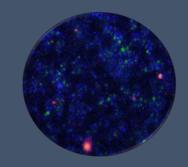


Alimentation et Digestion chez le Nourrisson



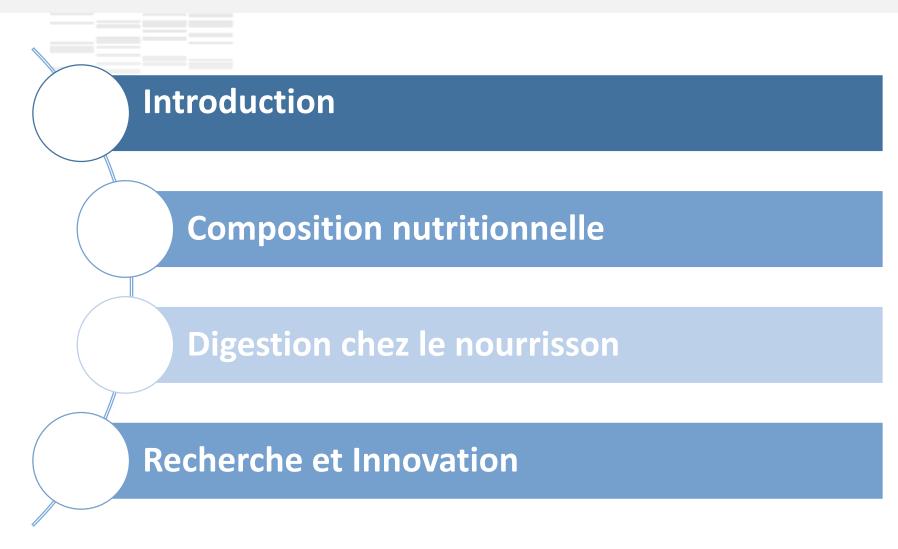
Linda Le Roux, Olivia Ménard, Raphaël Chacon, Romain Jeantet, Pierre Schuck, Amélie Deglaire, Didier Dupont, Françoise Nau







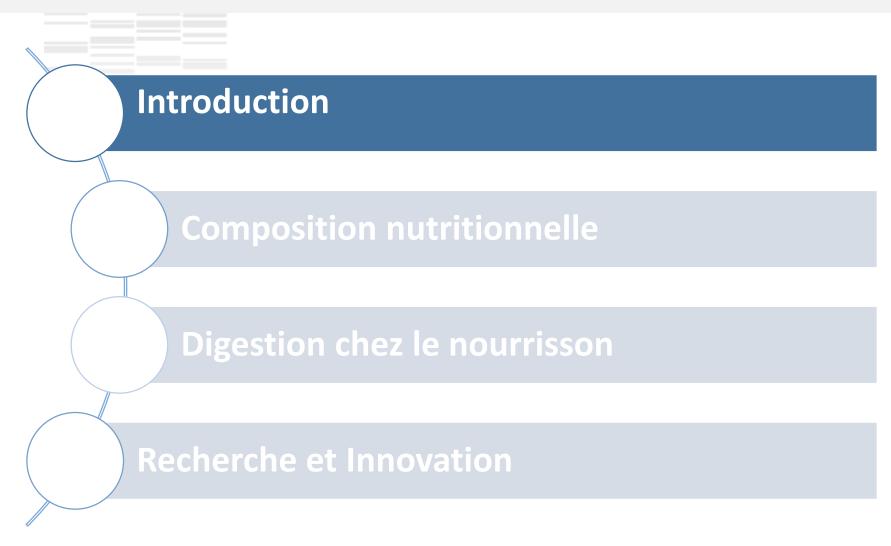
ORDRE DU JOUR







ORDRE DU JOUR







INTRODUCTION

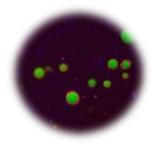
- Lait maternel : aliment idéal pour le nourrisson en termes de nutrition et développement (Victora et al., 2016)
- 38% des bébés de 0 à 6 mois exclusivement allaités au sein en France (WHO/UNICEF, 2017)

