



HAL
open science

Impacts de 5 ingrédients utilisés en panification étudiés par fluorescence frontale 3D au moyen de plans d'expériences

Lalatiana Rakotozafy, Amos Dago-Serry, Rebeca Garcia, Aline Boussard,
Jacques Nicolas, Christophe Cordella

► To cite this version:

Lalatiana Rakotozafy, Amos Dago-Serry, Rebeca Garcia, Aline Boussard, Jacques Nicolas, et al..
Impacts de 5 ingrédients utilisés en panification étudiés par fluorescence frontale 3D au moyen de
plans d'expériences. Chimiométrie 2018, Jan 2018, Paris, France. . hal-04292214

HAL Id: hal-04292214

<https://cnam.hal.science/hal-04292214>

Submitted on 17 Nov 2023

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.

Impacts de 5 ingrédients utilisés en panification étudiés par fluorescence frontale 3D au moyen de plans d'expériences



L Rakotozafy¹, A. Dago-Serry¹, R. Garcia¹, A. Boussard¹, J. Nicolas¹ et C.B.Y. Cordella²

¹ UMR1145 Ingénierie Procédés Aliments, Université Paris-Saclay, CNAM, 292 rue Saint Martin, F-75003 Paris.

² UMR914 Physiologie de la Nutrition et du Comportement Alimentaire, Inra, AgroParisTech, Université Paris-Saclay, 16 rue Claude Bernard, F-75005, Paris,

Introduction

Objectif → Evaluer les effets de 5 ingrédients utilisés comme améliorants [4, 5] dans la formulation de pâtes fabriquées à partir de 3 farines à teneurs variables en protéines.

Fluorescence frontale → Fort potentiel d'applications pour le suivi des modifications des propriétés physico-chimiques des pâtes de farine de blé pendant le pétrissage [1, 2, 3].

Perspective industrielle → Pourrait être à la base d'un outil rapide d'appréciation du comportement des pâtes pour optimiser cette étape de la panification [2, 3].

Matériels et méthodes

3 farines — 5 ingrédients

teneurs variables en protéines

F1 (8,5 %)
F2 (10 %)
F3 (14 %)

avec sel + levure

Acide ascorbique (A)
Cystéine (C)
Farine de fève (F)
Glucose oxydase (G)
Alpha-amylase (Y)

Spectres de fluorescence réalisés sur les pâtes fraîches

excitation : 250 à 400 nm
émission : 260 à 550 nm
(Spectrofluorimètre FluoroMax-4 Horiba)

ACP

Plans d'expériences factoriels complets à 2 niveaux

(Statgraphics) [6]

Quantification de l'impact des ingrédients sur chaque réponse de fluorescence I_{fluo} :

- maximum de fluorescence dans la zone 1 (Z1),
- maximum de fluorescence dans la zone 2 (Z2),
- rapport (Z1 / Z2).

$$I_{fluo} = Cte + k_A A + k_C C + k_F F + k_G G + k_Y Y + k_{AC} (A \times C) + k_{AF} (A \times F) + k_{AG} (A \times G) + k_{AY} (A \times Y) + k_{CF} (C \times F) + k_{CG} (C \times G) + k_{CY} (C \times Y) + k_{FG} (F \times G) + k_{FY} (F \times Y) + k_{ACF} (A \times C \times F) + k_{ACG} (A \times C \times G) + k_{ACY} (A \times C \times Y) + k_{AFG} (A \times F \times G) + k_{AGY} (A \times G \times Y) + k_{CFG} (C \times F \times G) + k_{CFY} (C \times F \times Y) + k_{CGY} (C \times G \times Y) + k_{FGY} (F \times G \times Y) + \varepsilon$$

avec Cte : moyenne des mesures expérimentales du critère de fluorescence

k_p , k_{ij} et k_{ijk} : coefficients associés respectivement aux effets directs des ingrédients, aux interactions binaires et aux interactions ternaires entre ingrédients

et ε : erreur résiduelle.

Résultats

- **Spectres 3 D** : 2 maxima d'intensité de fluorescence attribuables aux protéines (Z1) et à l'acide férulique présent dans les arabinoxylanes (Z2) [2] (Figure 1).
- **Effet du type de farine** : Statistiquement différentes, les valeurs moyennes de Z1 et Z2 ne sont pas liées au taux de protéines alors que le ratio Z1/Z2 augmente avec celui-ci (Tableau 1).

