sa coloration offre des nuances de vert et de jaune.

Dès 1982, date du début des exportations de limes martiniquaises vers la métropole, le principal reproche fait à ce nouveau produit est sa couleur verte peu intense, caractéristique non partagée par les fruits provenant de l'étranger.

En réalité, les fruits très verts importés du Brésil, par exemple, sont le résultat d'un tri très sévère : la majorité de la production alimente un marché intérieur, en frais et en produits transformés, très demandeur, ce qui n'est pas le cas actuellement en Martinique.

L'utilisation d'une échelle colorimétrique permet, par une mesure objective de la couleur, d'éliminer les fruits devant évoluer rapidement vers des teintes de jaune.

L'échelle trouve donc son utilité aussi bien au niveau de la production, du conditionnement, qu'à celui du grossiste ou du revendeur. De telles échelles existent déjà, pour la pulpe de banane (1), l'épiderme de la pomme (6) ou le concentré de tomate (2) entre autres, leur emploi a prouvé l'utilité d'un outil de ce type (5).

MOYENS DE MESURE, UNITES

La mise au point de ce nuancier a nécessité l'utilisation d'un colorimètre différentiel Hunter L.a.b. D 25.A9. (3, 9). Sur ce type d'appareil, la mesure s'effectue de façon ponctuelle sur une surface plane ; aussi a-t-il fallu une légère adaptation pour permettre de mesurer la couleur des limes : un diaphragme de 35 mm de diamètre a été ajouté à la cellule de mesure, pour obtenir une surface quasi-horizontale lorsque le fruit est appliqué contre la cellule.

L'ensemble source lumineuse - photo détecteur - filtre est assemblé afin de simuler la sensibilité de la vision humaine telle qu'elle a été définie par la Commission internationale de l'Eclairage (C I E 1931).

Cet appareil mesure les couleurs selon l'échelle Hunter L.a.b. (figure 1) ; 3 paramètres caractérisent de façon unique une couleur donnée :

- le L mesure la profondeur du ton et varie de 0 pour le noir à 100 pour le blanc.

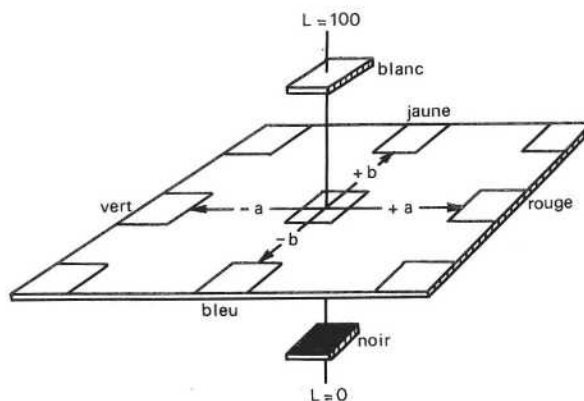


Fig. 1 • Mesure de la couleur ; standard HUNTER L.a.b.

- le a mesure le rouge quand il est positif et le vert quand il est négatif.

- le b mesure le jaune quand il est positif et le bleu quand il est négatif.

Pour la couleur de la lime, le rapport a/b renseigne sur la proportion de vert (valeur «a» négative) et de jaune (valeur «b» positive) quand il est négatif.

On peut définir la saturation S d'une couleur telle que : $S = \sqrt{a^2 + b^2}$, une couleur sera d'autant plus saturée que S sera élevé (8).

Connaissant L, a, b, pour une couleur de fruit, on peut réaliser une plaquette présentant les mêmes caractéristiques colorimétriques.

POSITION DE LA COULEUR DE LA LIME DANS L'ESPACE L.a.b.

Le but des mesures préliminaires à la réalisation du nuancier, était de déterminer la zone, dans l'espace L.a.b., occupée par les différentes couleurs possibles de la lime.

Chaque série de mesures comporte deux types d'observations :

- Chaque fruit est jugé à l'oeil nu :

- . très vert
- . vert
- . jaune
- . très jaune

- La couleur est ensuite évaluée selon le système L.a.b. :

trois mesures sont effectuées sur la partie équatoriale du fruit, chacune étant située à 120° de la précédente.

