



# Structure du Pain et Index Glycémique

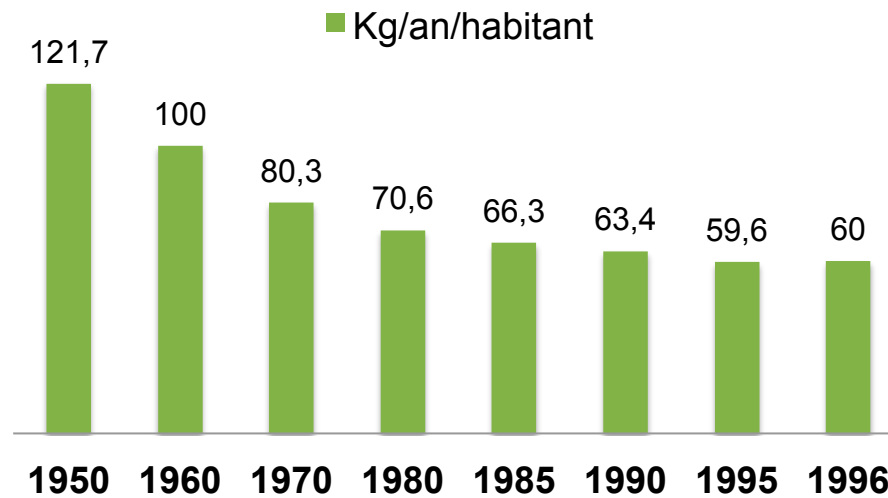
Luc Saulnier<sup>1</sup>, Valérie Micard<sup>2</sup> & Guy Della Valle<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UR 1268 BIA, Centre INRA d'Angers, Nantes

<sup>2</sup>UMR 1208 IATE, INRA-Supagro-UM II, Montpellier



# La consommation de pain en France



D'après Annuaire Statistique de la France (1999)

## Les Français gros mangeurs de pains

- 95 % des Français mangent du pain au moins une fois par jour
- Les hommes (133 à 153g/j) et les femmes (84 à 97 g/j)
- 25% des 18-24 ans déclarent manger du pain à chaque repas contre 60% des plus de 65 ans



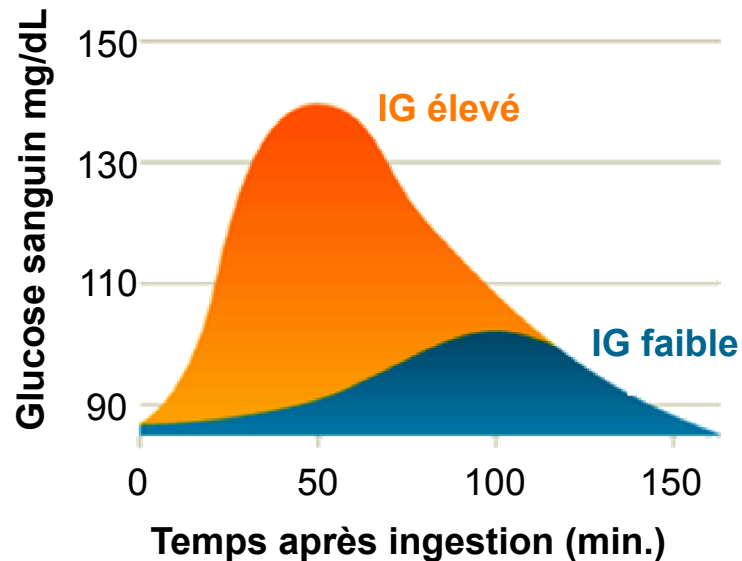
# Les recommandations nutritionnelles

## Pain aliment idéal ?

- EFSA, PNNS recommandent l'augmentation de la consommation de glucides afin qu'ils contribuent à plus de 50 % des apports énergétiques journaliers en favorisant la consommation de glucides complexes: amidon et fibres alimentaires.
- Pain: aliment idéal?  
Qualité des glucides - Index glycémique pain (80) > pâtes (40)  
Teneur en fibres: 2-4% pain blanc - 7-10% pain complet

# L'index glycémique: IG

➤ L'IG mesure la capacité d'un aliment à élever la glycémie



IG < 55	faible
55 < IG < 70	moyen
IG > 70	élevé

Aliments	IG
Bag courante	78±17 <sup>a</sup>
Bag tradition	57±9 <sup>a</sup>
Pain de mie complet	85±27 <sup>a</sup>
Pain seigle	41-55 <sup>b</sup>
Spaghetti	38-57 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Rizkalla et al., 2006

