



HAL
open science

Étude exploratoire de la texture de tranches de cake par analyse d'image

Alain Clément

► **To cite this version:**

Alain Clément. Étude exploratoire de la texture de tranches de cake par analyse d'image. [Rapport de recherche] ECRIN-GT TEXAS. 2008, pp.9. hal-03430662

HAL Id: hal-03430662

<https://hal.univ-angers.fr/hal-03430662>

Submitted on 16 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Projet ECRIN/TEXAS en collaboration avec l'ESA d'Angers

Étude exploratoire de la texture de tranches de cake par analyse d'images

Alain Clément – Laboratoire LISA
Institut Universitaire de Technologie, Université d'Angers
Avril 2008

1 Prélèvement des échantillons

Les cakes étudiés sont issus de 21 formulations alimentaires différentes. Ils sont référencés S_n-C_m en fonction de leur semaine de fabrication ($1 \leq n \leq 4$) et du numéro m du cake dans la semaine.

$S1$: 18/01/2008, $1 \leq m \leq 6$

$S3$: 01/02/2008, $1 \leq m \leq 5$

$S2$: 25/01/2008, $1 \leq m \leq 5$

$S4$: 08/02/2008, $1 \leq m \leq 5$

Pour chaque cake, deux tranches de 15 mm d'épaisseur ont été prélevées avec un couteau à lame sans dents dans un mouvement de coupe vertical perpendiculaire à l'axe principal du cake (fig. 1). Une première tranche $T1$ a été prélevée dans le milieu du cake, une seconde tranche $T2$ vers l'extrémité. Les tranches ont été secouées afin les débarrasser des miettes non adhérentes formées lors de la coupe.

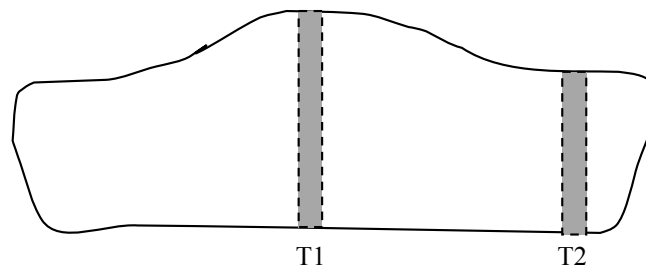


fig. 1 : Prélèvement des tranches de cake

2 Acquisition des images

Les images ont été acquises avec une caméra numérique CCD couleur ScionCorporation de résolution 1600x1200 et codées en RGB sur 24 bits.

Chaque tranche de cake $S_n-C_n-T_i$ a fait l'objet de 4 acquisitions d'images sur la même face, selon deux positions disjointes $P1$ et $P2$ dans la tranche, et pour chaque position, deux facteurs de zoom $Z1$ et $Z2$ ont été utilisés. Afin de déterminer avec précision la valeur des facteurs de zoom, un étalonnage a été effectué grâce à la prise d'images d'une règle graduée en millimètres (fig. 2.).

Un ensemble de 168 images couleur $S_n-C_n-T_i-P_j-Z_k$ a été ainsi constitué, chaque image étant codée au format TIFF non compressé (5,5 Mo/image).

