

Comprendre et utiliser la structure des aliments

pour améliorer leurs qualités nutritionnelles et sensorielles

► Mardi 13 mai 2014





Déstructuration orale de pains enrichis en fibres et à teneur réduite en sel et impact sur l'index glycémique

Le Bleis F.^{1,2}, Billy L.², Saulnier L.¹, Della Valle G.¹

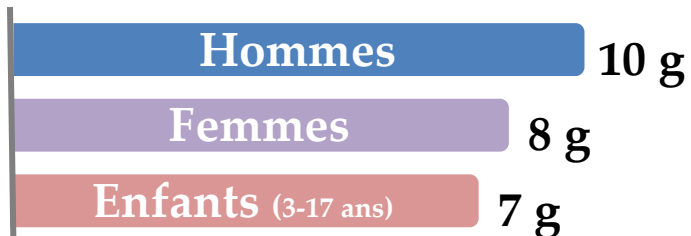
¹ INRA, UR 1268 Biopolymères Interactions Assemblages (BIA), 44 316 Nantes, France

² Food Development, Conseils en Innovation Alimentaire, 44 316 Nantes, France



Le pain, fort vecteur de sel

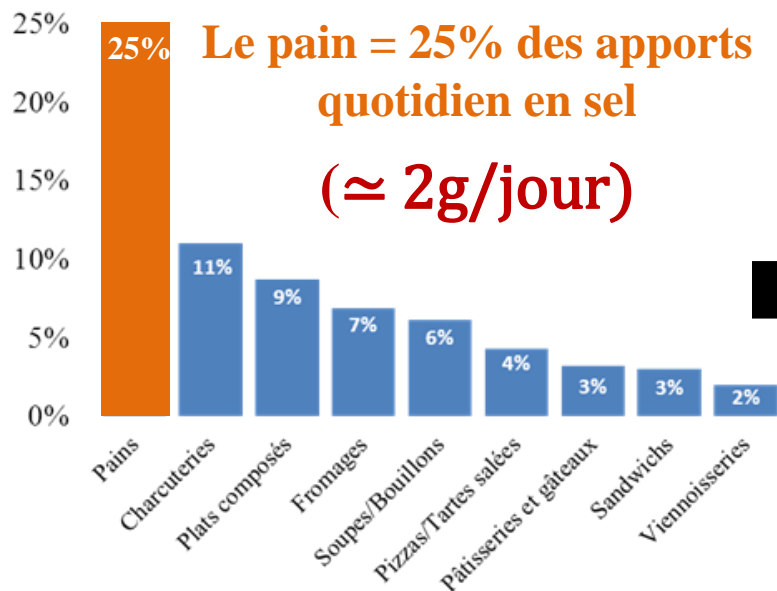
Consommation moyenne de sel par jour *(sel ajouté compris)*



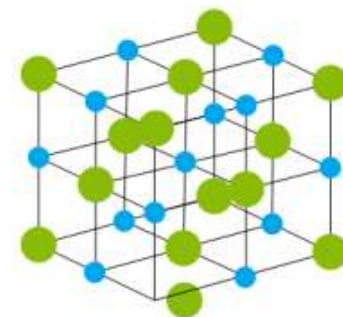
Recommandations nutritionnelles

- ❑ OMS ⁽¹⁾ : **< 5g/jour**
- ❑ En France : PNNS 3 (2011-2015) ⁽²⁾
 - **8 g/jour** : hommes
 - **6,5 g/jour** : femmes et enfants

130 g/jour ⁽³⁾



1,8 à 2,2 % de sel (base farine)



Na⁺ (ion sodium)

Cl⁻ (ion chlorure)

Le pain, source de fibres alimentaires

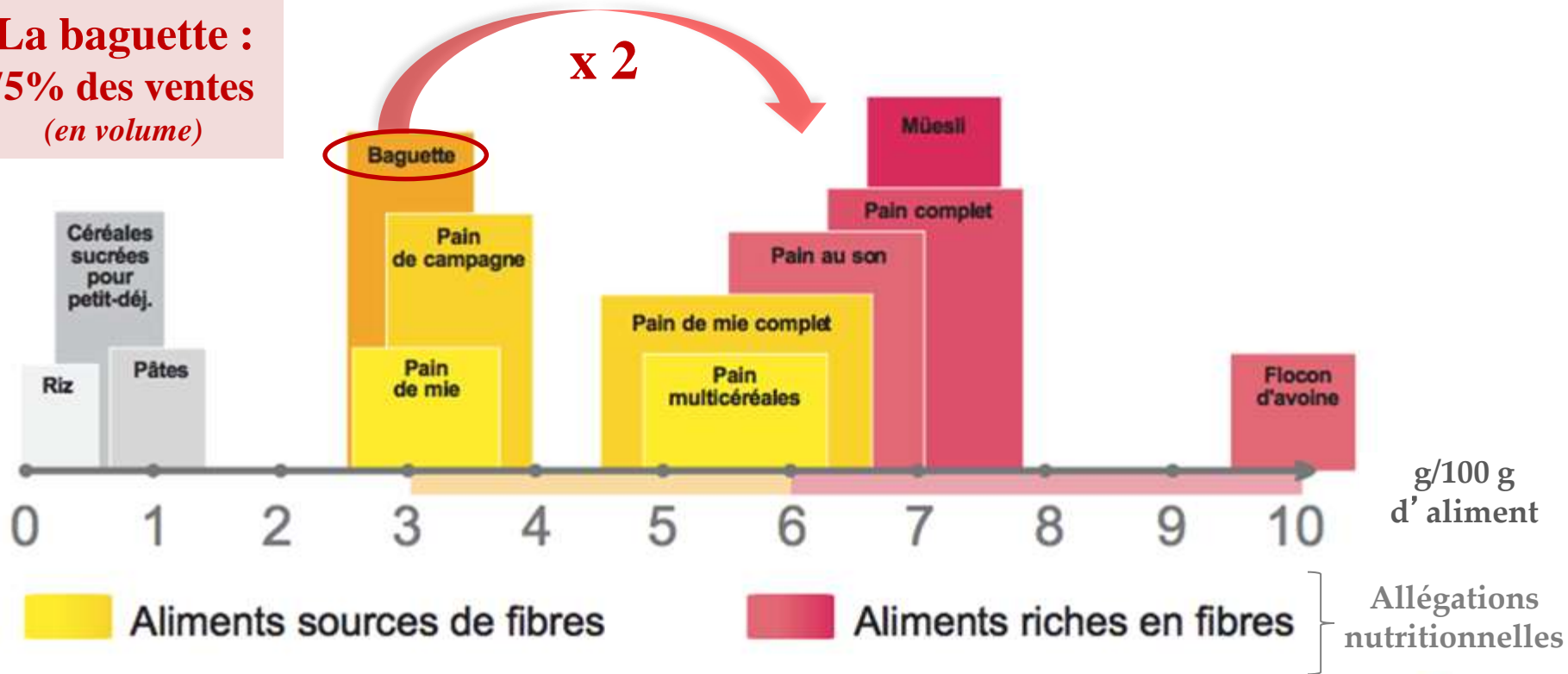


→ Apport moyen de fibres⁽¹⁾ : Hommes : 18-21 g/j

Femmes : 15-18 g/j

→ Recommandations (France) : 25 g/j et si possible 30 g/j.