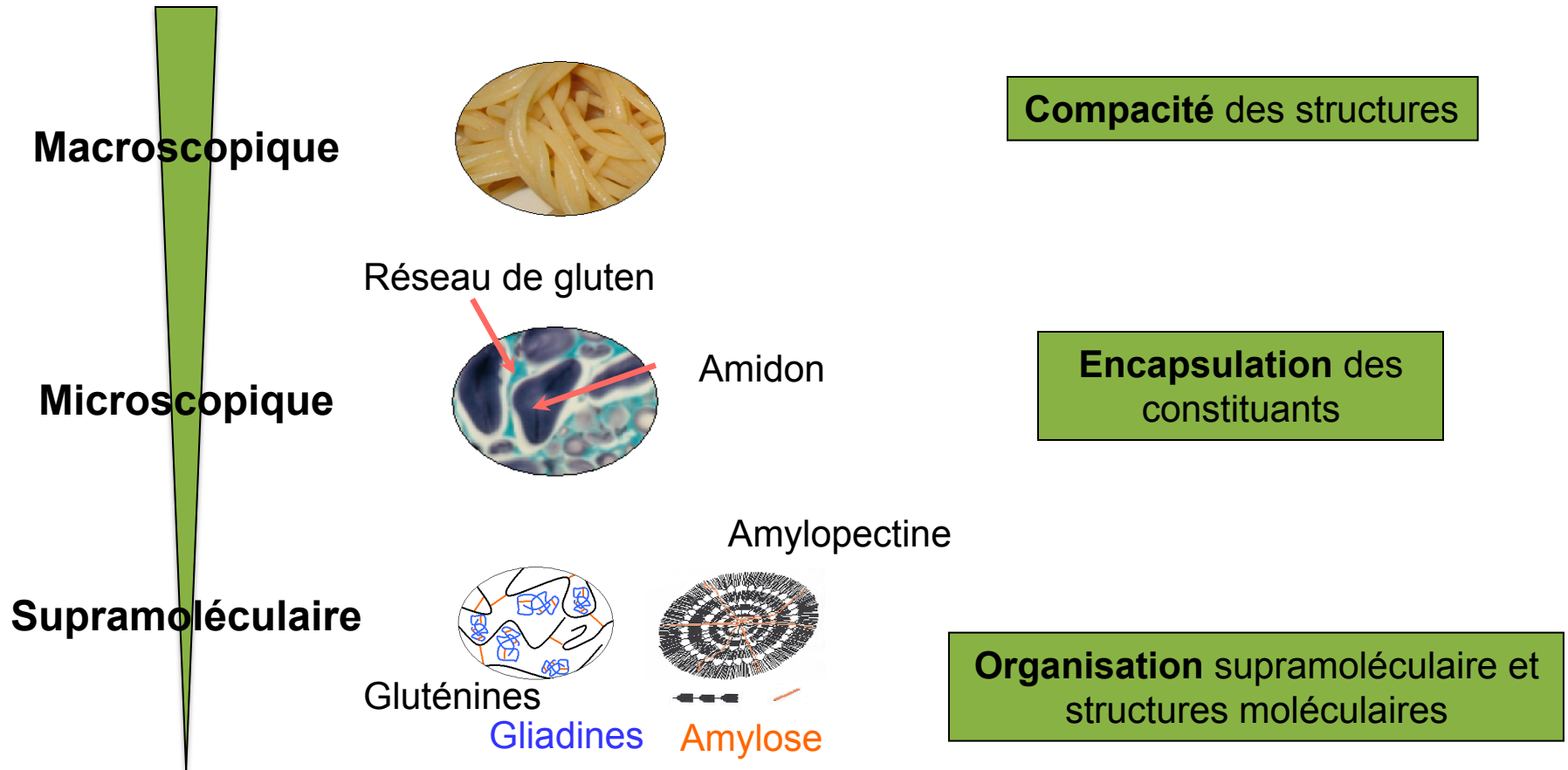
<sup>b</sup> Foster-Powel et al., 2002



Effet de la structure ?