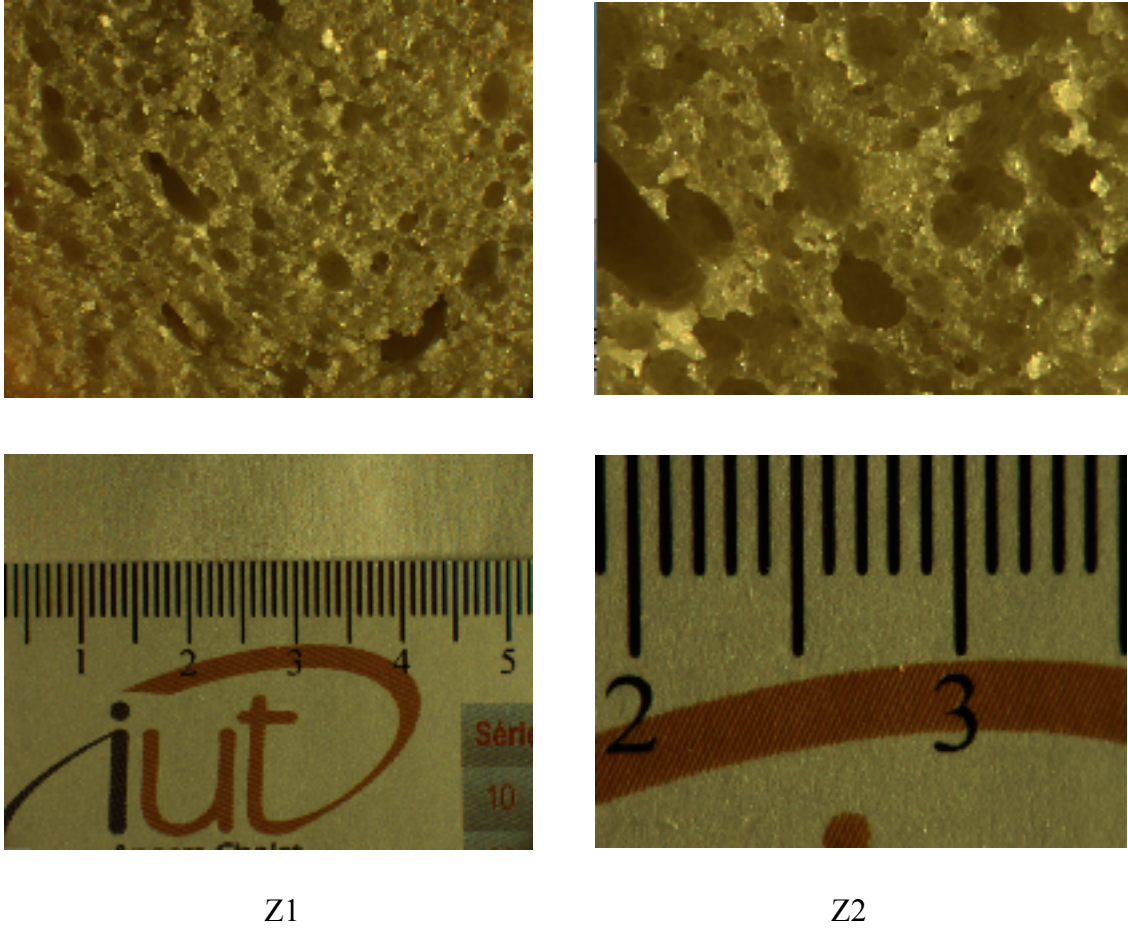


fig. 2 : Exemple d'images de tranches de cake aux grossissements Z1 et Z2

3 Éclairage

Afin de mettre en évidence la structure alvéolaire des tranches de cake, le principe d'un double éclairage rasant a été retenu (fig. 3).

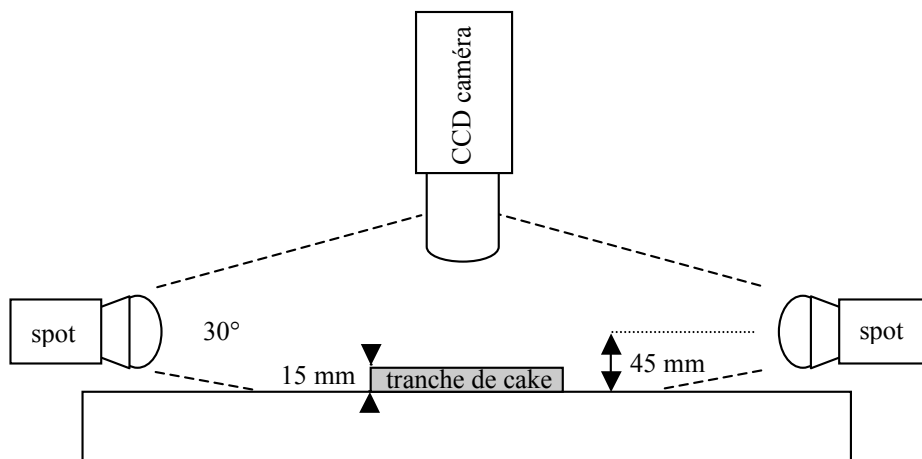


fig. 3 : Système d'acquisition des images

Cet éclairage a été réalisé avec des spots à incandescence OSRAM CONCENTRA R50 de 25W [1]. La température de couleur de l'illuminant est proche de 2856°K (CIE illuminant A) [2] et l'angle formé par le faisceau lumineux est de 30°.

4 Caractéristiques des images

La couleur ne semble pas constituer une information pertinente dans l'objectif de différencier les différentes formulations de cakes qui apparaissent toutes d'une même teinte jaune. En effet, les valeurs colorimétriques sont très similaires d'une image à l'autre et les histogrammes RGB présentent une information essentiellement composée dans les plans rouge et vert (fig. 4).