La baguette :
75% des ventes
(en volume)



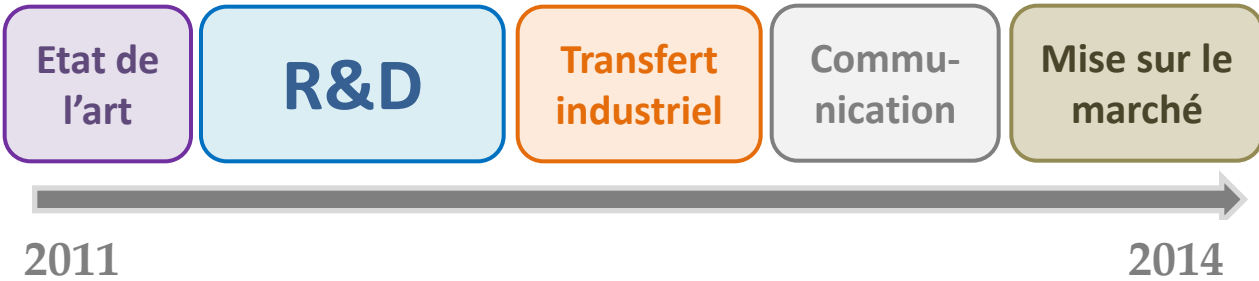


Le projet Pan&Sens



Améliorer le *profil nutritionnel* de la *baguette française*

- ✓ Augmentation de la teneur en fibres (**6g/100g de pain**) : + **80%**
- ✓ Diminution de la teneur en sel (**1g/100g de pain, soit 1,4%**) : - **35%**
- ✓ Forte **acceptabilité** par le consommateur



Thèse

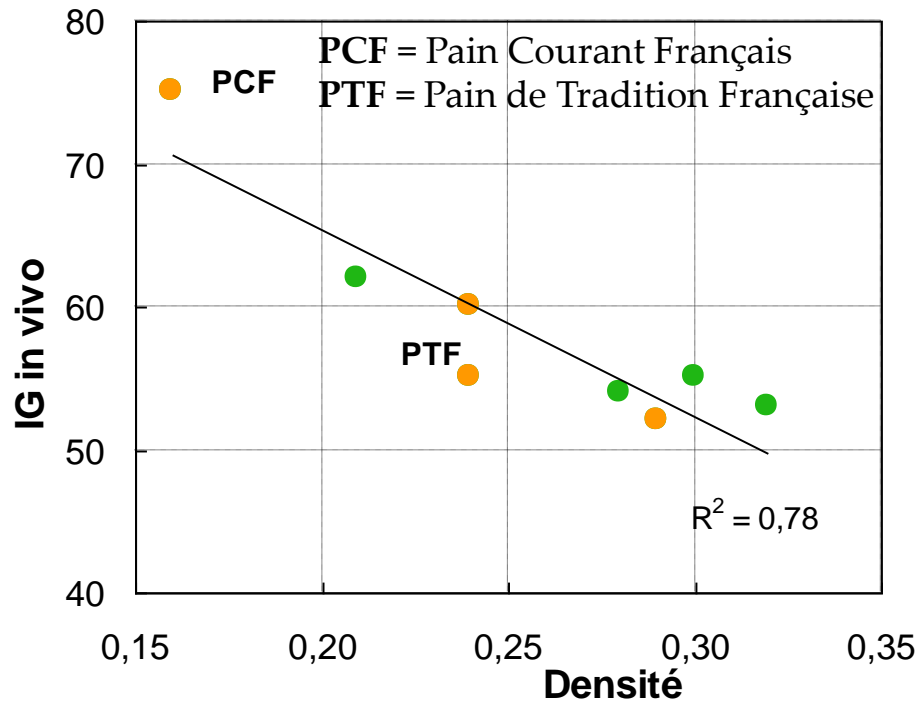
Elaboration de pains enrichis en fibres

Déstructuration du pain au cours de la mastication

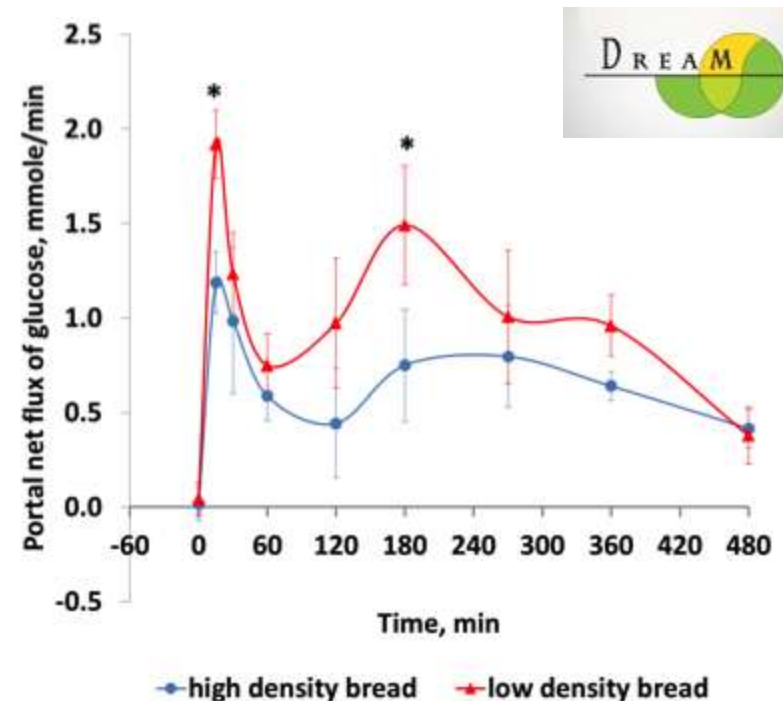


Variations de l'index glycémique *in vivo*

Variation de l'IG *in vivo* de pains **avec** (●) ou **sans** (●) fibres en fonction de leur **densité**



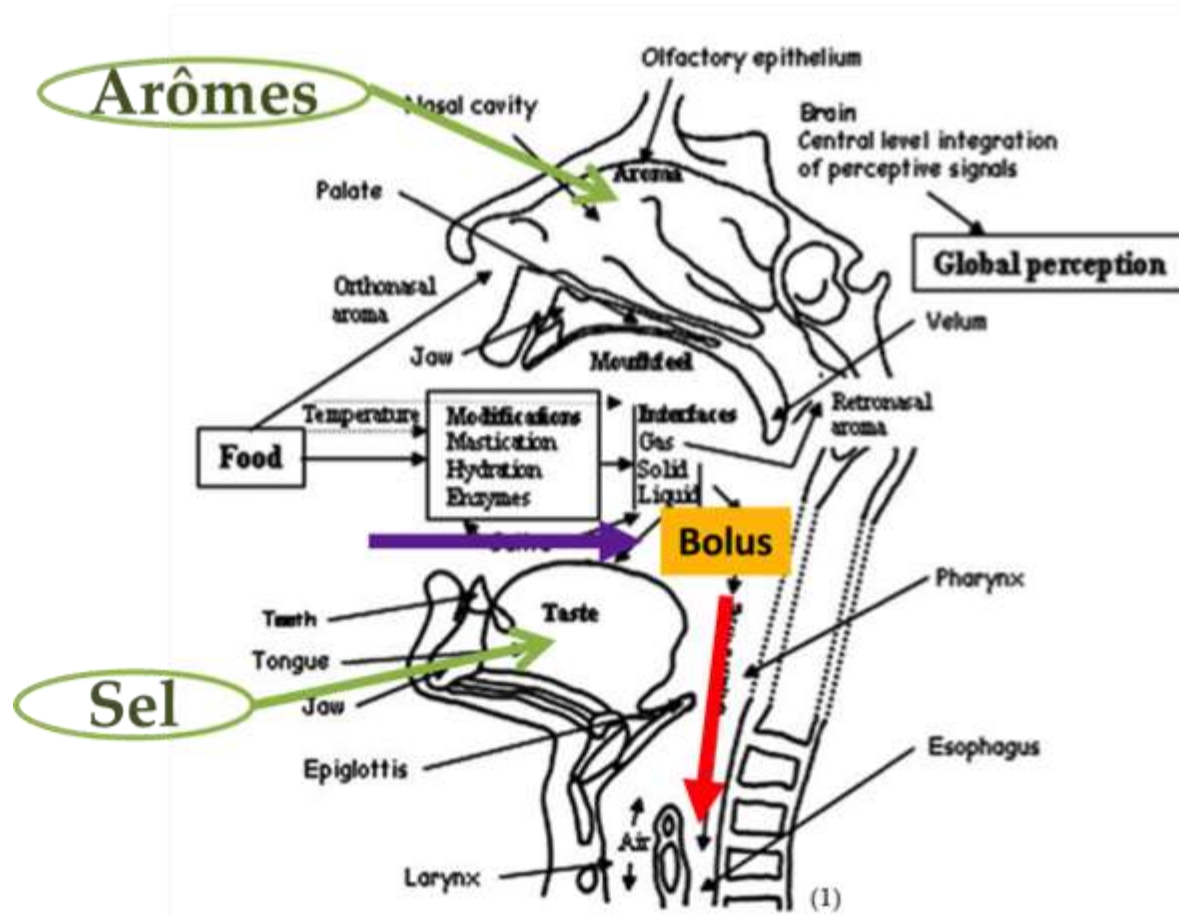
Concentration en glucose dans le plasma sanguin de la veine porte de mini-porcs (5) après ingestion de pains de densité différente



