

Comprendre et utiliser la structure des aliments pour améliorer leurs qualités nutritionnelles et sensorielles

Etude des interactions amidon/carraghénane/ protéines de lait en vue d'une formulation raisonnée de crèmes desserts par rétro-ingénierie

Matignon A, Barey P, Mauduit S, Sieffermann JM, Michon C



le cnam

FERRANDI
THE FRENCH SCHOOL OF CULINARY ARTS
PARIS



► Mardi 13 mai 2014

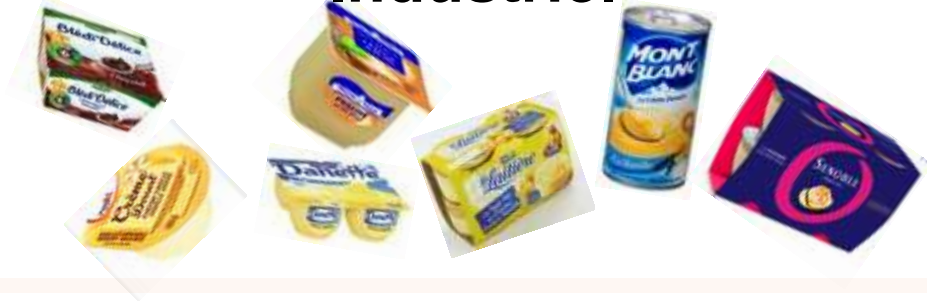


1. Introduction - Desserts laitiers neutres

Culinaire



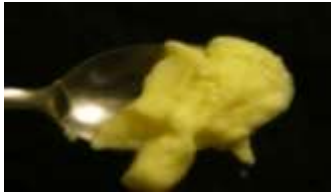
Industriel



Grande gamme de texture



Crème pâtissière