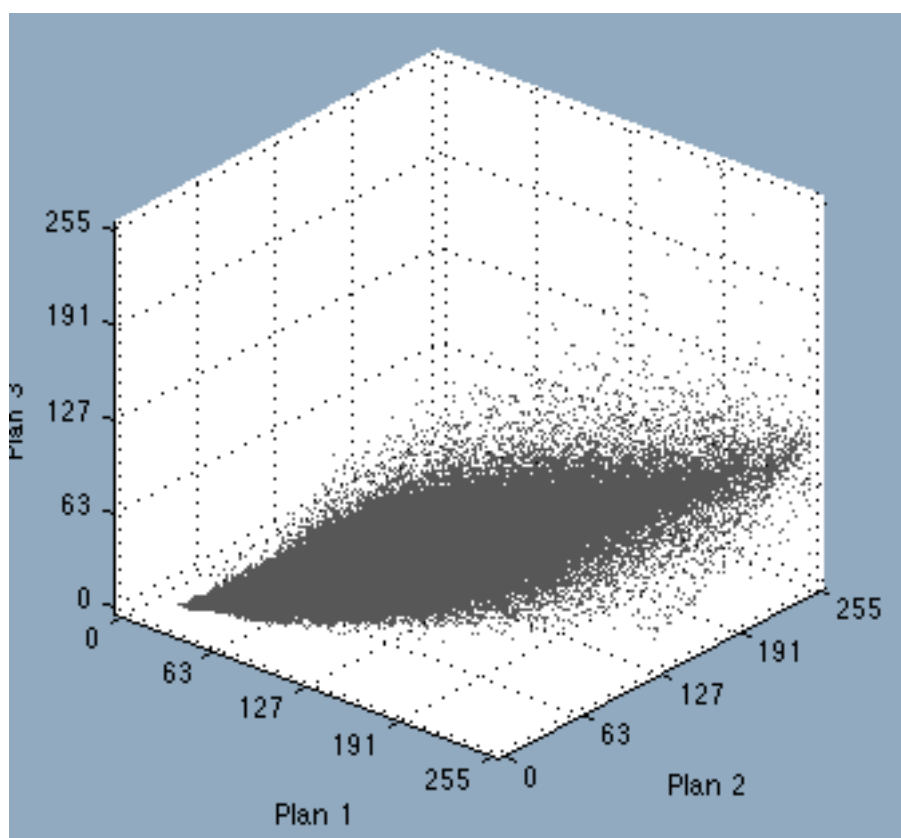


fig. 4 : Exemple d'histogramme RGB (plans 1, 2 et 3)

La projection de l'histogramme sur les plans rouge et vert ayant pour axe de symétrie la diagonale du cube RGB, il est pertinent de convertir les images couleur en niveaux de gris. La méthode retenue est celle définie par la norme ITU-R BT 709 [3] et définie par :

$$Y_{709} = 0,2125 \cdot R_{cam} + 0,7154 \cdot G_{cam} + 0,0721 \cdot B_{cam}$$

Cette transformation s'applique à des valeurs RGB_{cam} non gamma-corrigées, ce qui est le cas de nos images. On notera que cette approximation de la luminance CIE Y favorise les plans rouge et vert, ce qui

est particulièrement adapté à la nature de nos images couleur (cf. fig. 4). La figure 5 présente l'histogramme de luminance (Y) correspondant à l'histogramme RGB précédent.