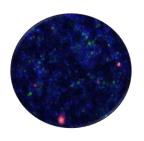


- Formules infantiles: 40% des nouveau-nés ; 60% des nourrissons de 1 mois ; 80% des nourrissons de 3 mois (Cohorte Elfe, 2011; Epifane, 2012-2013)
- Marché infantile en forte expansion en France
 - + 45% de 1999 à 2009 ; 945 millions € en 2013
 - Laits infantiles → 41% du marché (CNIEL, 2015)



- Formules infantiles et lait maternel
 - Composition en macronutriments similaire
 - Composition fine et structure diffèrent











INTRODUCTION

	\[EVOLUTIONS REGLEM	IENTAIRES DES FORMULES INFANTILES					
<u>.</u> a	1970	<u>1^{ère} formule infantile:</u> à base de lait de vache , de farine de blé et de malt, et de bicarbonate de potassium						
MG laitière								
	1976	<u>1^{er} arrêté</u> : normes composition et fabrication des						
		aliments destinés aux nourrissons	→ Aminogramme obligatoire					
			Premières formules infantiles à base de protéines de soja					
	1991	<u>1^{ère} directive: normes composition</u>						
		des laits infantiles; 1 ^{er} âge, de suite et croissance						
<u>e</u>								
] Séta	2006 2ème directive: adaptation protéines et recommandations sur les Acides Gras PolyInsaturés (AGPI) → 2009 : premières formules infantiles à base de prote							
Vé		sur les Acides Gras PolyInsaturés (AGF	기)					
MG			→ 2009 : premières formules infantiles à base de protéines hydrolysées de riz					
			(Reche et al. , 2010)					
			→ 2013 : matrice lipidique laitière reconsidérée dans l'augmentation de la					
			concentration cérébrale en DHA (Delplanque et al., 2013)					
			Premières formules à base de lait de chèvre (CAPRICARE®)					
	2016	3ème directive: recommandations sur la teneur en DHA						
		+ nouveaux ingrédients autorisés si in	nocuité démontrée					
	\ /							