TABLEAU 1a - Caractéristiques colorimétriques de quelques limes.

classe visuelle	L	a	b	a/b	$S = \sqrt{a^2 + b^2}$
très jaune	64,5	+ 1,4	34,8	+ 0,04	34,8
très jaune	67,5	- 4,8	35,7	- 0,135	36,0
très jaune	62,8	- 7,8	31,1	- 0,251	32,1
jaune	61,2	- 11,2	30,3	- 0,369	32,3
jaune	54,8	- 10,9	30,0	- 0,363	31,9
jaune	60,9	- 17,1	32,5	- 0,526	36,7
jaune	52,3	- 13,2	28,4	- 0,465	31,3
vert	47,6	- 11,0	24,6	- 0,447	26,9
vert	47,0	- 11,1	22,8	- 0,487	25,4
vert	46,0	- 12,0	22,6	- 0,531	25,6
vert	45,4	- 12,6	23,3	- 0,541	26,5
vert	42,4	- 9,9	20,2	- 0,490	22,5
vert	43,5	- 13,1	21,0	- 0,624	24,8
vert	45,1	- 15,7	22,3	- 0,704	27,3
vert	40,5	- 11,9	20,0	- 0,595	23,3
vert	41,5	- 15,0	19,9	- 0,754	24,9
très vert	38,9	- 10,4	16,0	- 0,650	19,1
très vert	36,0	- 8,9	15,0	- 0,593	17,4
très vert	35,0	- 9,5	14,4	- 0,660	17,3
très vert	33,7	- 9,3	13,7	- 0,679	16,6

Quelques résultats sont consignés dans le tableau 1a.

Si, pour l'ensemble des mesures, on représente $b = f(L)$ on obtient une droite d'équation $b = 0,75 L - 11,45$ avec un coefficient de corrélation supérieur à 0,90.

La profondeur du ton est donc directement proportionnelle à la composante jaune de la couleur considérée. Grâce à cette relation, il devient possible de passer d'un espace tridimensionnel (L.a.b.) à un plan (a.b.).

Si l'on représente (figure 2) l'évolution du rapport a/b en fonction de la saturation, la courbe résultante peut être ajustée, avec un coefficient de corrélation supérieur à 0,80 par une exponentielle d'équation $S = 38 (1 - 33,6 \cdot 10^{-3} e^{-3,63 \frac{a}{b}})$.

Cette courbe, superposée aux domaines de valeurs des classes de couleurs, montre que le jaunissement de l'épiderme du fruit est la conséquence de deux variations :

- la diminution de plus en plus importante du rapport a/b lors du jaunissement du fruit. Elle traduit la disparition des pigments chlorophylliens responsables de la couleur verte et le démasquage des pigments jaunes.

La valeur «a» peut s'annuler et même devenir positive. Dans ce cas, il apparaît une composante rouge dans la couleur de l'épiderme provenant des pigments caroténoïdes (jaune orangé).

- une augmentation de la saturation jusqu'à une valeur limite de l'ordre de 38 unités.

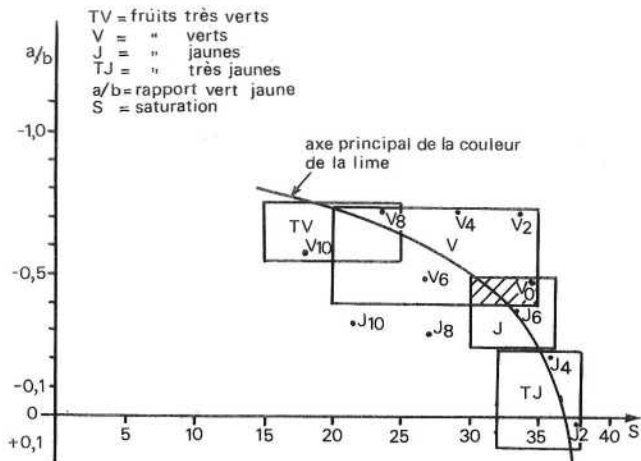


Fig. 2 • Domaines de valeurs des classes de couleurs de la lime de Tahiti.