# Structure d'un aliment ?

## Différents niveaux d'échelle

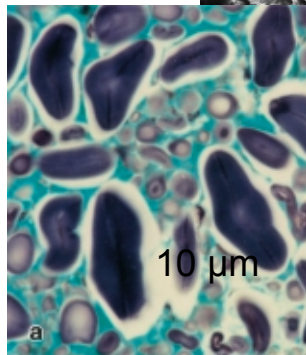
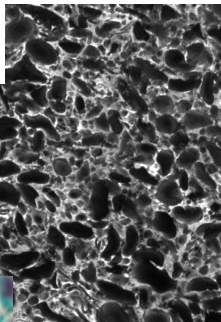




# Structure Pâte/Pain & IG

## Des différences importantes

Pâte (cuite)

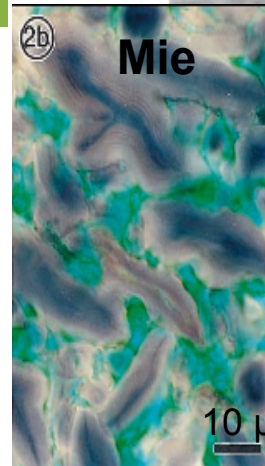
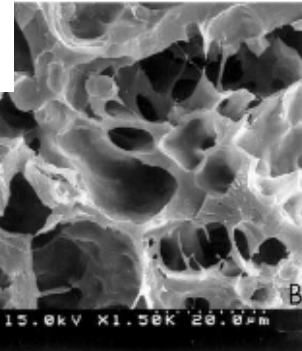
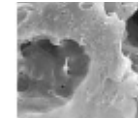