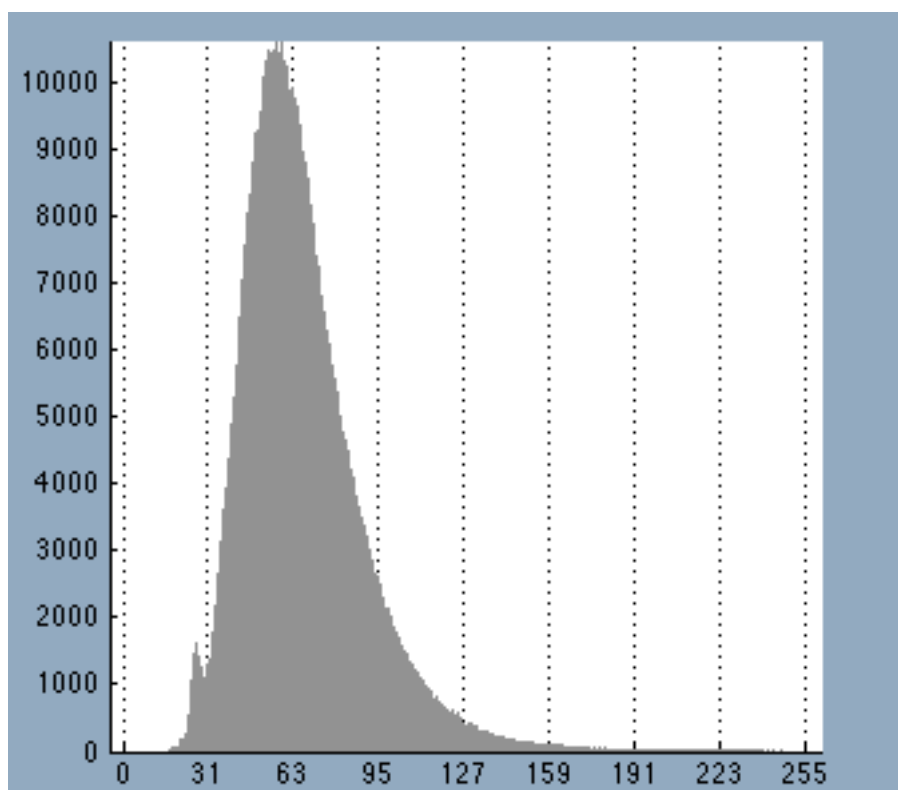


fig. 5 : Exemple d'histogramme de luminance (Y)

Les images couleur ont donc été transformées en niveaux de gris (fig. 6) avec une réduction de la résolution en 800x600 afin de faciliter leur manipulation ultérieure.

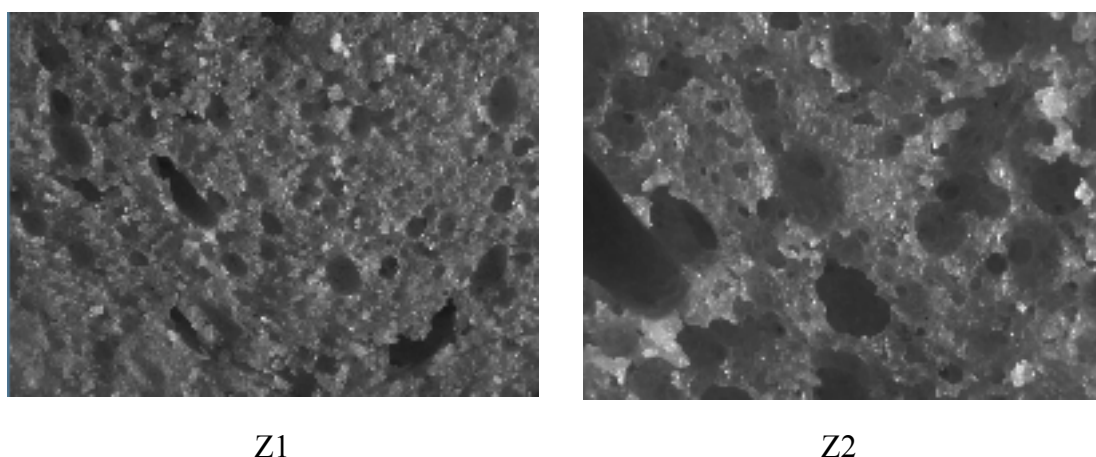


fig. 6 : Exemple d'images de tranches de cake en niveaux de gris

5 Analyse des images en niveaux de gris

Comme le montre la figure 7, l'éclairage rasant (cf. § 3) a pour effet de renforcer les contrastes des alvéoles de manière symétrique sur l'axe horizontal *h*. Éclairées latéralement, les alvéoles apparaissent d'autant plus sombres qu'elles sont plus profondes. Inversement, les parties saillantes comme les petits grains adhérents à la tranche, apparaissent très lumineuses.