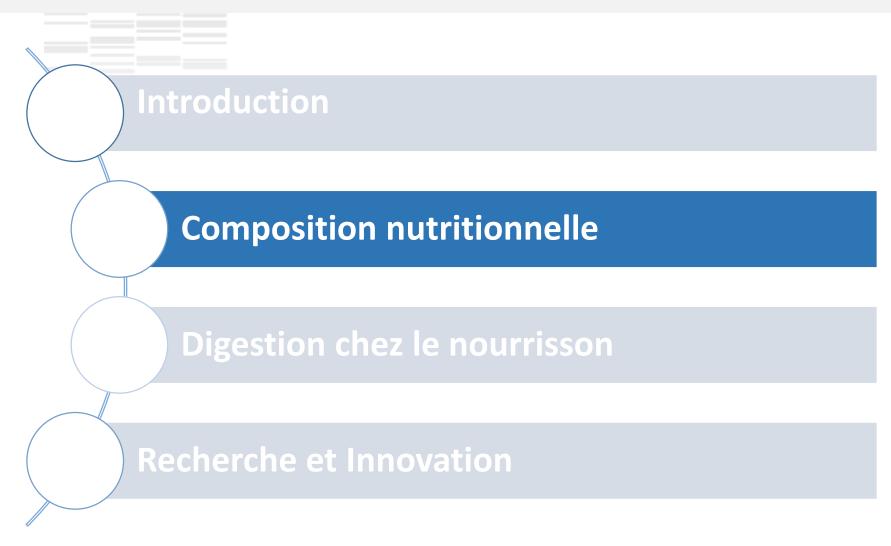








ORDRE DU JOUR

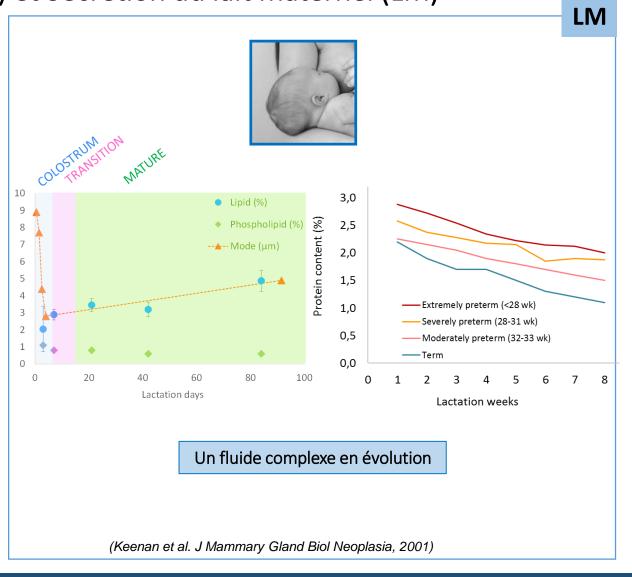








Fabrication des formules infantiles (FI) et Sécrétion du lait maternel (LM) FI Produit sensible Ingredients Lait écrémé Multiples Ingrédients 1. Mélange **Préparation liquide** 2. Pasteurisation 3. Concentration Multiples traitements Concentré 4. Homogénéisation homogénéisé 5. Séchage 6. Mélange pendant séchage 7. Mélange après séchage **Poudre** 8. Conditionnement en Big bag Dénaturation 9. Contrôle qualité Agrégation 10. Conditionnement en boîte Poudre conditionnée (Le Huerou-Luron et al. Structure des aliments et effets nutritionnels, 2013)









TENEUR EN PROTEINES



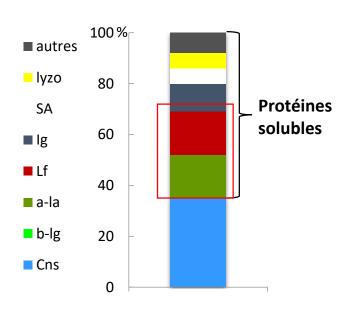
1.1 g protéines /100ml

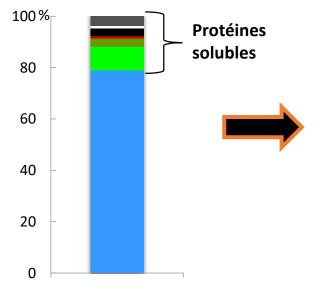


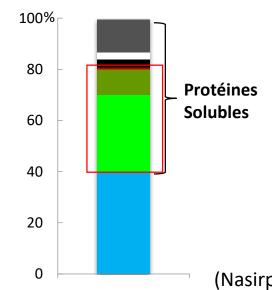
3.7 g protéines/100ml



1.1-2.1 g protéines/100ml





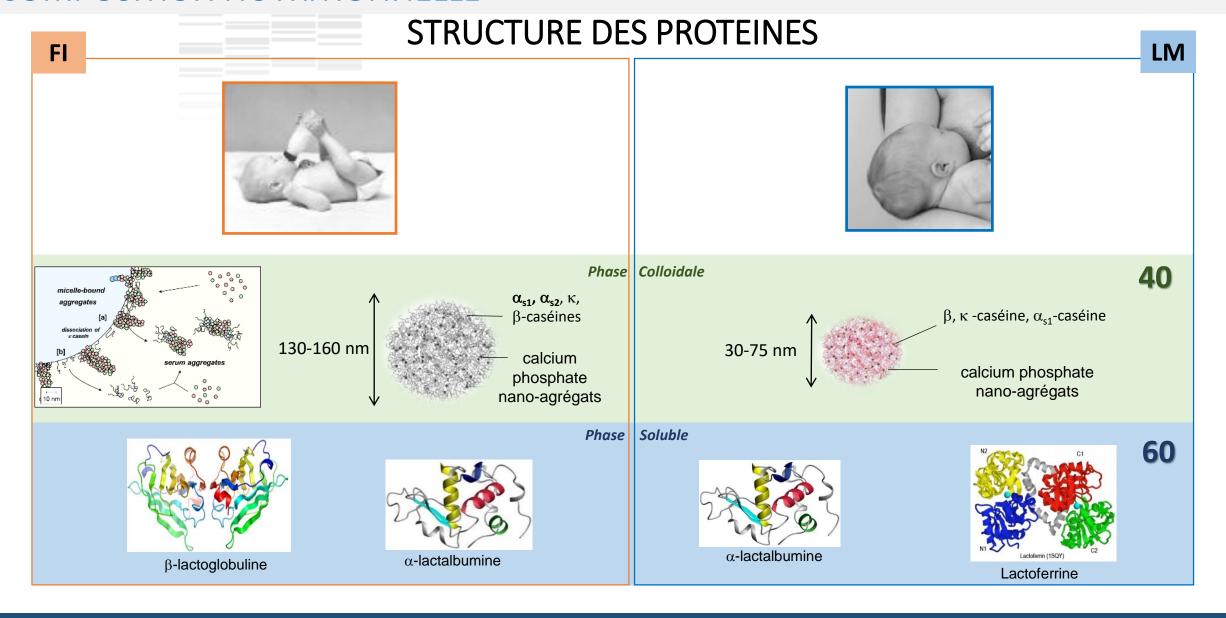


(Nasirpour et al, 2005)