Vla



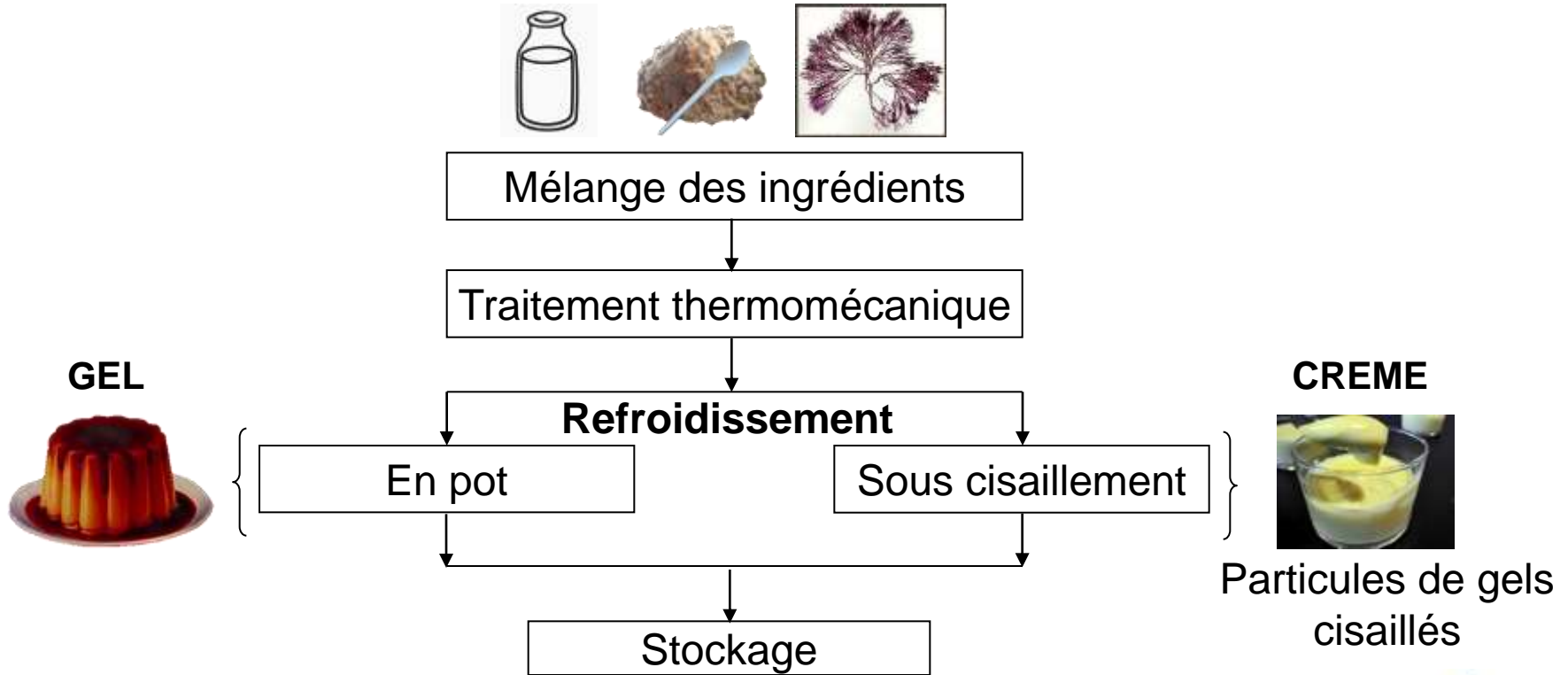
Crème dessert



Crème anglaise

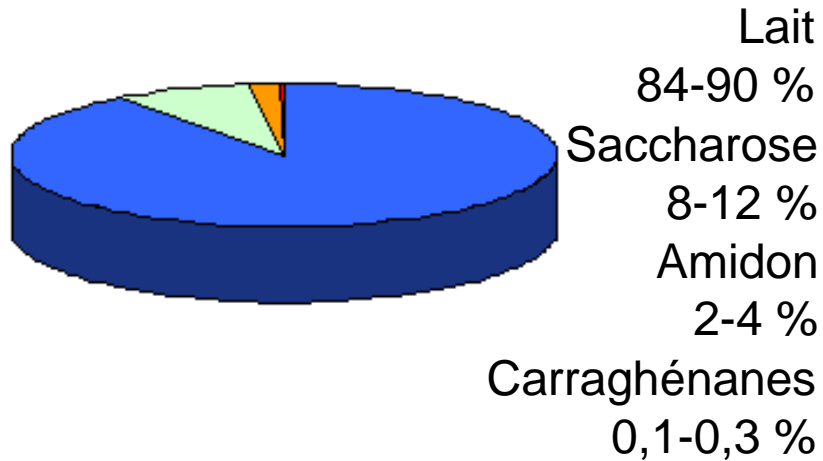


1. Introduction – Procédés de fabrication

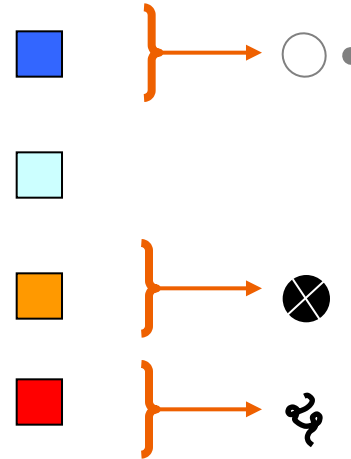


1. Introduction – Ingrédients et composants

Matières premières

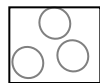
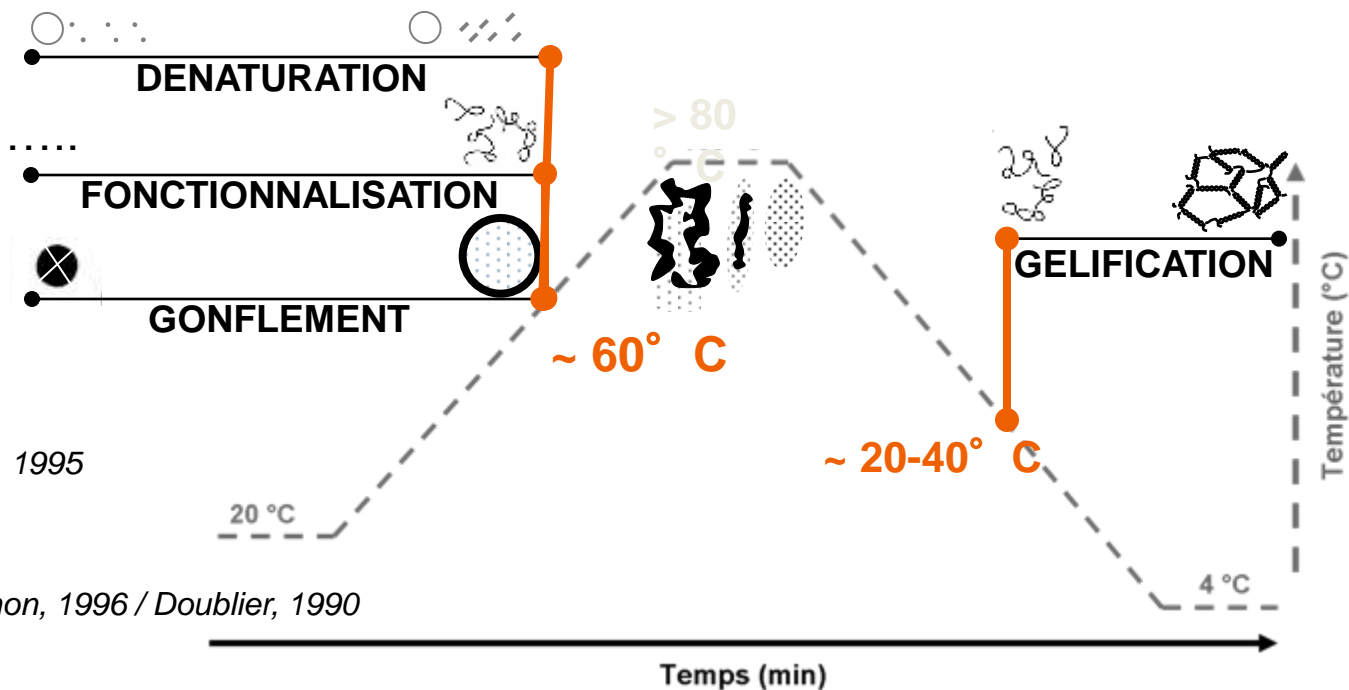


Composition



Structuration par le procédé

1. Introduction - Transformation hydro-thermiques



Corredig, 1997



Piculell, 2006 / Michon, 1995



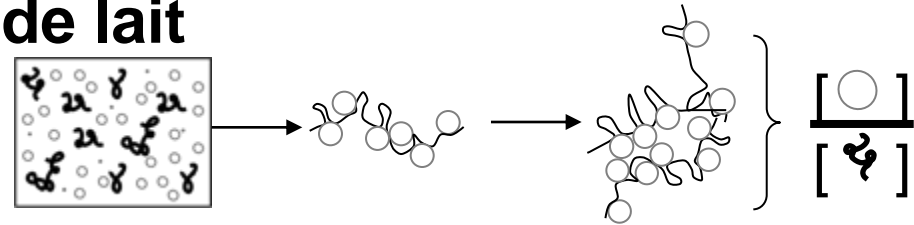
Atkin et al, 1998 / Fannon, 1996 / Doublier, 1990