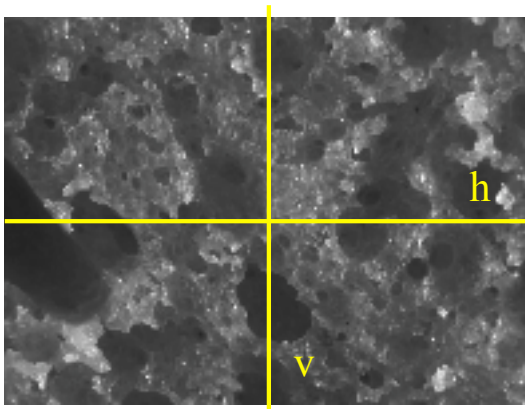
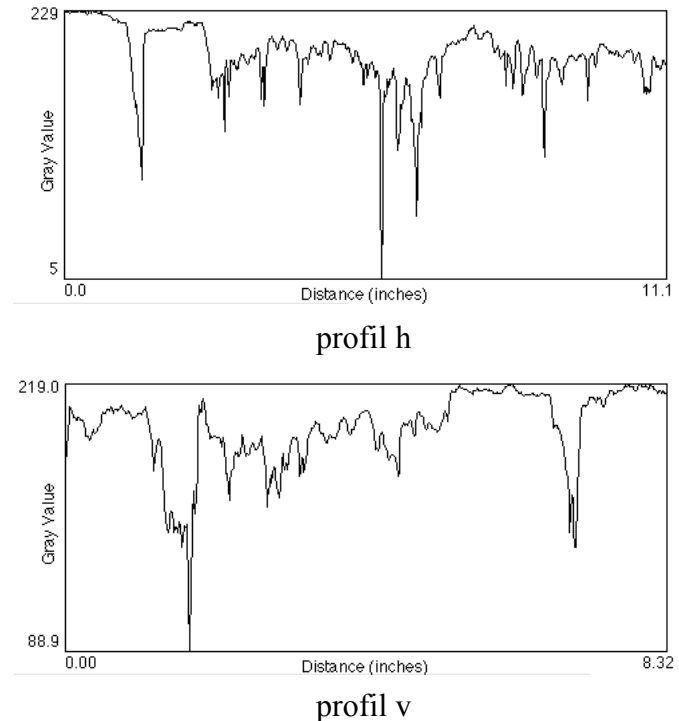


fig. 7 : Profils (h)orizontal et (v)ertical

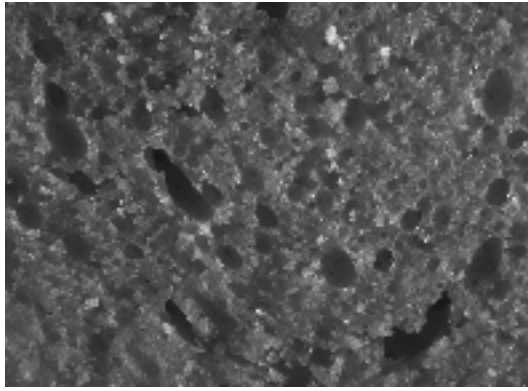


Les niveaux de gris traduisent donc une troisième dimension spatiale perpendiculaire au plan de l'image. Il est cependant difficile d'évaluer si leur valeur varie ou non de manière linéaire avec la profondeur. Néanmoins, comme toutes les images ont été acquises dans les mêmes conditions, la mesure des niveaux de gris constitue une donnée potentiellement discriminante entre les images de cakes issus de formulations alimentaires différentes.

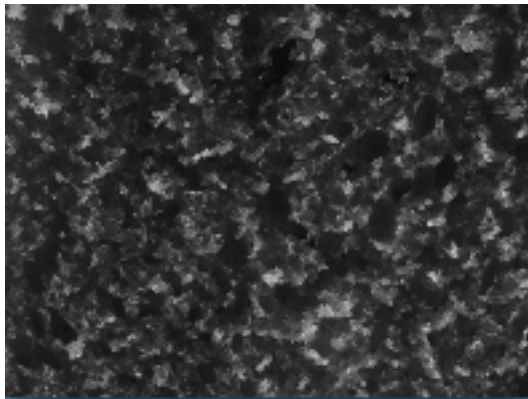
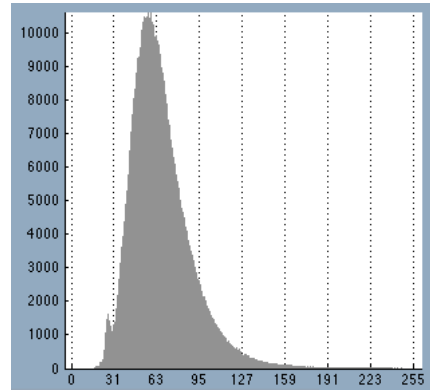
6 Stratégies d'analyse de texture des différentes formulations alimentaires de cakes