→ Deux facteurs structuraux peuvent *a priori* affecter IG :

- (1) **micro**: déstructuration de l'amidon (*fusion, gélatinisation...*)
- (2) **macro**: accessibilité *via* mastication de l'aliment

Le processus oral de mastication



Mastication ⁽²⁾

Fragmentation

+

Insalivation

Viscosité

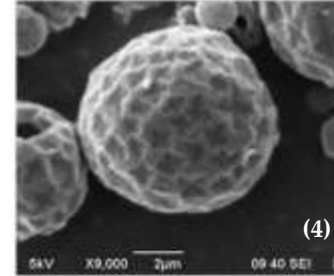
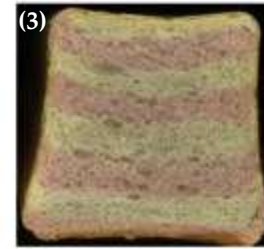
Déglutition

Digestion

- ➔ - Manque de connaissances sur l'état de déstructuration du pain
- Peu de méthodes rhéologiques et granulométriques adaptées

La réduction du sel en panification

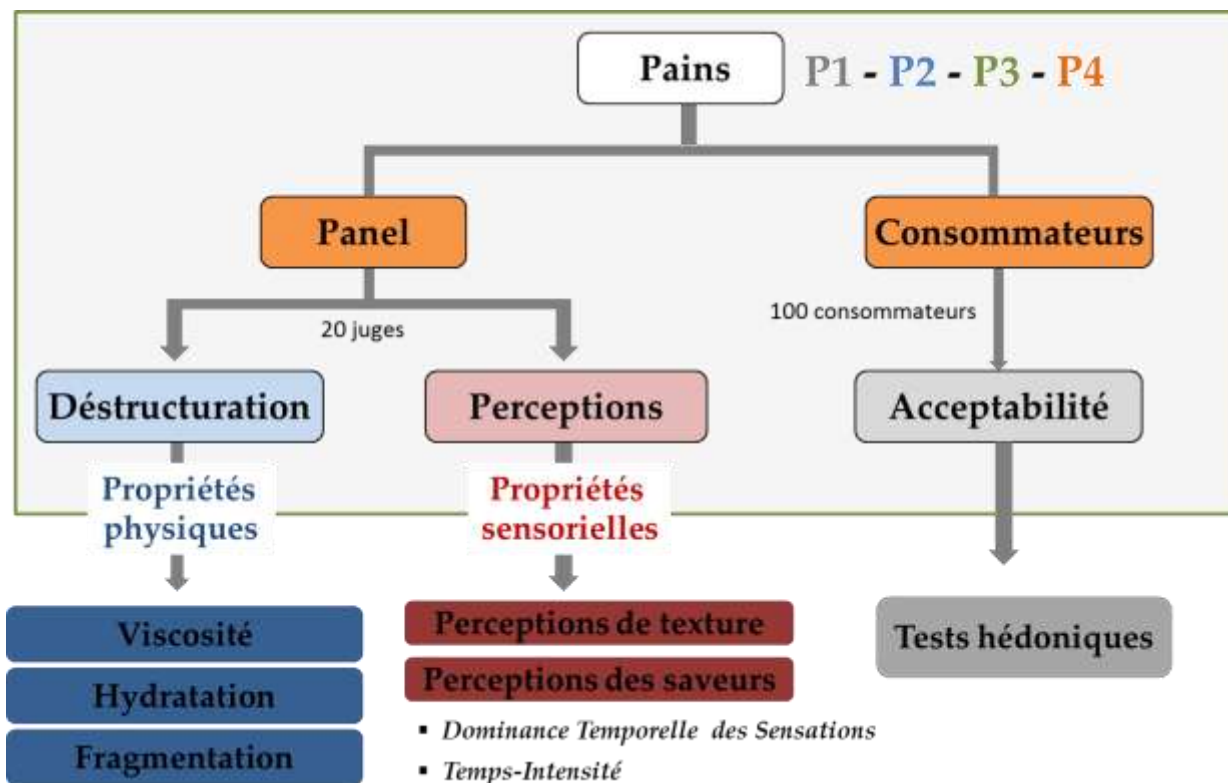
- ✓ Réduction progressive ⁽¹⁾ => seuil à 1,4%
- ✓ Distribution hétérogène du sel ⁽³⁾
- ✓ Encapsulation du sel/granulométrie ⁽⁴⁾
- ✓ Substitution du sel (NaCl) par du KCl
- ✓ **Ingrédients aromatiques** ⁽⁵⁾
- ✓ **Influence de la texture** ^(6, 7)



➔ **Manque de connaissances sur les liens entre texture, composition et perceptions sensorielles**

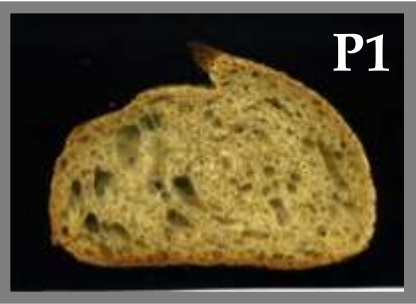



Objectifs et démarche de l'étude

- ❑ Quantifier l'état de déstructuration (mécanismes) du pain en bouche et mettre au point les méthodes pertinentes
- ❑ Evaluer l'effet de la réduction du sel sur les perceptions sensorielles par l'incorporation de levain à des pains enrichis en sons de blé



Les pains de l'étude

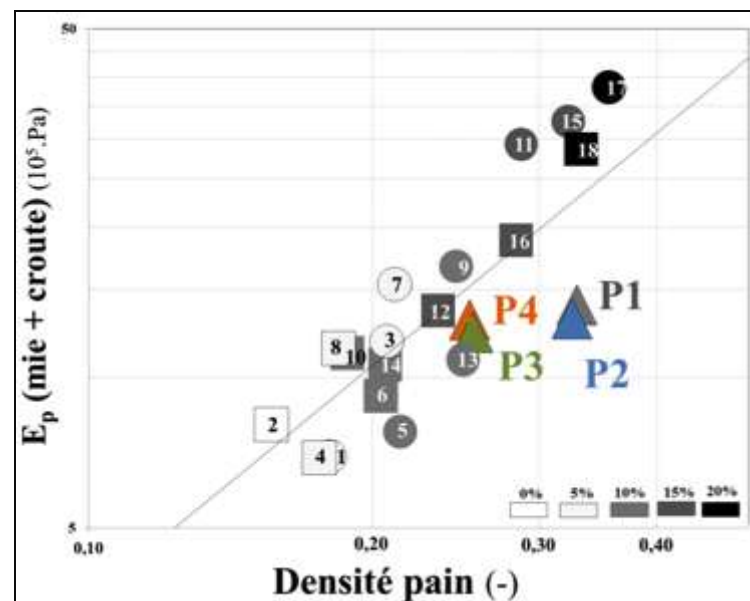
Teneur en sel

	1,8%	1,4% + levain
Densité (-)	0,34	0,34
	 P1	 P2
	 P3	 P4
	0,26	0,26

P2 : Levain acétique

P4 : Levain lactique

Texture des pains



→ Teneur en son de blé : 9,2% \Leftrightarrow 6g/100 g de pain

→ Adaptations : procédé (P1 et P2)

→ Adaptations : composition/procédé (P3 et P4)