Densité

Réseau protéique

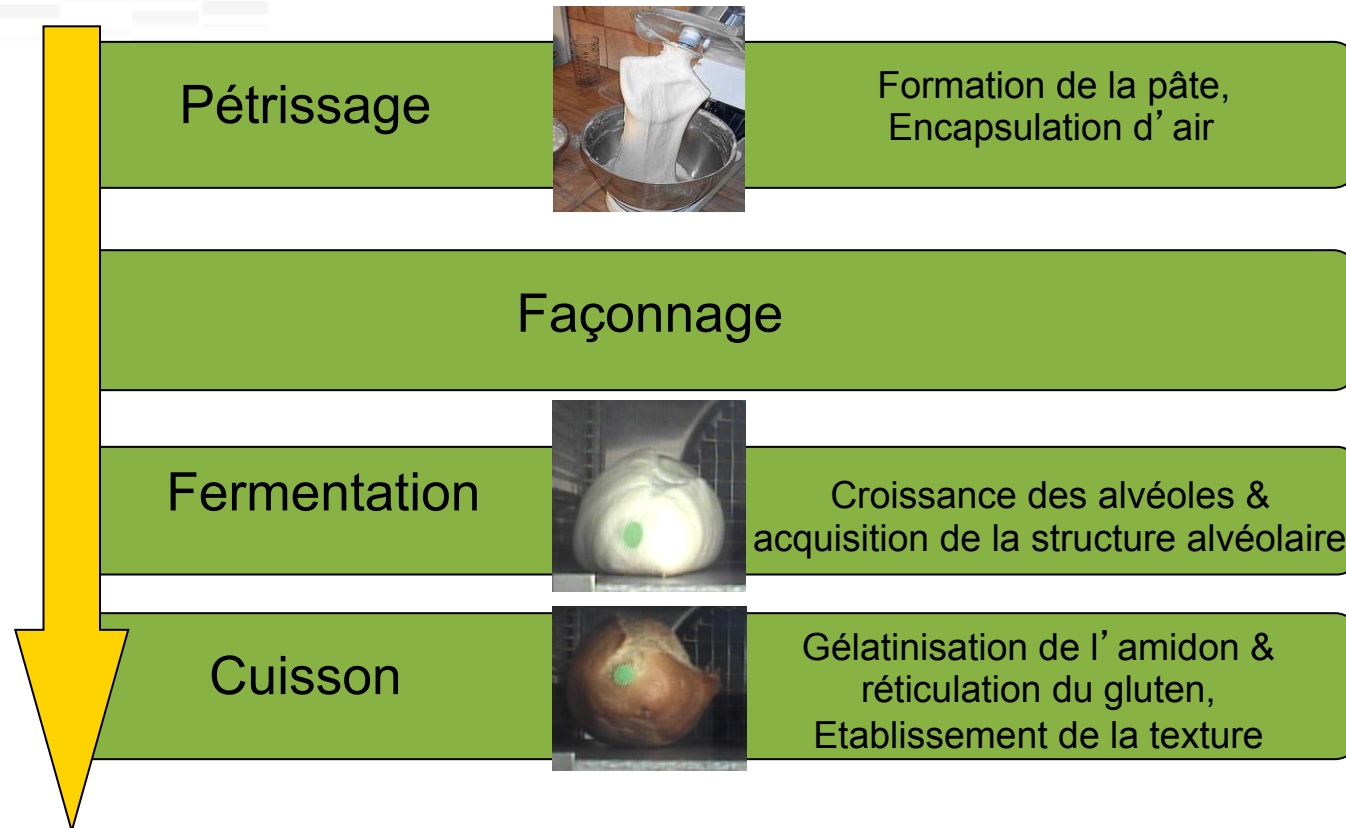
Forme & gonflement  
du grain

Pain (cuit)



# Le Procédé de Panification







Ingrédients: farine, eau, sel, levure



La conduite du procédé détermine la texture des produits de panification

- densité, alvéolage, rapport mie/croûte
- qualité sensorielle du pain

## Densité et alvéolage des pains

	Densité (= 1/ Volume Spécifique)	
Pain de mie blanc	0,19	
Pain pétri à la main	0,40	
Pain blanc issu de pétrissage lent	0,22	
Pain blanc issu de pétrissage intensifié	0,16	
Pain bis au levain naturel	0,35	
Pain pur de seigle	0,55	



# Fabrication de « baguettes » à textures contrastées

Modification de densité: fermentation et/ou addition de fibres



Courant  
(0,16)



Courant + fibres  
(0,21)



Courant « dense »  
(0,24)



Pain levain + fibres  
(0,29)



Tradition  
(0,24)



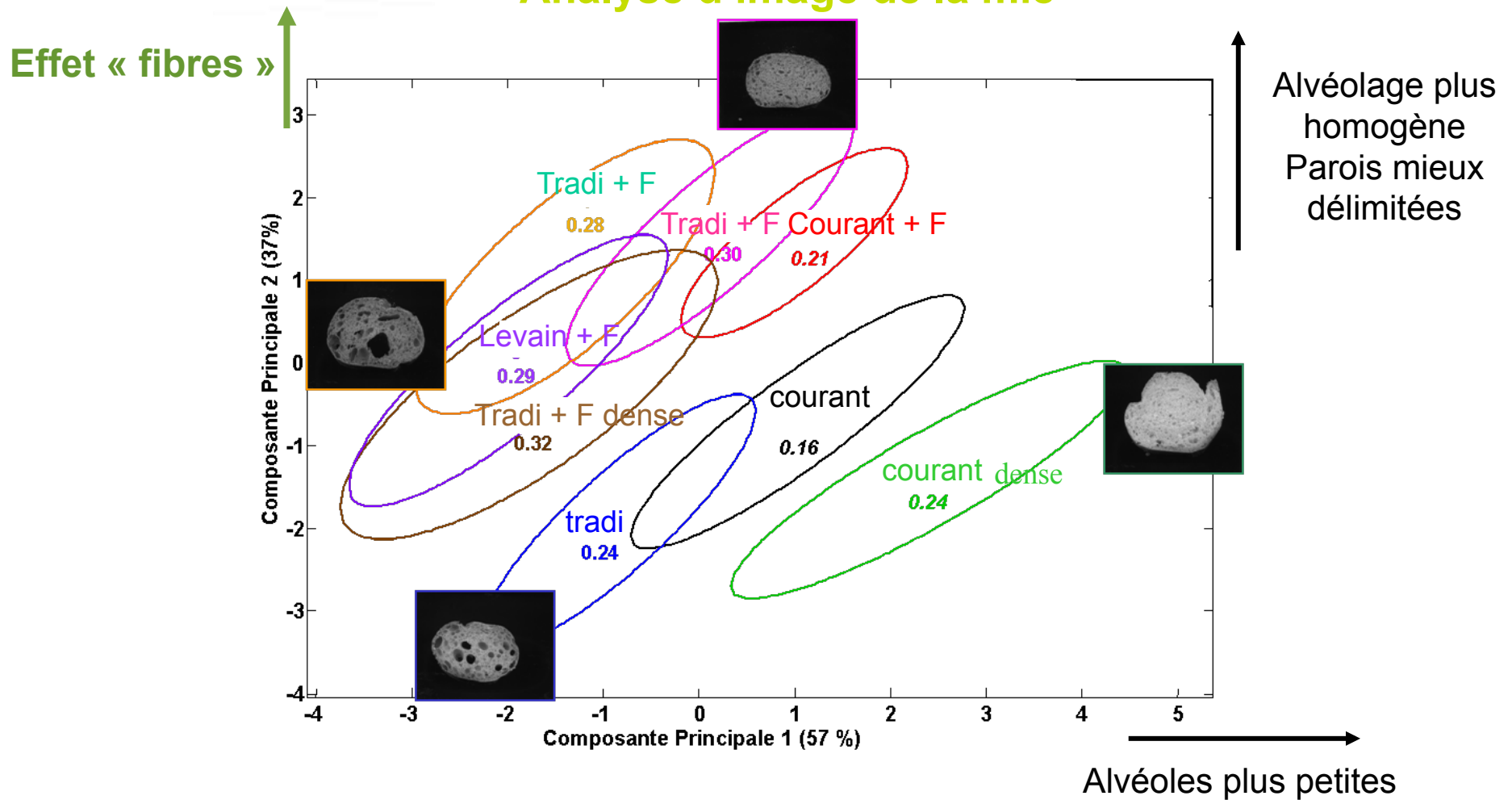
Tradition + fibres  
(0,30)