6.1 Approche globale fondée sur les histogrammes de luminance

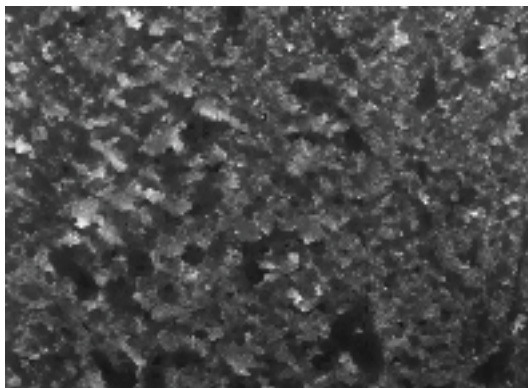
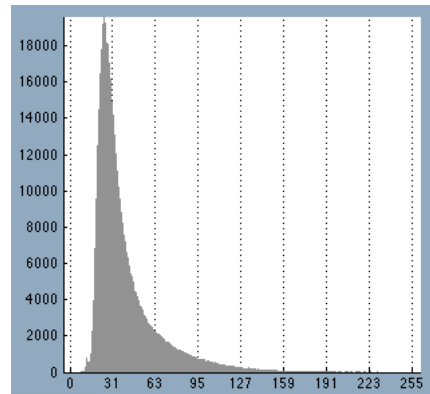
L'histogramme d'une image traduit globalement la texture du cake : Les valeurs plus sombres inférieures aux valeurs moyennes du plan de la tranche correspondent à des creux. Si on considère que le développement des bulles de gaz dans le cake est globalement symétrique dans l'espace, les faibles niveaux de gris traduisent la présence de grosses alvéoles. À l'inverse, plus la matière du cake est collante et plus sa structure est friable, plus il y aura de petits grains adhérents en surface. Ces miettes de pâte seront caractérisées par des niveaux de gris élevés. La comparaison des histogrammes permet ainsi de caractériser et de différencier les différentes formulations (fig. 8).



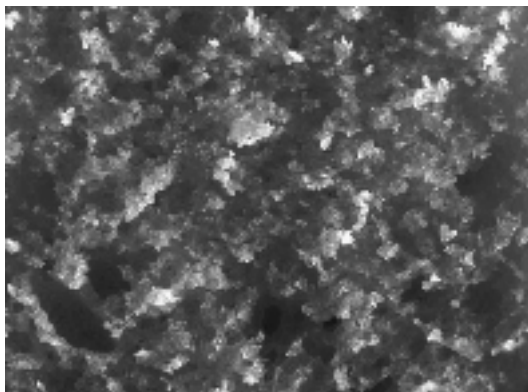
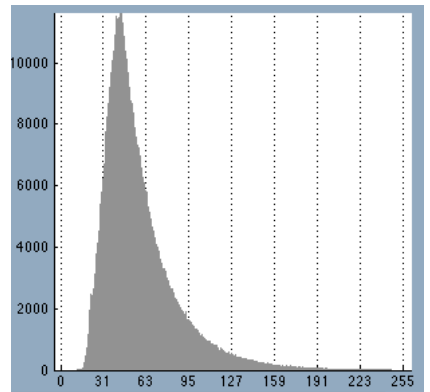
S1-C1-T1-P1-Z1



S1-C6-T1-P1-Z1



S3-C3-T1-P1-Z1



S4-C1-T1-P1-Z1

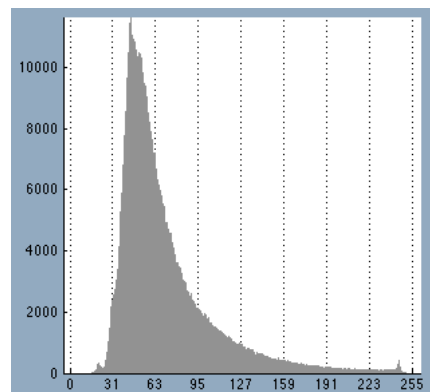
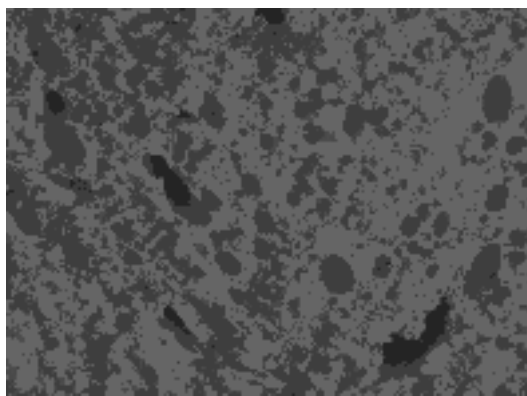


fig. 8 : Exemples d'images issues de 4 formulations différentes et histogrammes correspondants