Caractéristiques physiologiques des juges



20 juges



65%



35%

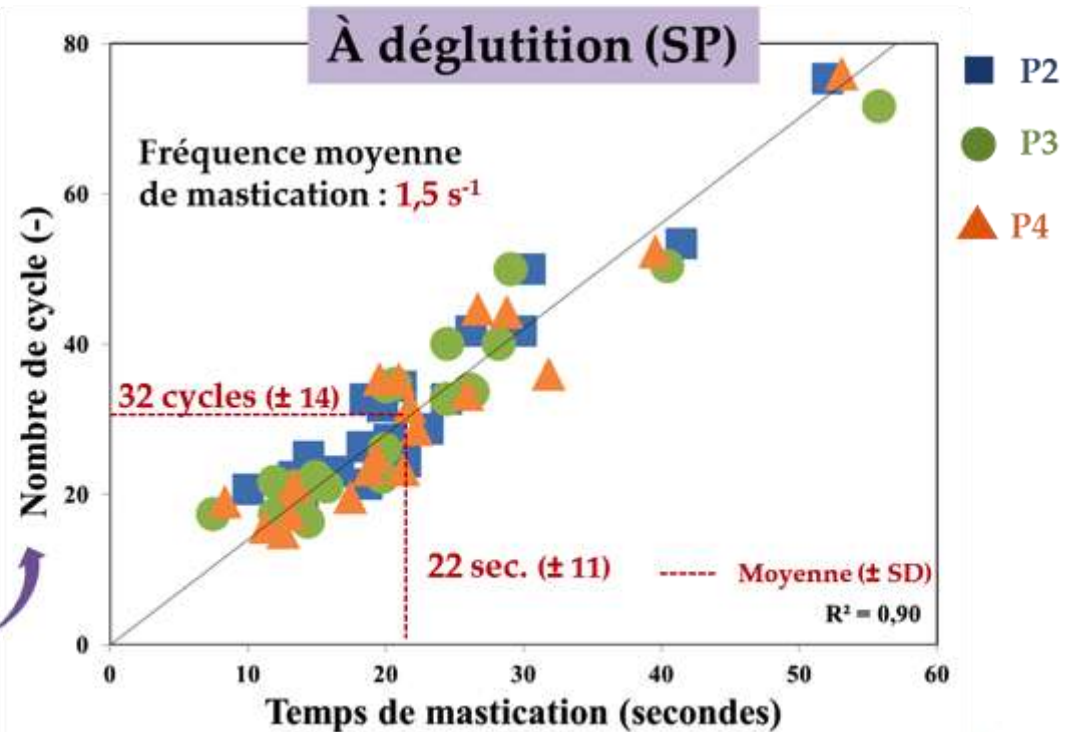


Temps de mastication



SP : temps à déglutition

	Unité	Panel	Selon la bibliographie
<i>Flux salivaire stimulé</i>	mL/min	1.9 (± 0.8)	0.4 - 4.1 ^(1, 2)
<i>Performance masticatoire</i>	%	52.9 ($\pm 12,6$)	25 - 82 ^(2, 3)
<i>Activité amylasique</i>	UI/mL de salive	43,9 ($\pm 33,7$)	30- 307 ^(2, 4)



Viscosité du bol : mise au point d'une méthode

Viscosité ?

Mie de pain

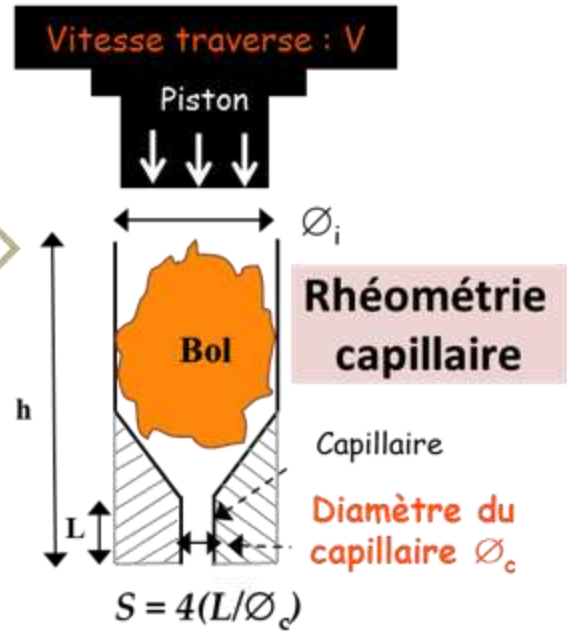


Hutchings et al. (2009)