► Transformations multiples

1. Introduction – Interactions binaires

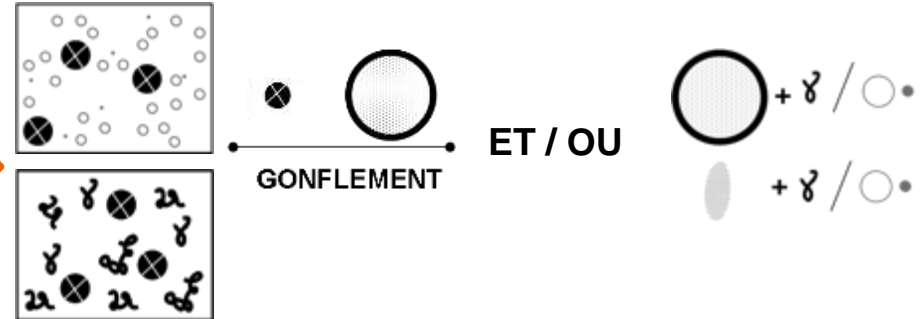
• Carraghénanes / Protéines de lait

Michon, 2003-2004 / Langendorff, 2000 / Dalgleish, 1988 / Snoeren, 1975



• Amidon / Protéines de lait

Noisuwan, 2011 / Vu Dang, 2009 / Tarrega, 2005 / Matser, 1997 / Appelqvist, 1997 / Aguilera, 1997-1996



• Amidon / Carraghénanes

Be Miller, 2011 / Chaudemanche, 2008 / Savary, 2008 / Nayouf, 2003 / Tecante, 2002-1999 / Appelqvist, 1996-1997

► Phénomènes mal connus

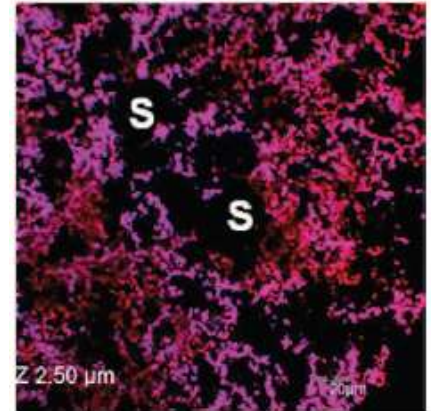
1. Introduction – Interactions ternaires et structuration

- Interactions amidon / carraghénanes / protéines de lait

► Interactions préférentielles ?

- Microstructure – Dispersion d'amidon dans un réseau carraghénane / micelles de caséines

► MAIS Amidon non observable



Espinosa-Dzib, 2012

S = amidon

2. Objectifs

- **Amidon / Protéines de lait**

Noisuwan, 2011 / Vu Dang, 2009 / Tarrega, 2005 / Matser, 1997 / Appelqvist, 1997 / Aguilera, 1997-1996

- **Amidon / Carraghénanes**

Be Miller, 2011 / Chaudemanche, 2008 / Savary, 2008 / Nayouf, 2003 / Tecante, 2002-1999 / Appelqvist, 1996-1997



► Phénomènes mal connus

- **Interactions amidon / carraghénanes / protéines de lait**

- Interactions préférentielles ?

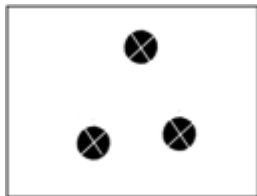
- **Microstructure – Dispersion d’amidon dans un réseau carraghénane / micelles de caséines**

- MAIS Amidon non observable

Compréhension pour mieux appréhender la structuration des produits

2. Matériels & Méthodes - Ingrédients

2 ou 3 % p/p

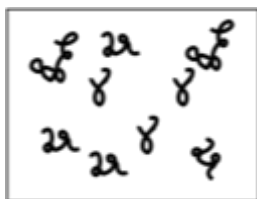


Un amidon modifié (réticulé et stabilisé)

→ Adipate de diamidon acétylé de maïs cireux

► **Meilleure conservation de l'état granulaire**

0,10 ou
0,14 % p/p

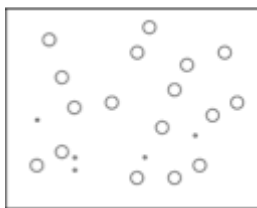


Echantillons de carraghénanes kappa ou iota

→ Densité de charge et masses moléculaires

► **Gélification des carraghénanes et prise en compte en de leurs caractéristiques sur la mise en place des interactions**

~ 3,6 % p/p






Une poudre de lait écrémé (10,4 % p/p)

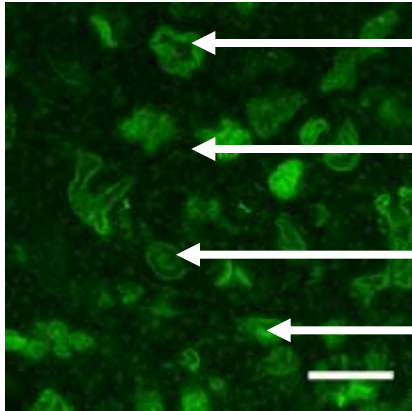
→ 'Medium heat'