Les caractéristiques colorimétriques des différentes classes de couleurs sont ainsi cernées (tableau 1b).

Les limites de classes, découlant d'observations subjectives, sont purement indicatives.

L'intersection des classes vertes et jaunes (zone hachurée de la figure 2) correspond aux coordonnées colorimétriques de fruits qualifiés de «tournants». L'axe principal de la coloration de la lime est la courbe «moyenne» de l'ensemble des mesures effectuées sur des fruits de maturité différente.

TABLEAU 1b - Caractéristiques colorimétriques des différentes classes de couleur de la lime de Tahiti

couleur	a/b	$S = \sqrt{a^2 + b^2}$
très vert	-0,75 à -0,55	15 à 25
vert	-0,75 à -0,40	20 à 35
jaune	-0,50 à -0,25	30 à 36
très jaune	-0,25 à +0,10	32 à 38

REALISATION DE L'ECHELLE COLORIMETRIQUE

Connaissant le rapport a/b et la saturation $S = \sqrt{a^2 + b^2}$, la représentation de l'axe principal de la coloration de la lime par une relation du type $b = f(a)$ devient réalisable (figure 3).

9 points ont été relevés aux abords de cet axe (J 2 à J 6, V 0 à V 10).

Trois autres couleurs ont été retenues :

J 0 : elle correspond à l'absence de pigments dans le zeste de la lime. Actuellement la cause de cet « albinisme » pouvant affecter la quasi-totalité du fruit est inconnue.

J 8 à J 10 : ces deux couleurs proviennent d'un dessèchement important obtenu dans de mauvaises conditions de conservation.

Les coordonnées L.a.b. ont été transmises au laboratoire de la SIAPOC en vue de formuler des teintes présentant les mêmes caractéristiques colorimétriques.

L'ensemble des valeurs L.a.b. des différentes couleurs retenues est rassemblé dans le tableau 2.

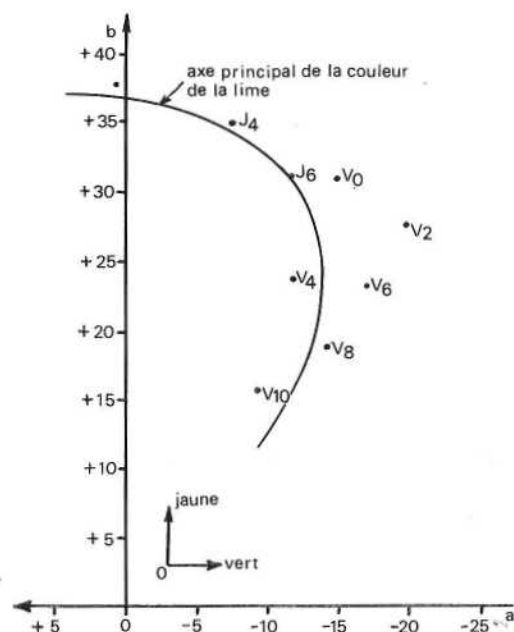


Fig. 3 - Caractéristiques colorimétriques des plaquettes de l'échelle.

PRESENTATION DE L'ECHELLE COLORIMETRIQUE

Elle est constituée de 12 plaquettes colorées, recouvertes d'un vernis protecteur et rassemblées dans une liasse.

TABLEAU 2 - Caractéristiques colorimétriques des plaquettes du nuancier.

nom	classes	L	a	b	vieillessement
V 10	très vert	34,5	- 9,1	15,7	normal
V 8	très vert	38,7	- 13,9	18,9	"
V 6	vert	45,2	- 17,0	23,4	"
V 4	vert	46,7	- 11,7	23,9	"
V 2	vert	52,7	- 19,8	27,4	"
V 0	tournant	56,0	- 14,9	31,1	"
J 6	jaune	54,7	- 11,6	31,1	"
J 4	très jaune	59,2	- 7,4	34,9	"
J 2	très jaune	65,0	+ 0,7	34,7	"
J 10	-	39,7	- 7,0	20,2	accidentel
J 8	-	49,2	- 7,7	25,9	"
J 0	-	67,0	- 9,5	30,0	pas de pigments

Chaque plaquette comporte au dos un code : il comprend :

- une lettre V(ert)
ou J(aune)

désignant la couleur dominante de la plaquette.