Tableau 1 : Valeurs moyennes et coefficients de variation de Z1, Z2 et des rapports Z1 / Z2 pour les pâtes fraîches issues du pétrissage des 3 farines en présence de sel et de levure (tous ingrédients confondus : 32 formulations par groupe).

		F1 (8,5 % prot) (n = 117)	F2 (10%) (n = 116)	F3 (14 %) (n = 112)
Z1	Moy*	358673 ^b	325557 ^a	503359 ^c
	CV	16,8 %	22,8 %	15,4 %
Z2	Moy*	144774 ^c	126800 ^a	137001 ^b
	CV	10,6 %	20,9 %	15,1 %
Z1 / Z2	Moy*	2,470 ^a	2,576 ^b	3,727 ^c
	CV	11,2 %	12,3 %	17,8 %

CV : coefficient de variation * Lorsque les lettres dans la ligne sont différentes, les moyennes sont significativement différentes au niveau de probabilité de 95 %.

- **L'ACP** permet de visualiser pour chaque farine, que l'ajout d'amylase (Y) semble sans effet sur la fluorescence des pâtes, contrairement aux 4 autres ingrédients (Figure 2)

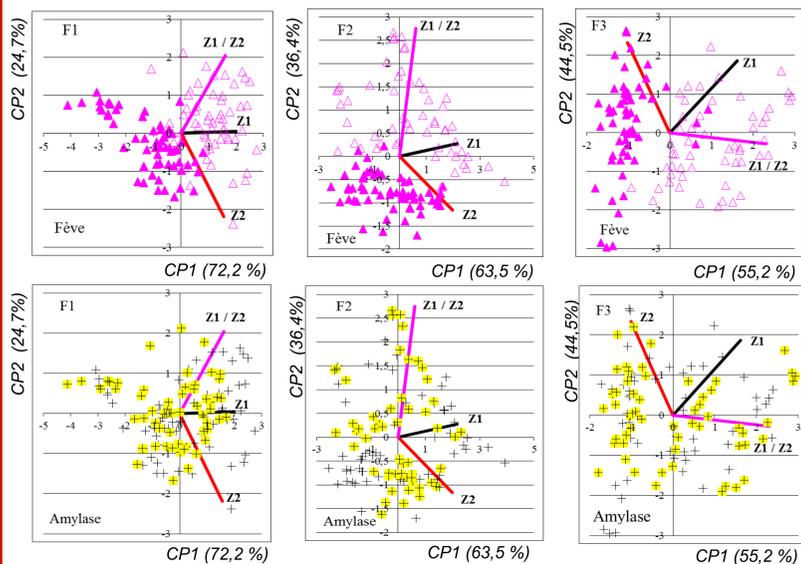


Figure 2 : ACP sur les 3 farines - (exemples d'ACP avec la fève et l'amylase).

Les points expérimentaux en symboles pleins représentent les échantillons des 16 formulations contenant l'ingrédient et ceux en symboles vides, les 16 formulations qui n'en contiennent pas.

Conclusions

Ces résultats confirment l'intérêt des mesures de fluorescence frontale 3D appliquées à des pâtes boulangères fraîches.

Confortés par des analyses biochimiques, ils devraient permettre de conduire à une application industrielle avec la mise au point d'un capteur de fluorescence on-line.

Bibliographie

- [1] C.B.Y. Cordella *et al.*, Suivi de la structuration de la pâte à pain grâce au couplage entre Spectroscopie de Fluorescence Frontale et Analyse en Composantes Indépendantes. *Annales des falsifications, de l'expertise chimique & toxicologique*, 983, 2015, pages 38-48, 2015
- [2] R. Garcia *et al.*, 3D-front-face fluorescence spectroscopy and independent components analysis: A new way to monitor bread dough development. *Talanta*, 147, 307-314, 2016
- [3] C.B.Y. Cordella, New way to monitor bread dough development: 3D Front Face Fluorescence Spectroscopy associated with Independent Components Analysis, Note d'application HORIBA Scientific, TRFA-39, www.horiba.com/scientific, 2016
- [4] A. Boussard *et al.*, Use of chemometrics tools to estimate effects of yeast, glucose-oxidase, wheat, soybean or horsebean flours on biochemical characteristics of breadmaking. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 113 (15), 68-77, 2012
- [5] A. Dago-Serry, Etude de l'effet de l'acide ascorbique, de la cystéine, de la farine de fève, de la glucose-oxydase et de l'amylase sur les spectres de fluorescence frontale 3D des pâtes de farine de blé tendre, Mémoire d'Ingénieur Cnam, soutenance prévue 2018.
- [6] Statgraphics Centurion, StatPoint Technologies, Inc