1/3, 2/3, SP
Mastication

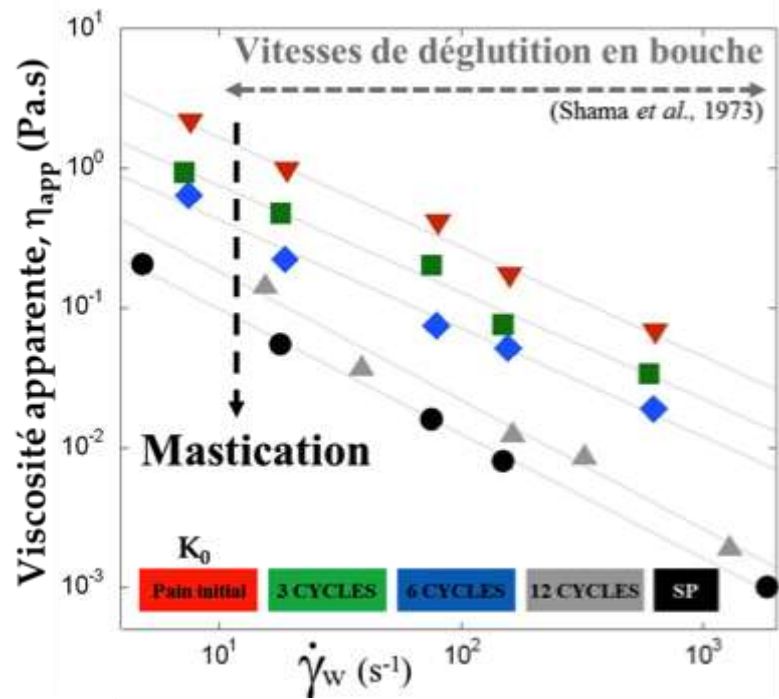


Remplissage



Rhéométrie capillaire

Traitement

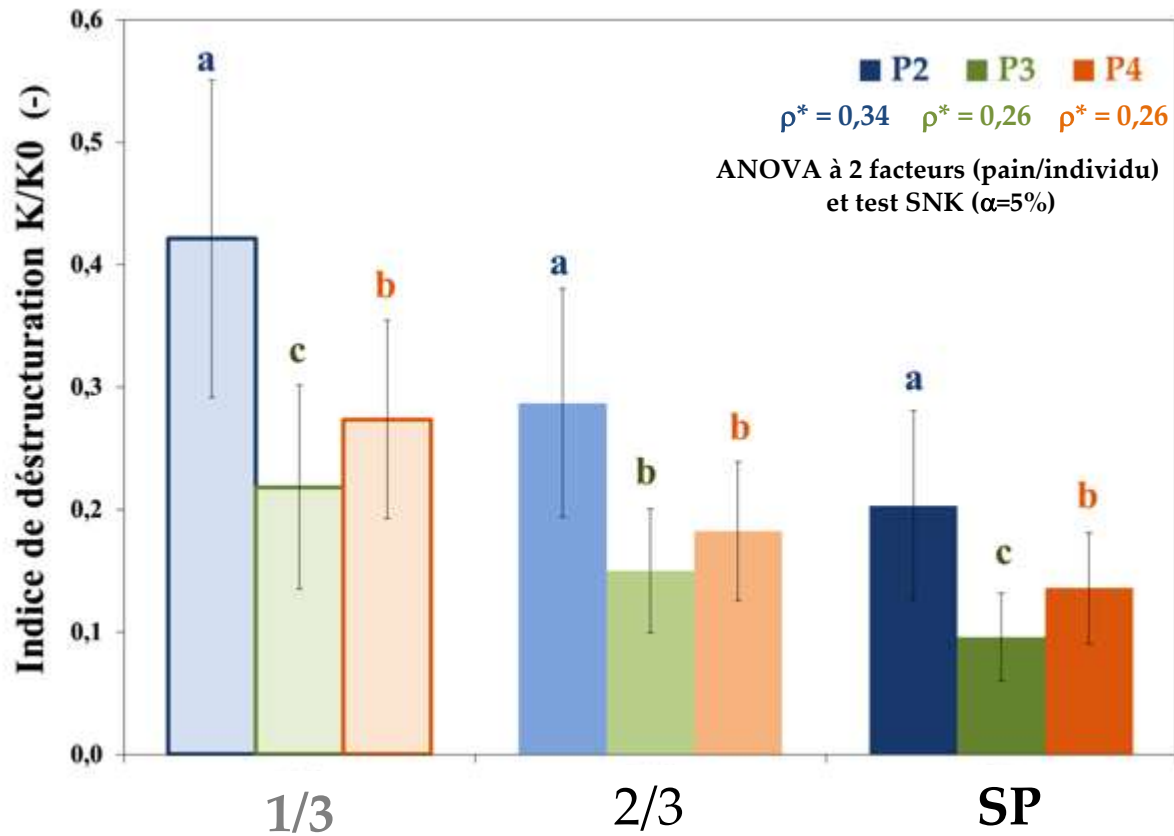


$$\eta_{app} = K \cdot \dot{\gamma}_w^{n-1}$$

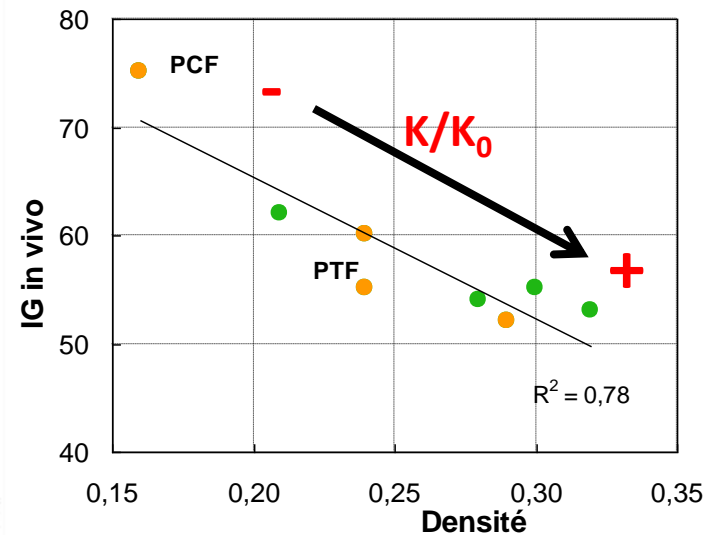
K : indice de consistance ($Pa \cdot s^n$)
n : indice d'écoulement

K/K_0 définit un indice de déstructuration

Evolution de la **consistance** du pain en bouche

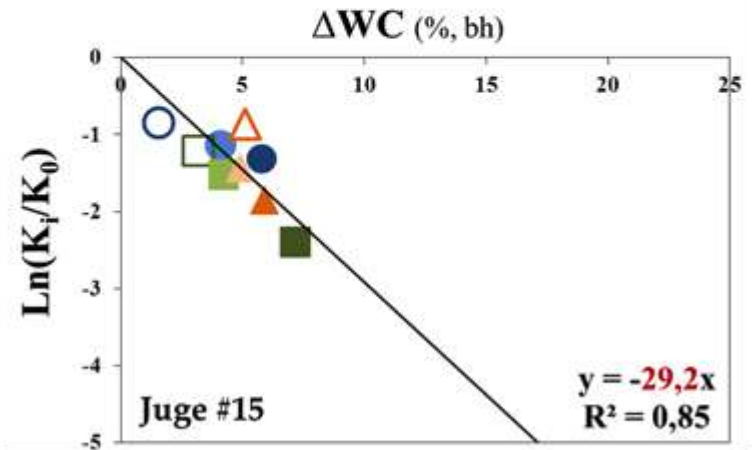
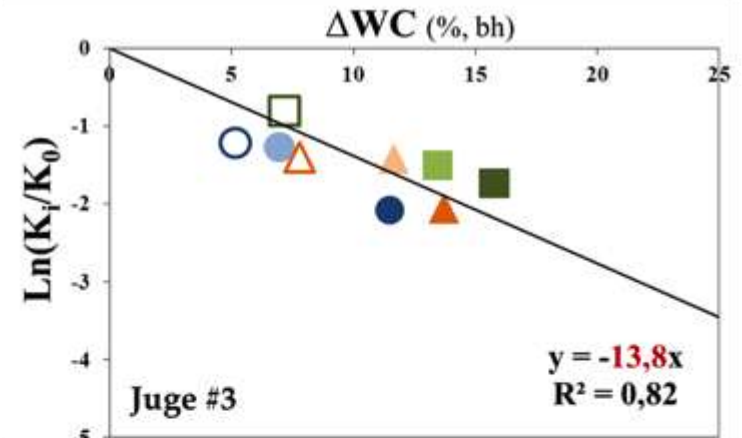
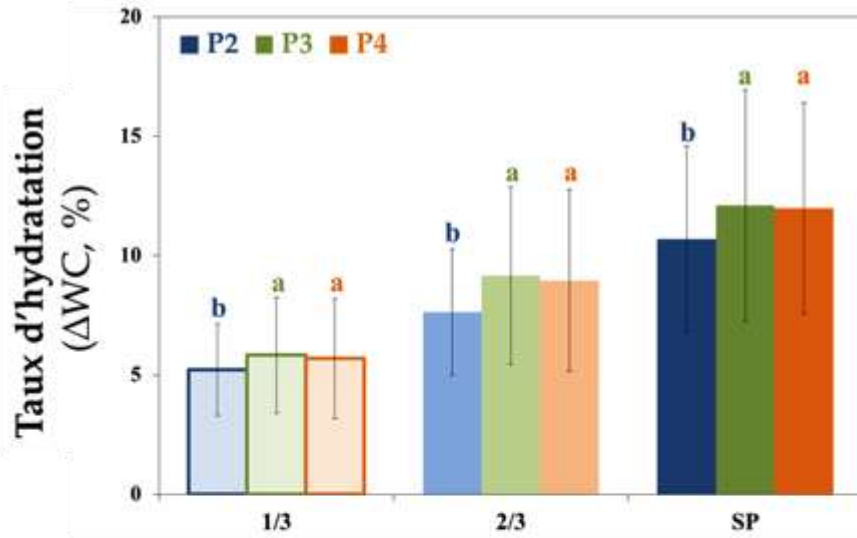


Relation entre K/K_0 et IG



- ❑ Diminution de l'indice de déstructuration (K/K_0) au cours de la mastication
- ❑ Effet individu significatif => 4 typologies de juges
- ❑ Le pain le plus dense est le moins déstructuré → Hypothèse: index glycémique plus faible (1, 2)

Plastification de l'amidon par l'eau



Modèle rhéologique

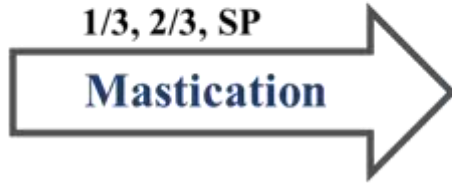
$$K/K_0 = \exp [-\alpha \cdot \Delta WC]$$

α : coefficient de plastification

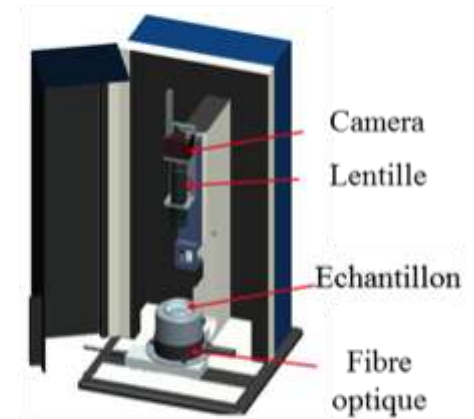
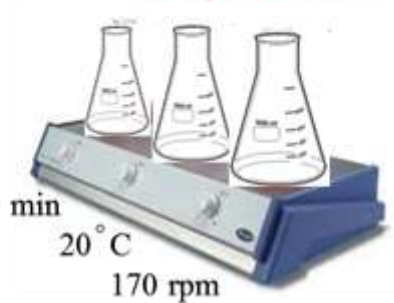
- ❑ Effet de plastification de l'amidon par l'eau (Amidons fondus : $11 \leq \alpha \leq 13$)^(1, 2, 3)
- ❑ Influence de la physiologie des individus ($12 \leq \alpha \leq 29$)

Fragmentation du bol : mise au point d'une méthode

Taille de particules ?