- un chiffre pair, de 0 à 10, relatif à l'intensité de vert dans cette couleur.

UTILISATION

Une mesure consiste à relier la tonalité générale du fruit (environ 75 p. 100 de sa surface) avec une plaquette du nuancier dont la référence sera relevée (10).

La couleur V 0 est le pivot de ce nuancier, elle correspond à celle des fruits tournants.

Des essais de conditionnement, basés sur des simulations de transport, ont permis de cerner les caractéristiques de tels fruits. En plus de leur coloration typique, ces fruits ont une peau fine, tendue, laissant apparaître les quartiers sous-jacents, d'où leur aspect côtelé.

La présence de limes tournantes dans un lot se traduit

par une dégradation rapide de la couleur verte de ce lot. En effet, ces fruits tournants, en jaunissant, dégagent de l'éthylène qui a la propriété d'activer une enzyme dégradant les pigments verts de l'épiderme des limes voisines (4, 7).

Ces fruits tournants doivent donc être, soit écartés au niveau de la récolte ou du conditionnement, soit vendus dans les plus brefs délais, mais en aucun cas ils ne doivent être stockés.

CONCLUSION

Ces 12 plaquettes permettent un meilleur suivi et donc une meilleure connaissance de la physiologie du fruit après récolte. Pour les chercheurs, le contrôle de la maturité est ainsi facilité par une mesure objective de la pigmentation à partir de laquelle ils pourront agir sur le plan agronomique. Quant aux producteurs, exportateurs, revendeurs, ils ont la possibilité de contrôler, tout le long de la chaîne de transport, l'aspect des limes et ainsi de maintenir une image de marque auprès du consommateur.

P.S.- Cette échelle colorimétrique peut être obtenue sur simple demande dans les principales stations IRFA.

BIBLIOGRAPHIE

1. DEULLIN (R.). 1963.
Mesure de la couleur de la pulpe de banane en phase préclimactérique.
Fruits, 18, (1), 23-26.
2. DUPAIGNE (P.). 1953.
Un nouvel appareil de détermination de la couleur des produits de tomates.
Fruits, Jun. 1953, 8 (6), 260-265.
3. EARGMAN (B.A.). 1977.
Orange juice color measurement using general purpose tristimulus colorimeters.
Proc. Flo. State Hort. Soc., 90, 188-191.
4. ELDON BROWN and BARMORE (R.C.). 1976.
The effect of ethylene, fruit color, and fungicides on susceptibility of «Robinson» Tangerines to anthracnose.
Proc. Flo. State Hort. Soc., 89, 198-200.
5. JIMENEZ-CUESTA (M.), CUQUERELLA (J.) and MARTINEZ-JAVAGA (J.M.). 1981.
Determination of a colour index for Citrus degreening.
Proc. Int. Soc. Citriculture, 750-753.
6. GORSKY (P.M.) and CRESAY (L.L.). 1977.
Color development in «Golden Delicious» apples.
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 102 (1), 73-75.
7. HOUCK (L.G.), AHARONY (Y.) and FOUSE (D.C.). 1978.
Color change in orange fruit stored in high concentrations of oxygen and in ethylene.
Proc. Flo. State Hort. Soc., 91, 136-139.
8. HUGGART (R.L.), PETUCS (D.R.) and BUSLIG (B.S.). 1977.
Color aspects of Florida commercial grapefruits juice.
Proc. Flo. State Hort. Soc., 90, 173-175.
9. JAHN (O.L.) and YOUNG (R.). 1976.
Changes in chlorophylls a, b and the a/b ratio during color development in Citrus fruit.
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 101 (4), 416-418.
10. SPALDING (D.H.) and REEDER (W.F.). 1976.
Low pressure (hypobaric) storage of limes.
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 101 (4), 367-370.