Tradition + fibres « dense »  
(0,32)

# Fabrication de « baguettes » à textures contrastées

## Analyse d'image de la mie



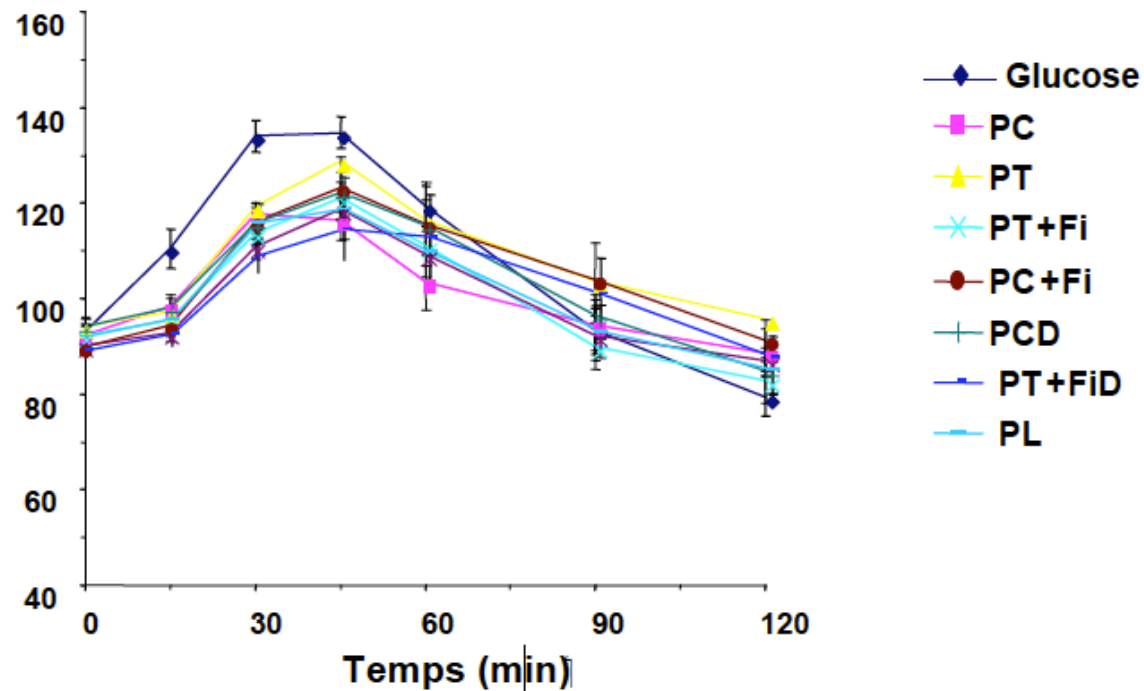
# Réponse glycémique

## 12 sujets sains

### Protocole

Chaque sujet absorbe dans un ordre aléatoire une charge équivalente à 50 g de glucides:  
Sous forme de **glucose** ou sous forme du **pain testé**  
Chaque test est effectué à une semaine d'intervalle.