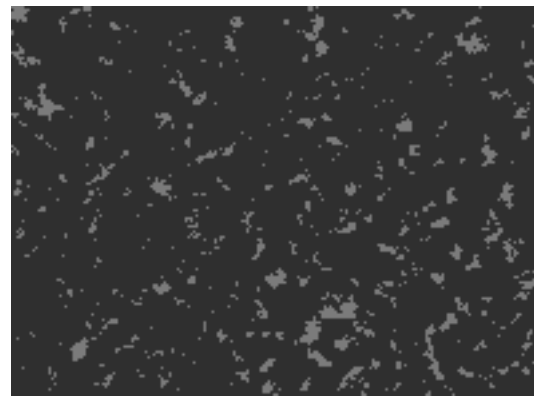
6.2 Approche histologique fondée sur des mesures de régions

Une seconde approche consiste à définir sur chaque image des mesures quantitatives des différentes régions obtenues à l'issue d'un processus de segmentation. On considérera donc que des niveaux de gris semblables dans une même zone de l'image forment une région homogène dont il est pertinent de mesurer par exemple la surface, le périmètre ou la compacité. Il sera ainsi possible de caractériser individuellement les alvéoles (zones plus sombres), les grosses comme les petites, ainsi que les miettes de pâte adhérentes en surface (zones plus claires). On notera cependant que si le nombre et la taille des particules collées en surface est important, des phénomènes d'ombrage se produisent sans qu'il soit alors possible de différencier les zones ombrées des zones creuses.

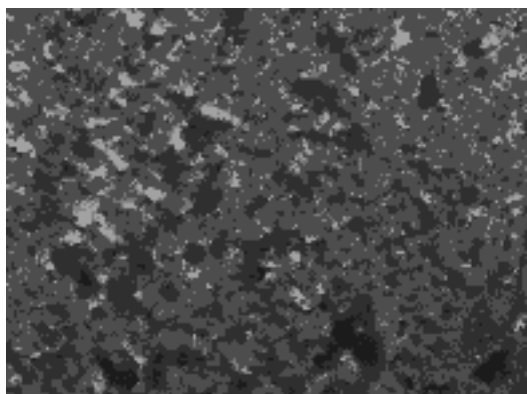
La figure 9 présente, pour les mêmes images que précédemment (cf. § 6.1) des résultats de segmentation obtenus par classification hiérarchique non supervisée [4]. Les différents niveaux de gris correspondent aux centres de gravité des différentes classes et déterminent spatialement des régions. Le nombre de classes peut varier d'une image à l'autre en fonction des différences de relief à la surface des tranches.



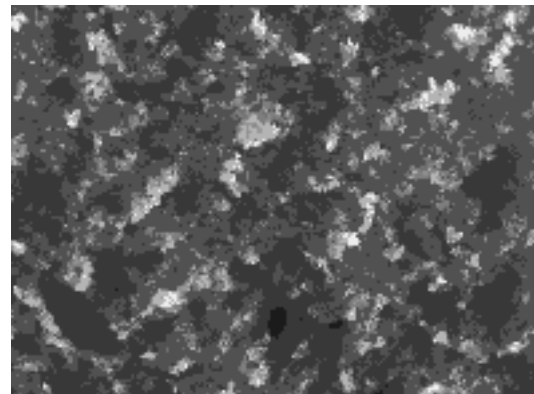
S1-C1-T1-P1-Z1



S1-C6-T1-P1-Z1



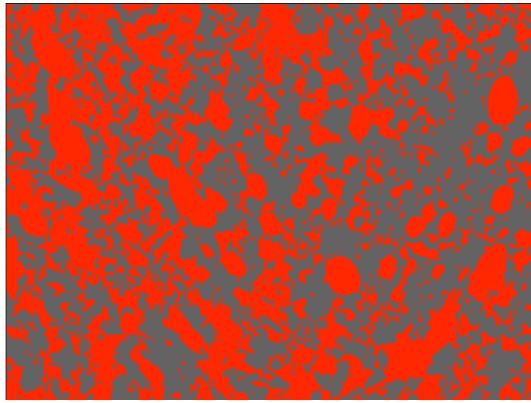
S3-C3-T1-P1-Z1



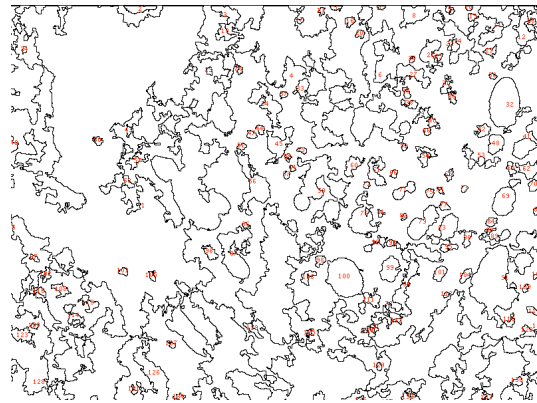
S4-C1-T1-P1-Z1

fig. 9 : Images segmentées par classification hiérarchique [$g = 0$ $p = 0.20$ $m = E$]