► **Caséines sous forme micellaires et protéines du lactosérum peu modifiées**

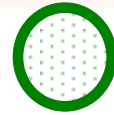
2. Matériels & Méthodes - Triple marquage

Références	Composants	Dyes	Longueurs d'onde (nm)		
			Excitation	Emission Max.	Emission Mes.
<i>Blennow et al., 2003</i> <i>Chen et al., 2011</i>	Amidon	APTS 8-Amino-1,3,6-PyrèneTriSulfonique	 488	520	500-530
	Carraghénane	RITC Rhodamine IsoThiocyanate Céline	 543	620	580-620
<i>de Belder & Granath, 1973</i> <i>Núñez-Santiago et al. 2011</i>	Protéines de lait	Alexa 633	 633	680	700-730

APTS
signal



Granules intacts



Nuages d'amylopectine



Fantôme de granule

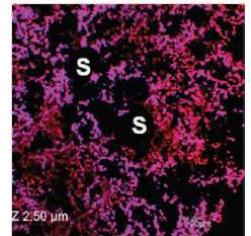


Morceau de fantôme



Matignon et al., 2014 a

Observation de tous les matériaux amidon



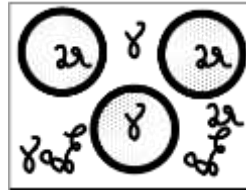
2. Matériels & Méthodes – Dosage indirect

3 Scénarios



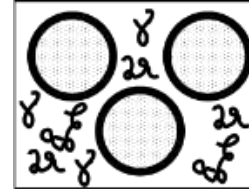
GONFLEMENT

1 - Pénétration



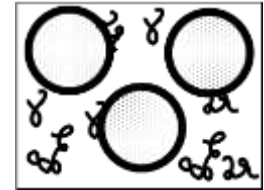
Savary, 2008 / Van de Velde, 2003

2- Exclusion



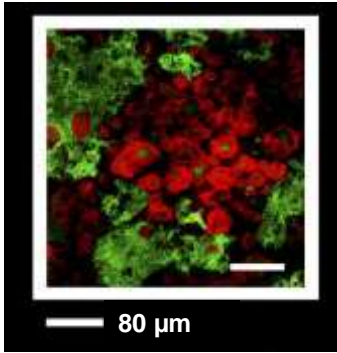
Alloncle, 1989 / Abdulmola 1996

3- Adsorption



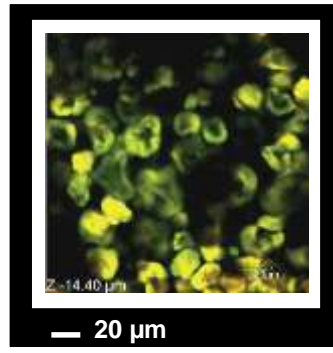
Gonera, 2002 / Espinosa-Dzib, 2012

1 -

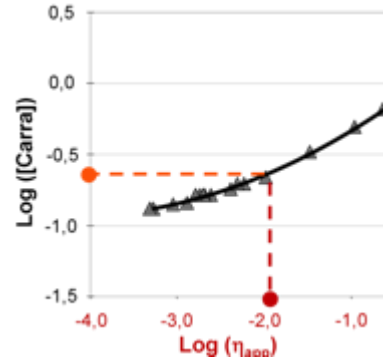


Savary, 2008

3 -



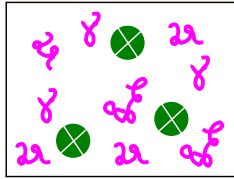
Espinosa-Dzib et al, 2012



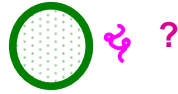
► Dosage indirect des carraghénanes dans la phase continue

3. Résultats – Interactions amidon / carraghénane

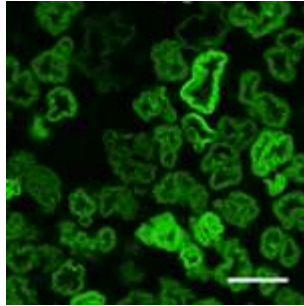
Matignon et al., 2014 a



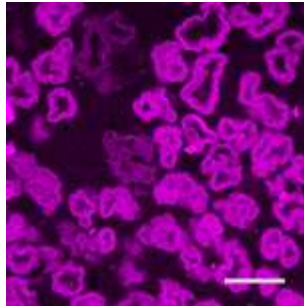
GONFLEMENT



Signal APTS



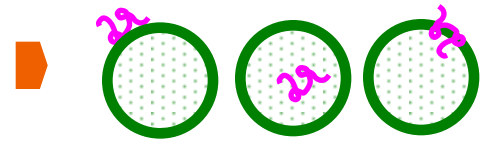
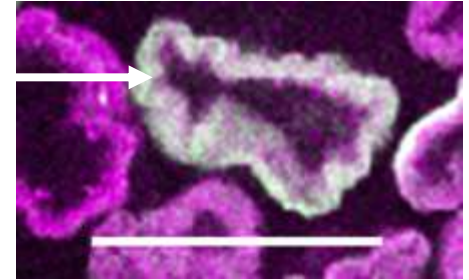
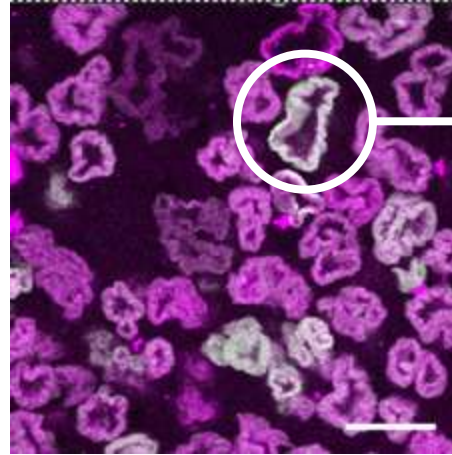
Signal RITC