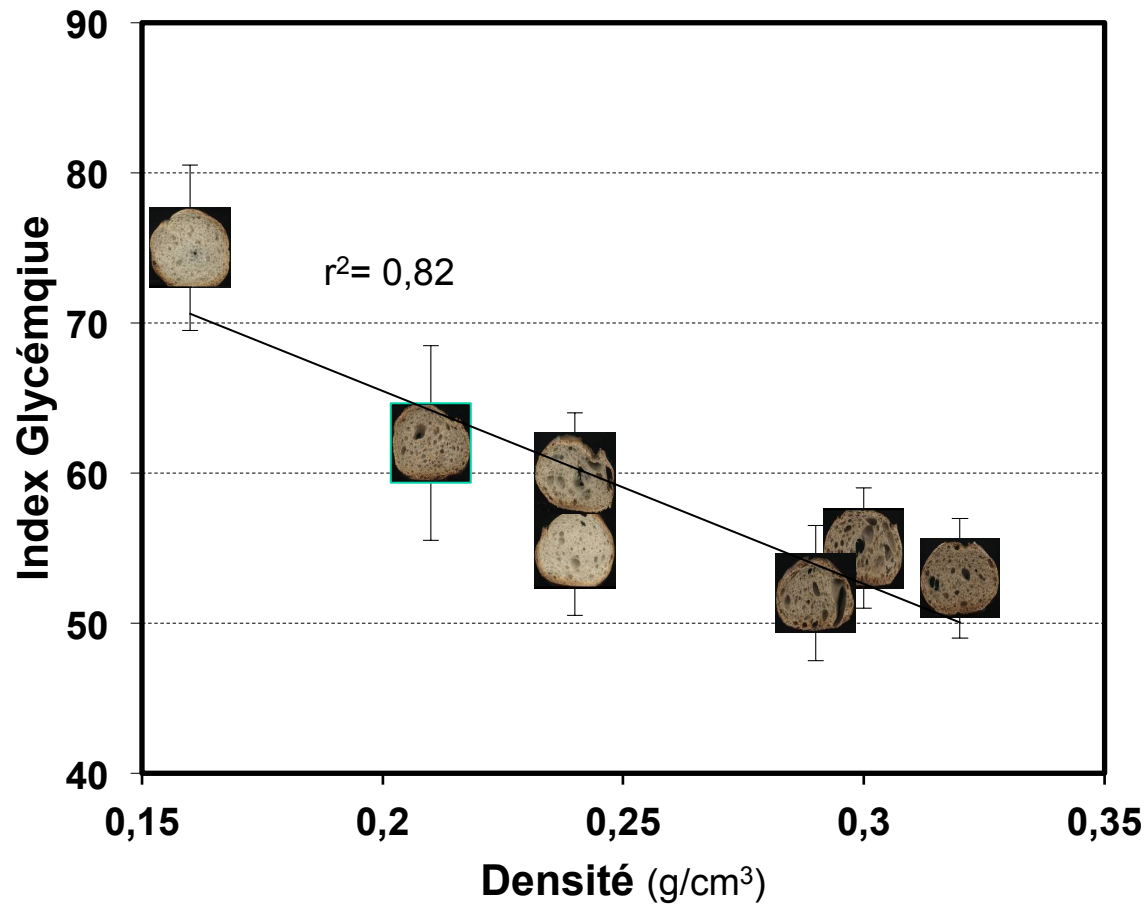
Glycémie (mg/ml)



# Relation entre densité et IG

## Cas des baguettes

$75 \pm 11 > IG > 52 \pm 9$



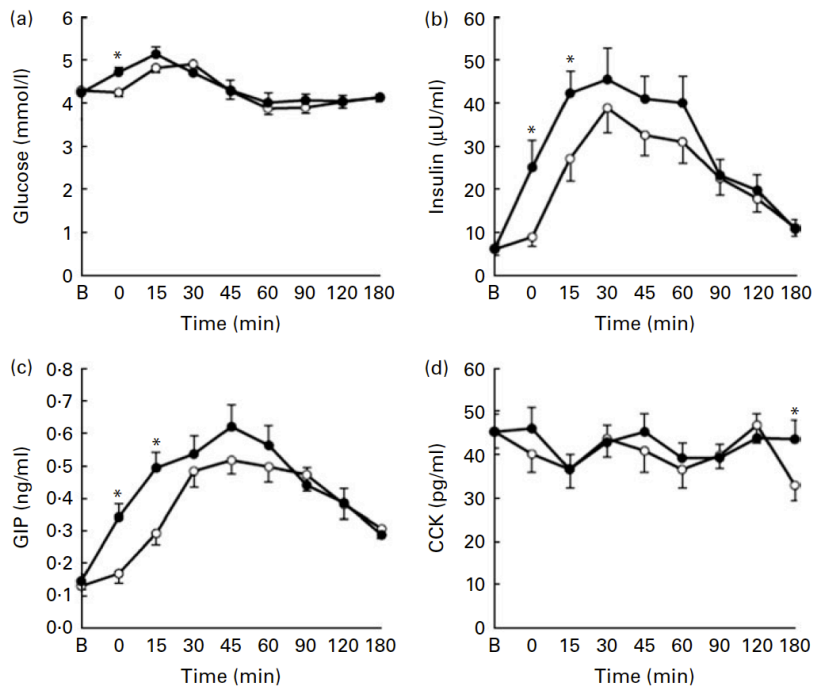
# Quels mécanismes ?