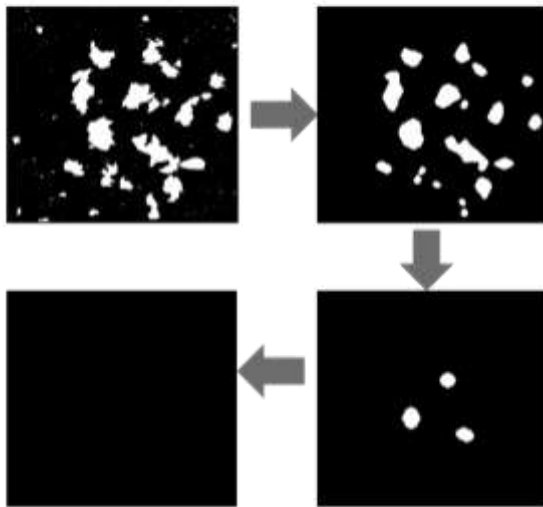


Glycérol



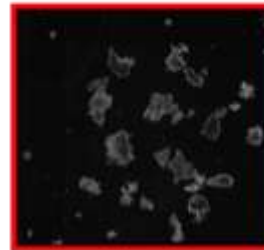
Système de macrovision

Séquences d'ouvertures

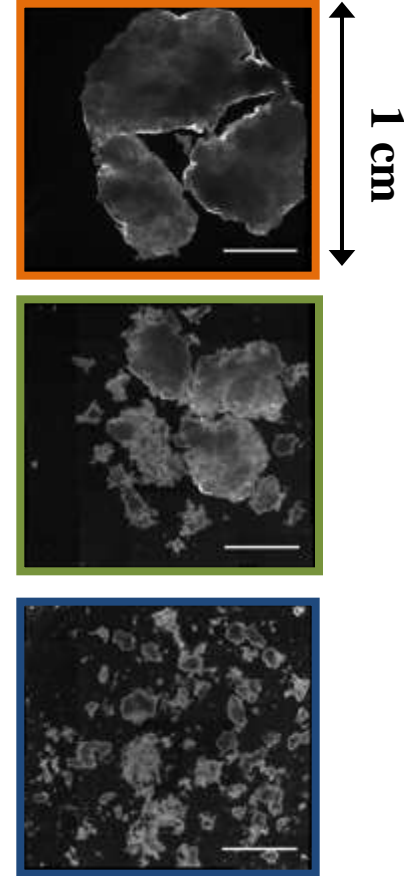
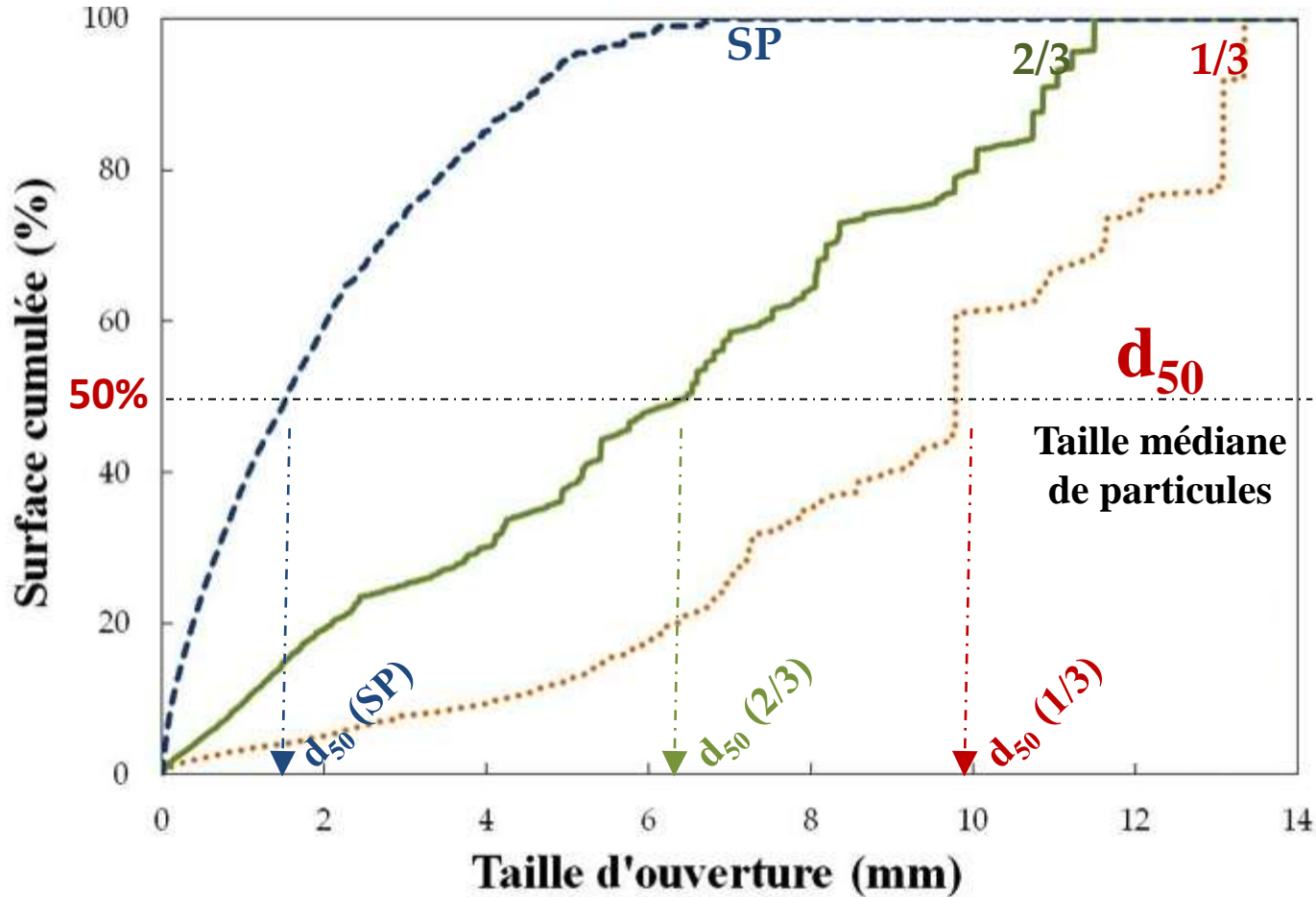


Morphologie mathématique
« tamisage d'images »