Echelle = 50 µm



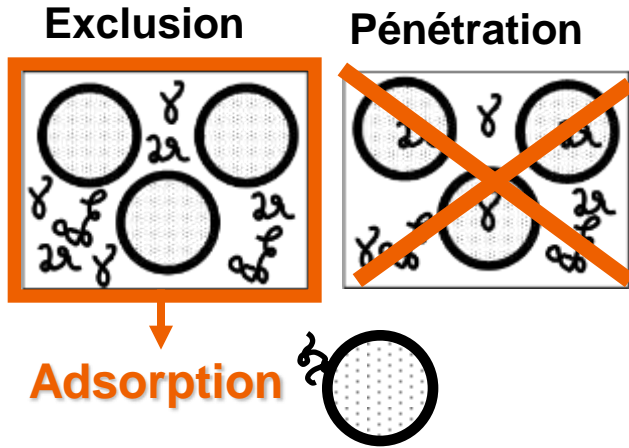
Signaux APTS et RITC



Type d'interactions ?


3. Résultats – Interactions amidon / carraghénane

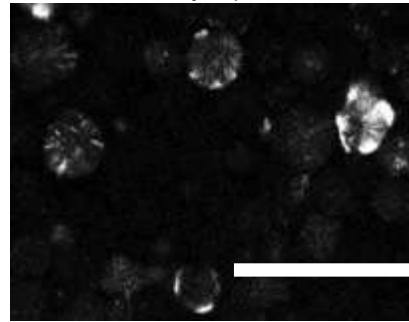
Dosage indirect [carra] dans le milieu continu *Matignon et al., 2014 b*
Huc et al., 2014



▮ ≠ niveaux d'adsorption : poids moléculaire et charge du carra

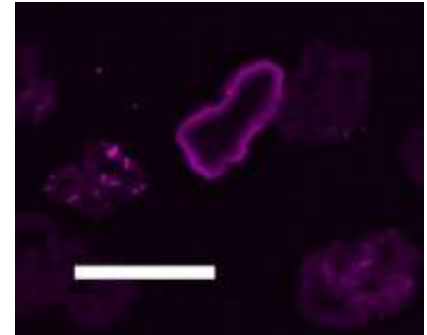
Marquage des protéines endogènes de l'amidon *Matignon et al., 2014a*

Signal CBQCA* 
3-(4-CarboxyBenzoyl)Quinoline-2-CarboxAldehyde)



Méthode: Han, 2005-2002

Signal RITC  



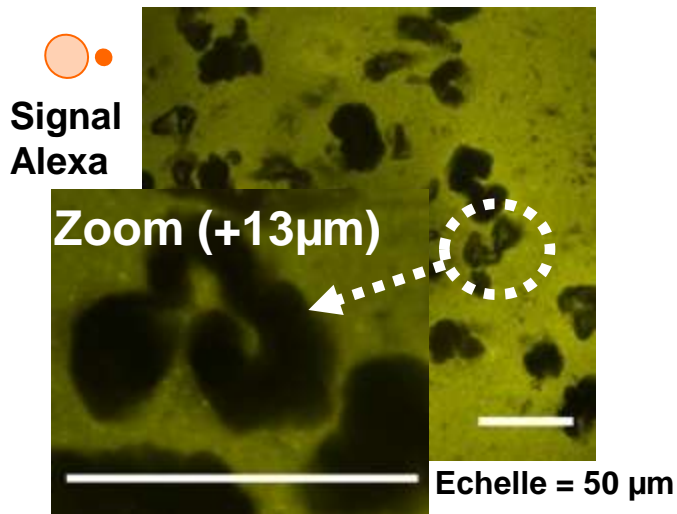
Echelle = 50 µm

▮ Hypothèse: Interactions électrostatiques protéines endogènes de l'amidon / carra