## Différentes hypothèses

### ➤ Mastication

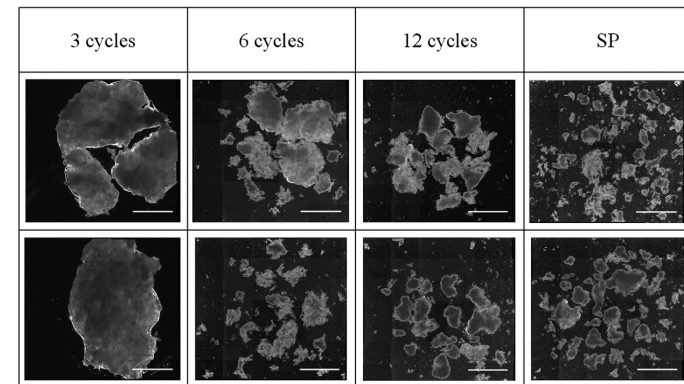
Nombre cycles masticatoires + important/taille des particules/imbibition salivaire du bolus

Comparaison 15 (○) vs 40 (●) cycles



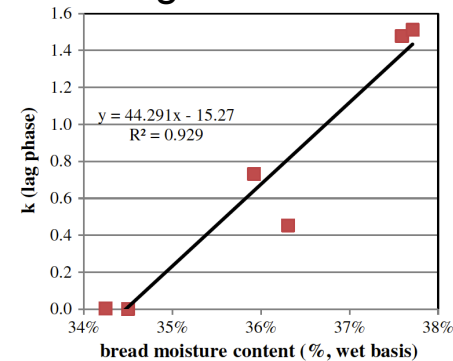
Zhu, Y. et al. (2013) *British Journal of Nutrition*, 110, 384-390.

Fragmentation de pain de densité ≠



Le Bleis et al. (2013) *Food Research International*, 50, 308-317.

Désintégration du bol alimentaire



Bornhorst & Singh (2013) *Food Biophysics*, 8, 50-59.