Analyse d'images

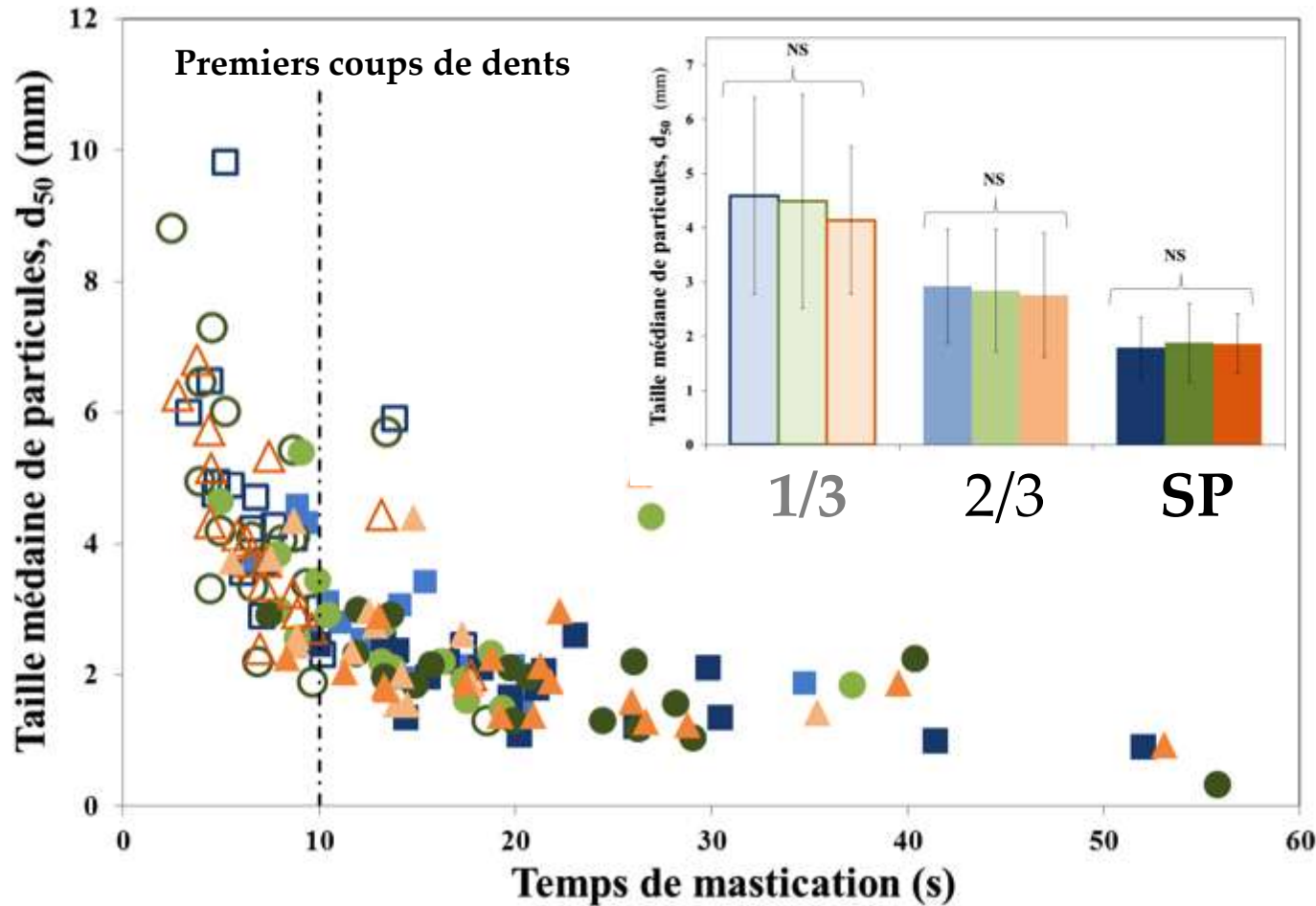


Distribution granulométrique : taille médiane de particules



- ❑ Détermination de la **taille médiane de particules** (d_{50}) pour quantifier le niveau de fragmentation du bol au cours de la mastication

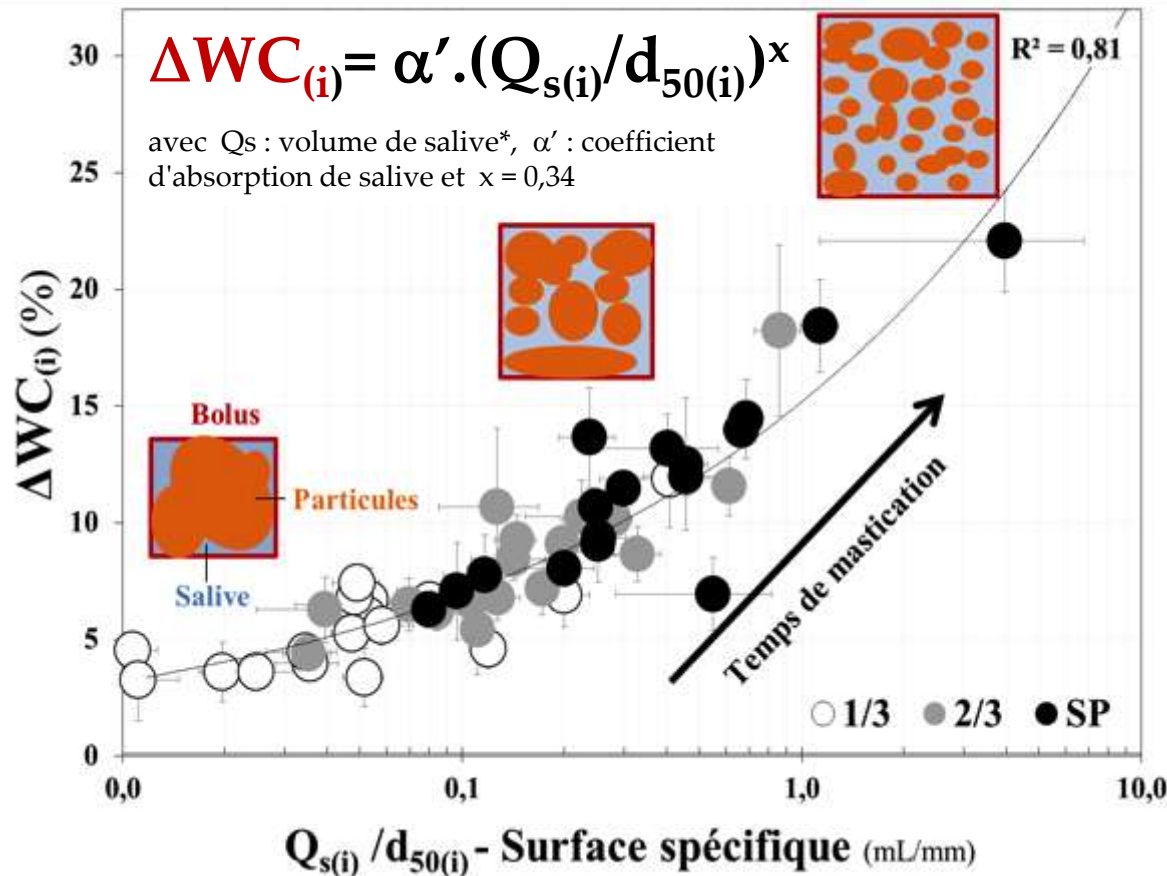
Fragmentation du pain au cours de la mastication



Pas d'influence de la texture de l'aliment ^(1,2)

- ❑ Diminution de la taille de particules au cours de mastication : taille médiane à SP : $1,8 \text{ mm} \pm 0,6$ ^(2, 3)
- ❑ La fragmentation du pain en bouche s'opère aux premiers coups de dents ⁽⁴⁾ ⇔ céréales ⁽⁵⁾

Modèle de déstructuration du pain en bouche



$$K/K_0 = \exp.[-\alpha \cdot \Delta WC]$$



$$K/K_0 = \exp.[-\alpha \cdot \alpha' \cdot (Q_{s(i)} / d_{50(i)})^x]$$

α est fonction de l'individu

- ❑ L'absorption de salive gouverne l'hydratation du bol par la surface spécifique des particules
- ❑ La déstructuration du pain dépend de 2 phénomènes : fragmentation (d_{50}) et absorption de salive (α'), fonction du pain et de la physiologie des individus (α)