3. Résultats – Interactions amidon / protéines de lait

Marquage des protéines de lait

Matignon et al., 2014 a



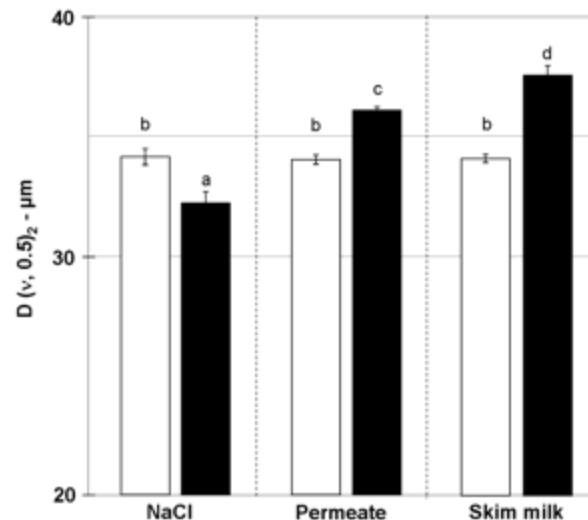
Impact du traitement thermomécanique

Matignon et al., Submitted

Laboratoire



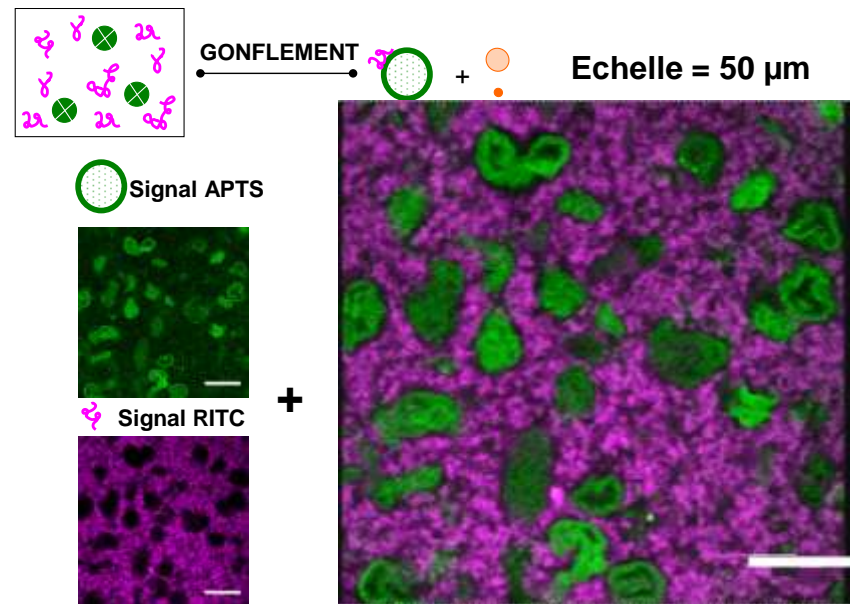
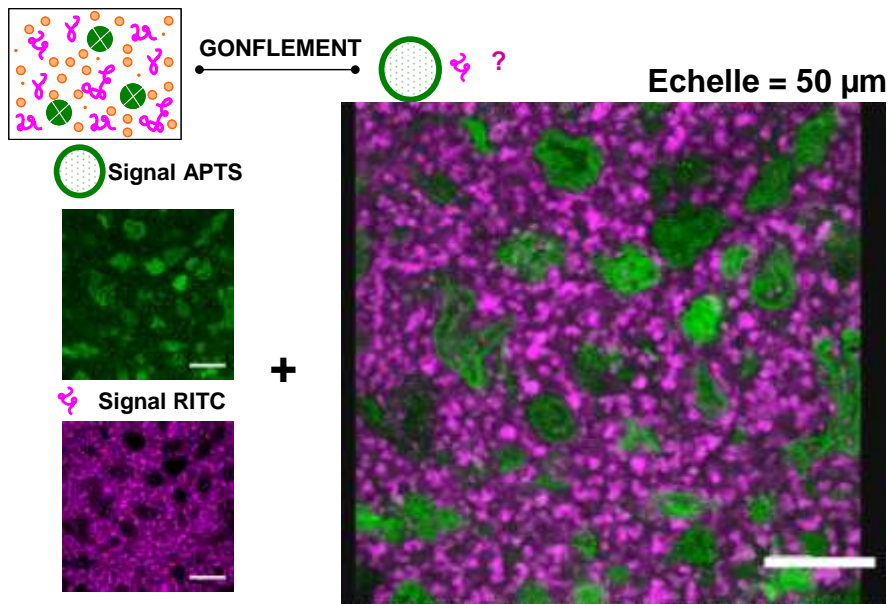
Pilote



Fort impact du traitement thermomécanique ; Présence de protéines de lait: ≠ gonflement des granules d'amidon et rupture → Interactions

3. Résultats – Interactions amidon / carraghénane en présence de protéines de lait

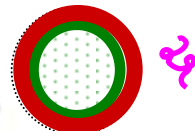
Matignon et al., 2014 a



Pas d'adsorption des carra sur les granules d'amidon



Interactions préférentielles carra / micelles de caséines



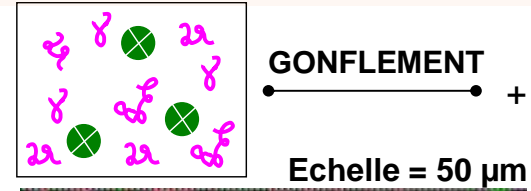
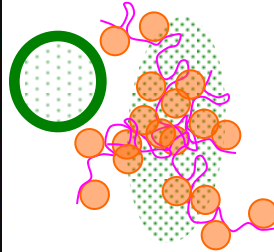
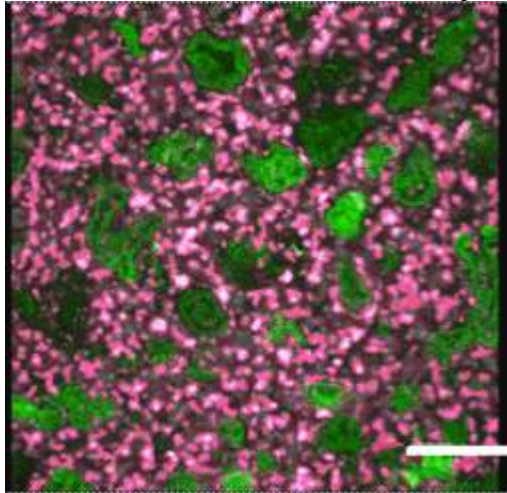
3. Résultats – Structuration des produits