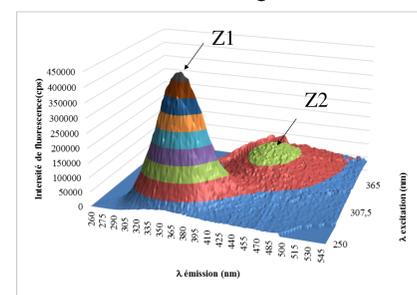


Figure 1 : Spectre 3 D de fluorescence d'une pâte fraîche pétrie en présence de sel et de levure et en absence de tout autre ingrédient montrant les 2 zones de fluorescence maximale

- **Plan d'expériences** : Les effets issus de l'analyse sont représentés dans la Figure 3

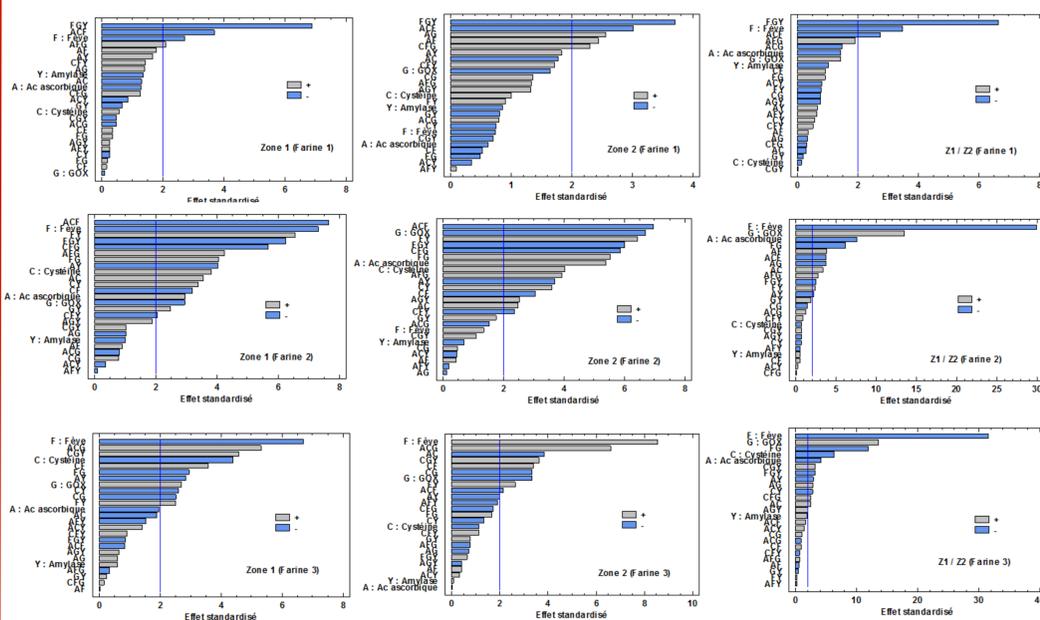


Figure 3 : Diagrammes de Pareto standardisés obtenus pour les farines 1 (haut), 2 (milieu) et 3 (bas). La verticale permet de distinguer (à droite) les effets significatifs avec un risque d'erreur de 5 %.

- **La farine de fève (F)** contient vraisemblablement un (des) composé(s) qui provoque(nt) une diminution de Z1 et cet effet est plus marqué lorsque la teneur en protéines de la farine augmente.
- En présence d'H₂O₂ généré par la **GOX (G)** pendant le pétrissage, l'acide férulique est oxydé par les peroxydases de la farine de blé [4], expliquant l'augmentation de Z1/Z2.
- **L'amylase (Y)** ne contient probablement pas de composé susceptible d'interférer sur les caractéristiques de fluorescence des pâtes au cours du pétrissage.
- Il est difficile de fournir une hypothèse susceptible d'expliquer les résultats observés pour **l'acide ascorbique (A)** et **la cystéine (C)** pour l'ensemble des farines.

Contact

Lalatianna RAKOTOZAFY : lalatianna.rakotozafy@lecnam.net

UMR 1145 équipe SP2

Cnam, Laboratoire Industries Agro-alimentaires, 292 rue Saint-Martin F-75003 Paris

<http://iaa.cnam.fr>