Pour un niveau de gris donné, l'image segmentée doit être binarisée et les objets identifiés par étiquetage en composantes connexes. Chaque objet binaire peut alors être mesuré [5]. Des résultats de mesures sur la première image sont présentés à la figure 10.



binarisation



étiquetage en composantes connexes

<u>LABEL</u>	<u>SURFACE</u>	<u>PÉRIMÈTRE</u>
1	102376	11097.997
2	367	121.497
3	575	156.167
4	12880	1878.466
5	94	52.042
6	6303	1295.859
7	54	33.799
8	850	167.924
9	109	66.426
10	63	30.142
...
135	114	55.012
136	119	52.527
137	83	52.527

fig. 10 : Exemple de mesures sur 137 objets binaires de taille minimum 10 correspondants aux zones de couleur rouge sur l'image S1-C1-T1-P1-Z1 segmentée (unité de mesure en pixels)

6.3 Approche par analyse de texture

L'analyse de texture [6] permet de caractériser par des coefficients numériques les agencements complexes de niveaux de gris engendrés par les alvéoles dans le plan spatial de l'image [7]. Il ne s'agit plus alors de chercher à mesurer précisément chaque élément de l'image, mais de considérer que l'image forme un ou plusieurs motifs que l'on va caractériser de manière scalaire. Les motifs de texture correspondant aux différentes formulations alimentaires de cakes pourront alors être comparés [8].

Dans les stratégies précédentes, les images acquises avec le facteur de zoom $Z2$ n'ont pas été utilisées. Leur utilisation dans le cadre de l'analyse de texture pourrait permettre d'envisager une approche multi-échelle [9].

7 Conclusion et perspectives

Bien qu'encore préliminaire, cette étude montre qu'il est possible de caractériser et de différencier la texture de cakes issus de formulations alimentaires différentes par des méthodes fondées sur l'analyse d'images. Différentes stratégies de niveaux de complexité variables ont été abordées, et parmi celles-ci, trois approches ont été présentées. Aucune des approches retenues ne fait appel à l'analyse d'images couleur, ce que semble confirmer la bibliographie sur le sujet avec une très grande majorité d'articles relevant de l'imagerie en niveaux de gris.

8 Bibliographie

- [1] Site Internet de la société OSRAM (<http://www.osram.fr>)
- [2] Commission Internationale de l'Éclairage (1986). *Colorimetry*. 2nd Edition, Publication CIE n°15.2. Central Bureau of the Commission Internationale de l'Éclairage, Vienna, Austria.
- [3] International Telecommunication Union (2000). *Basic Parameter Values for the HDTV Standard for the Studio and for International Programme Exchange*. Recommendation ITU-R BT.709-4, Geneva, Switzerland.
- [4] Clément A., Vigouroux B. (2002). *Unsupervised classification of pixels in color images by hierarchical analysis of bi-dimensional histograms*. Proceedings of the IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics, Hammamet, Tunisia, on Cdrom IEEE Catalog number 02CH37349C, ISBN: 0-7803-7438-X.
- [5] Gonzales-Barron, U., Butler, F. (2006). *A comparison of seven thresholding techniques with the k-means clustering algorithm for measurement of bread-crumbs by digital image analysis*. Journal of Food Engineering, 74, 268–278
- [6] Haralick R.M. (1979). *Statistical and structural approaches to texture*. Proc.IEEE67,786–804.
- [7] Bertrand, D., Le Guernevé C., Marion D., Devaux M. F., Robert P. (1992). *Description of the textural appearance of bread crumb by video image analysis*. Cereal Chemistry, 69, 257–261.
- [8] Kvaal K., Wold J. P., Indahl U. G., Baardseth P., Næs, T. (1998). *Multivariate feature extraction from extraction from textural images of bread*. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 42, 141–158.
- [9] Lassoued N., Babin P., Della Valle G., Devaux M.F., Réguerre A.L. (2007) *Granulometry of bread crumb grain: Contributions of 2D and 3D image analysis at different scale*. Food Research International, doi:10.1016/j.foodres.2007.06.004.