Perceptions sensorielles : DTS

DTS : **D**ominance **T**emporelle des **S**ensations

START

STOP

Céréales

Inclusions

Pâteux

Levain

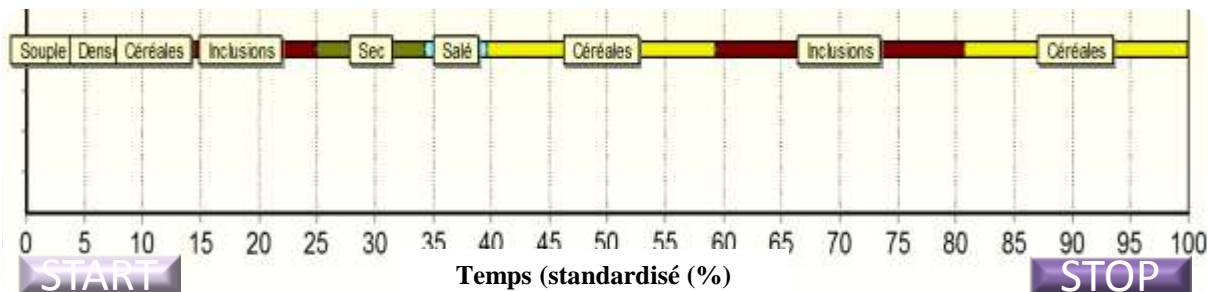
Fade

Dense

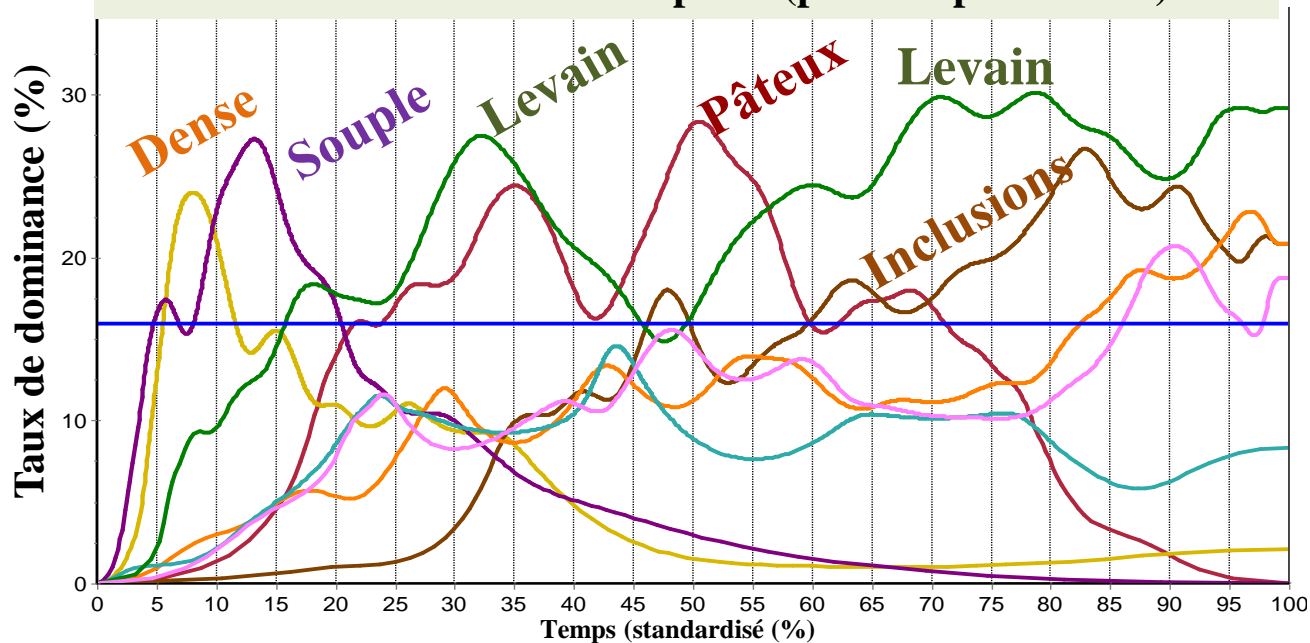
Salé

Souple

J' ai avalé



Courbe de dominance du panel (pour un pain donné)



Séquences des perceptions sensorielles du panel

1,8% sel

P1

Souple

Dense

Salé

Pâteux

Inclusions

Céréales

$\rho^* = 0,34 \text{ g.cm}^{-3}$

P3

Souple

Salé

Céréales

Céréales

Inclusions

Céréales

$\rho^* = 0,26 \text{ g.cm}^{-3}$

P2

Souple

Dense

Levain

Levain

Pâteux

Pâteux

Inclusions

$\rho^* = 0,34 \text{ g.cm}^{-3}$

P4

Souple

Céréales

Inclusions

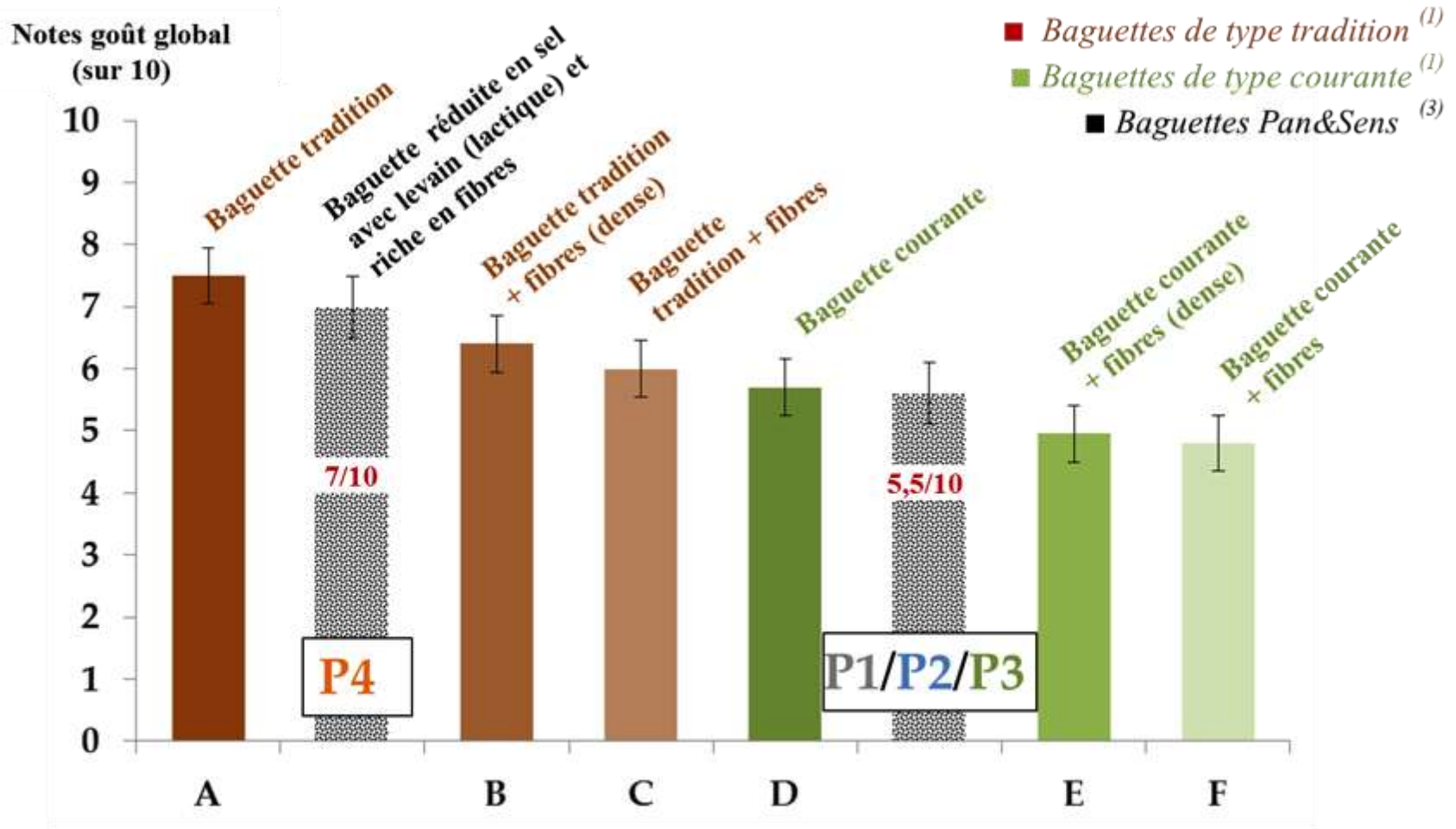
$\rho^* = 0,26 \text{ g.cm}^{-3}$

Taux de dominance > 20%

1,4% sel
et levain

- ❑ Les pains les plus fermes sont perçus comme plus denses et pâteux
- ❑ La saveur acide (levain) et céréalière sont dominantes pour les pains réduits en sel

Test hédonique : acceptabilité gustative



- ❑ L'enrichissement en sons ne diminue pas l'acceptabilité par rapport à la baguette courante
- ❑ L'acceptabilité de la baguette P4 se situe dans la catégorie des baguettes de type tradition

Conclusions et Perspectives

- ❑ Proposition d'un **modèle de déstructuration** du pain pendant la mastication
- ❑ **Mise au point de 2 méthodes** d'évaluation des propriétés physiques du bol
- ❑ La **composition** et la **texture** des pains affectent les **perceptions sensorielles**
- ❑ Les pains situent dans un domaine d'**acceptabilité satisfaisant**

- ❑ Approfondissement du **modèle de déstructuration** pour la **mastication**
 - ❖ Salive : α -amylase, mucine
 - ❖ Dynamique masticatoire

} **Rôle de l'individu**
- ❑ Impact sur la **phase gastrique**
- ❑ Influence du profil aromatique des **levains** sur l' **acceptabilité sensorielle** de pains à teneur réduite en sel.



Merci pour votre attention

Déstructuration orale de pains enrichis en fibres et à teneur réduite en sel
et impact sur l'index glycémique

Le Bleis F.^{1,2}, Billy L.², Saulnier L.¹, Della Valle G.¹

¹ INRA, UR 1268 Biopolymères Interactions Assemblages (BIA), 44 316 Nantes, France

² Food Development, Conseils en Innovation Alimentaire, 44 316 Nantes, France



guy.della-valle@nantes.inra.fr
02.40.67.50.00.



fabien.le-bleis@food-development.fr
02.44.77.01.27.