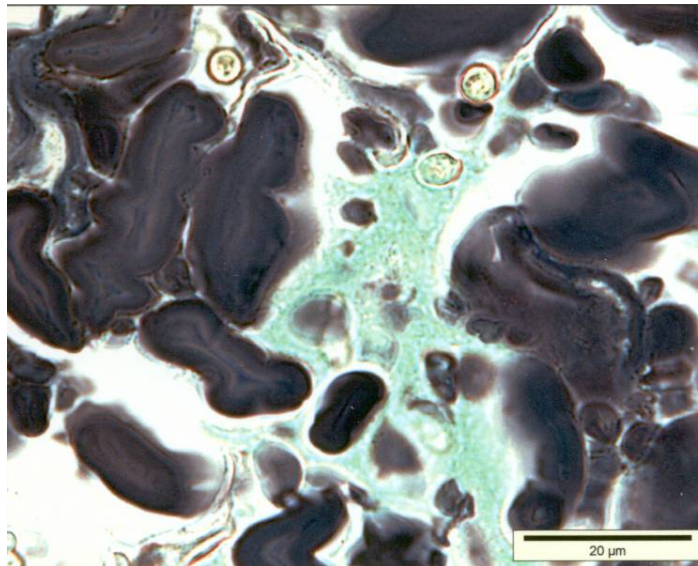


# Quels mécanismes ?

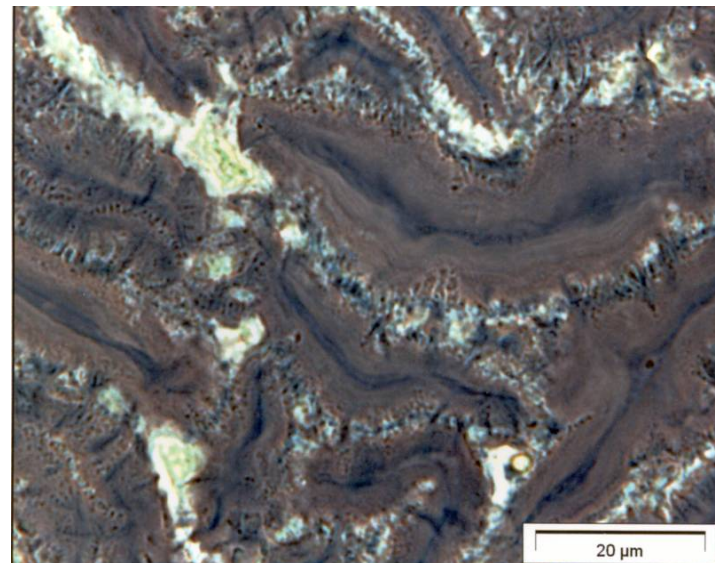
## Différentes hypothèses

### ➤ Déstructuration du grain d'amidon

Pain dense: transferts thermiques moins intense/porosité plus faible



PAIN FARINE BLANCHE BLE  
Structure poreuse  
Grain d'amidon plus déstructuré



PAIN COMPLET SEIGLE.  
Structure dense  
Grain d'amidon plus compact

VTT TECHNICAL RESEARCH CENTRE OF FINLAND





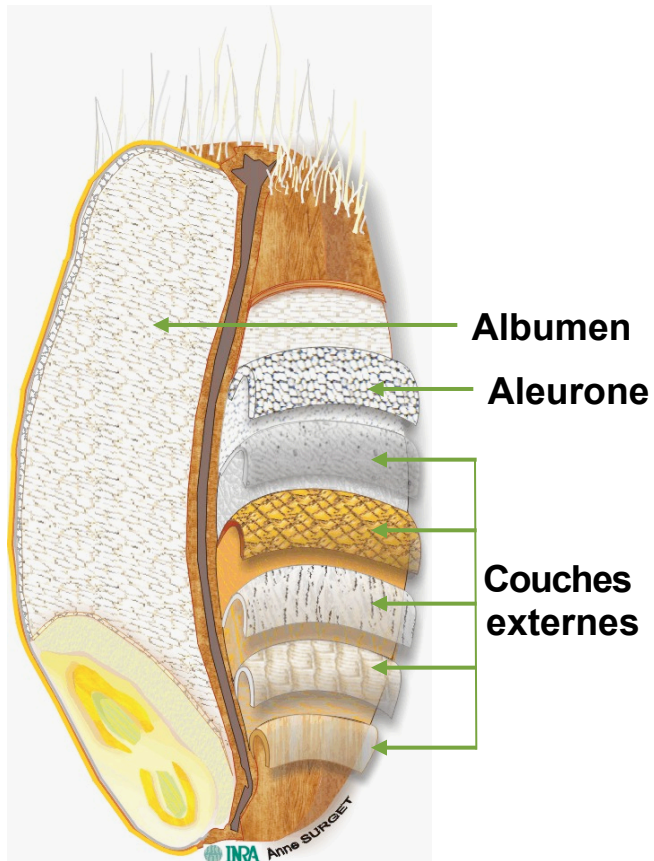
# CONCLUSIONS

## Pain & IG

- Postulat du pain blanc comme aliment à fort IG à revisiter
- Procédé de fabrication influence la structure du pain
- Cinétique d'apparition du glucose liée à la densité du pain (baguette de tradition/pain au levain, pain de seigle...)
- Texture détermine l'acceptabilité (b. tradition d 0.24 > b. courante d 0.24)

## Effet des fibres sur l'IG

- Effet technologique sur la matrice (Compensé ou non)
- Fibres solubles visqueuses (Allégation EFSA/AX blé – Trop faible quantité pour effet hypoglycémiant dans le pain français)
- Effet sur la flore intestinale (Fermentation/ production AGCC/effet second repas)





## REMERCIEMENTS

### **UR 1268 BIA INRA Nantes**

Guy Della Valle

Hubert Chiron

Fabien Le Bleis

Maren Bonand-Ducasse

### **UMR 1208 IATE-INRA-Supagro-UM II Montpellier**

Valérie Micard

### **INSERM U872/CRNH, Service de Nutrition,**

**Hôpital Pitié Salpêtrière, Paris**

Salwa Rizkalla