Matignon et al., 2014 a

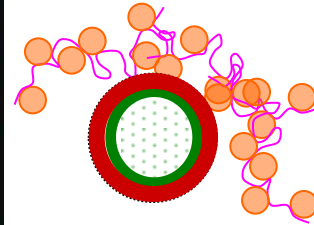
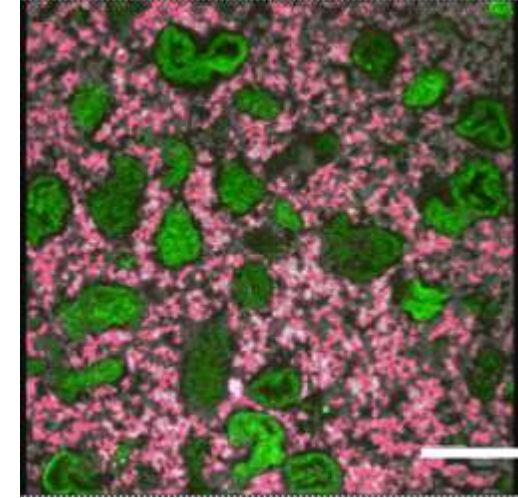


Echelle = 50 µm

APTS
+ **RITC**
+ **Alexa**



Echelle = 50 µm

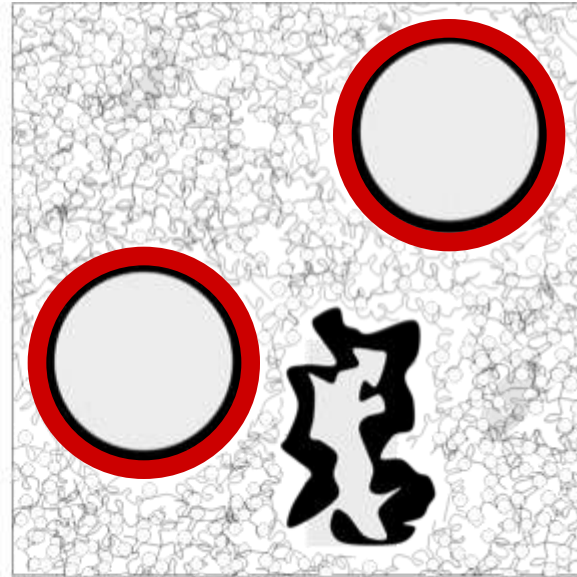
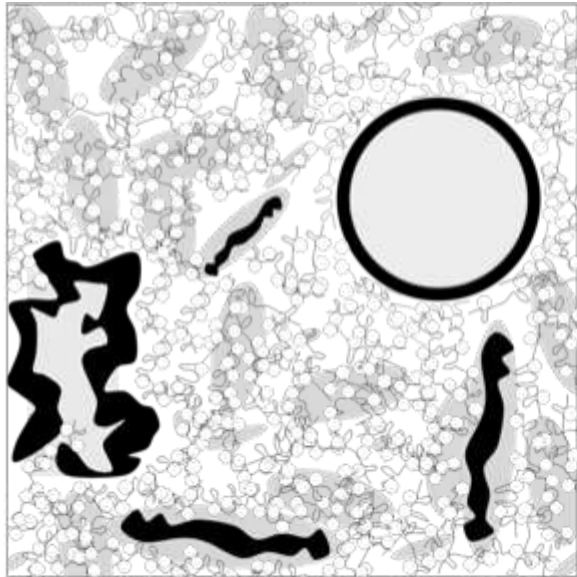
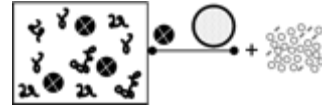
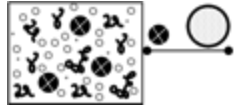


Interactions granules et nuage amylopectine avec le réseau ≠

Zone de déplétion autour des granules + moins d'amylopectine

3. Résultats – Paramètres clés structuraux

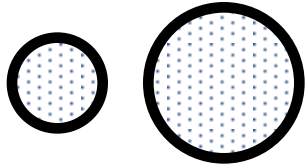
Matignon, 2013



- ▶ **Matrice continue**
- ▶ **Etat des granules**
- ▶ **Interactions matrice / matériaux amidon**

4. Conclusion - Levier de structurations

Matrice continue

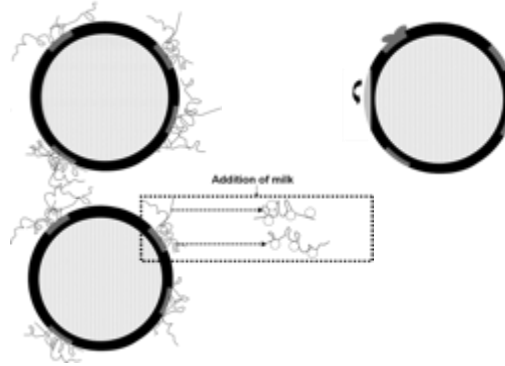


► Réduction de volume



► Modification de leurs caractéristiques et interactions

Etat des granules d'amidon



► Limiter ou augmenter la rupture des granules

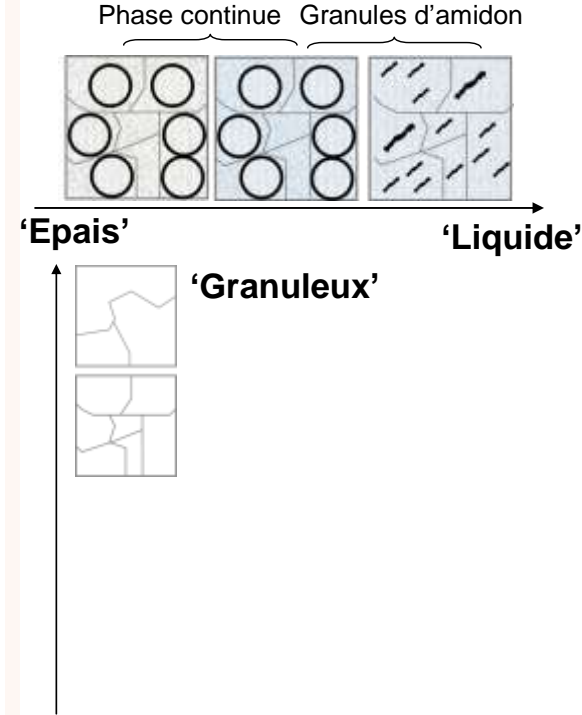
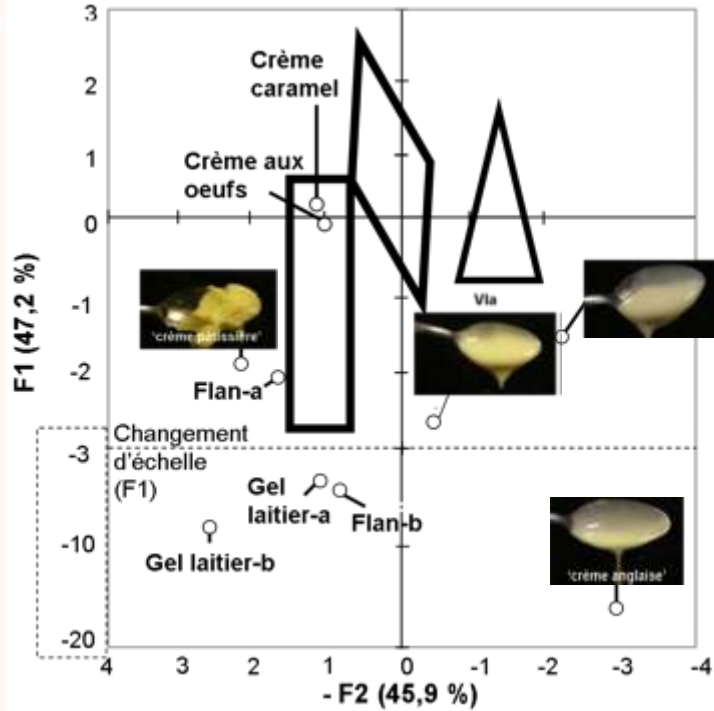
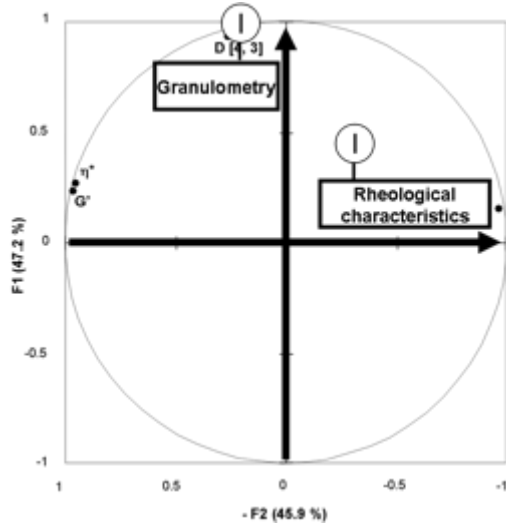
Interaction matrice / matériaux amidon



► Favoriser ou limiter la formation de gros agrégats

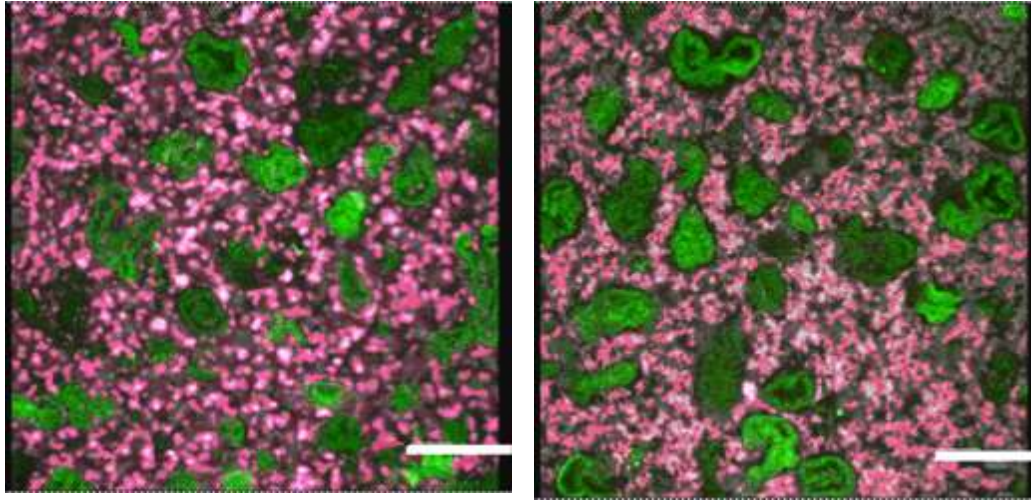
5. Ouverture - De la structure à la texture

Matignon, submitted



► Comprendre et utiliser la structure des aliments

pour améliorer leurs qualités nutritionnelles et sensorielles



Maintenant, améliorons !

anne.matignon@gmail.com

camille.michon@agroparistech.fr