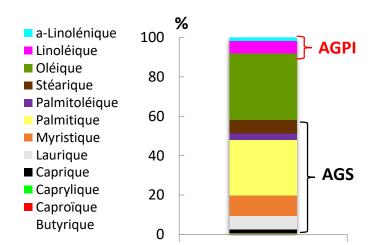


TENEUR EN LIPIDES

Lait maternel



3.4 g lipides /100ml



Lait de vache

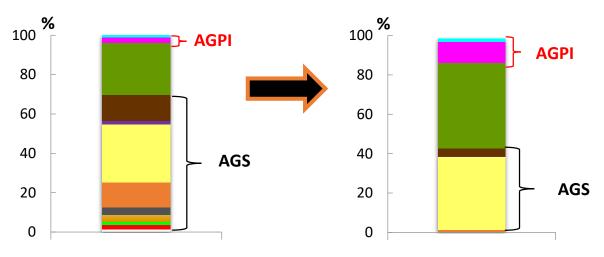




Formule infantile (0-6mois)



2.6-4.0 g lipides/100ml



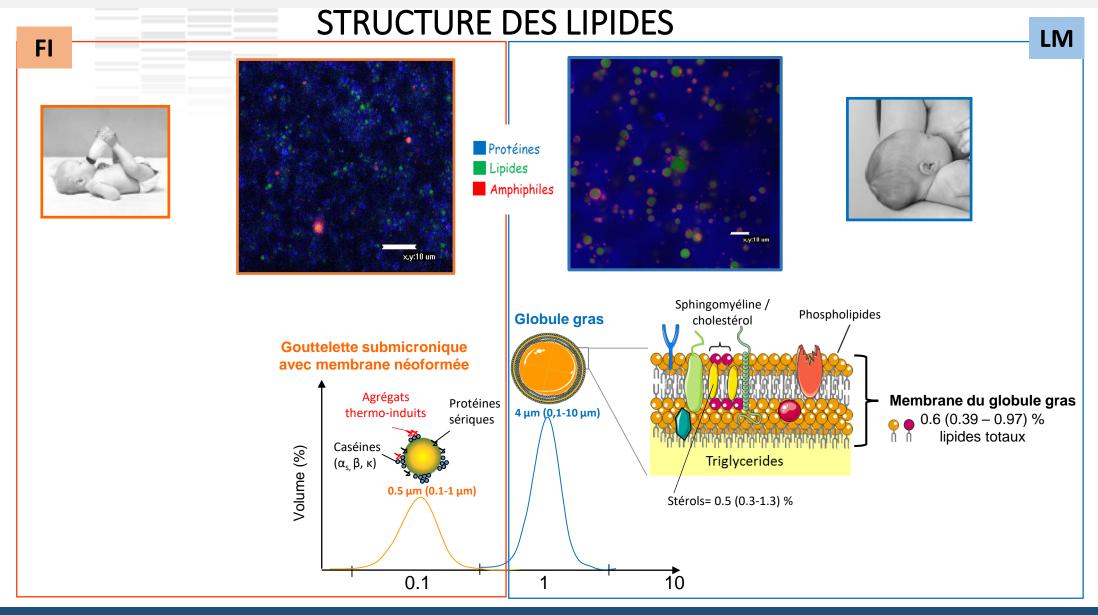
(Malacarne et al. 2002)











EJLST, 2009)

(Evers et al. IDJ, 2008; Gallier et al. JAFC, 2010; Gallier et al. Col. Surf. B, 2015;

Lopez and Ménard. Col. Surf. B, 2011 Michalski et al. JDS, 2005; Michalski et al.,









AUTRES CONSTITUANTS DU LAIT MATERNEL



(Source: Hascoët et al., J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2011)

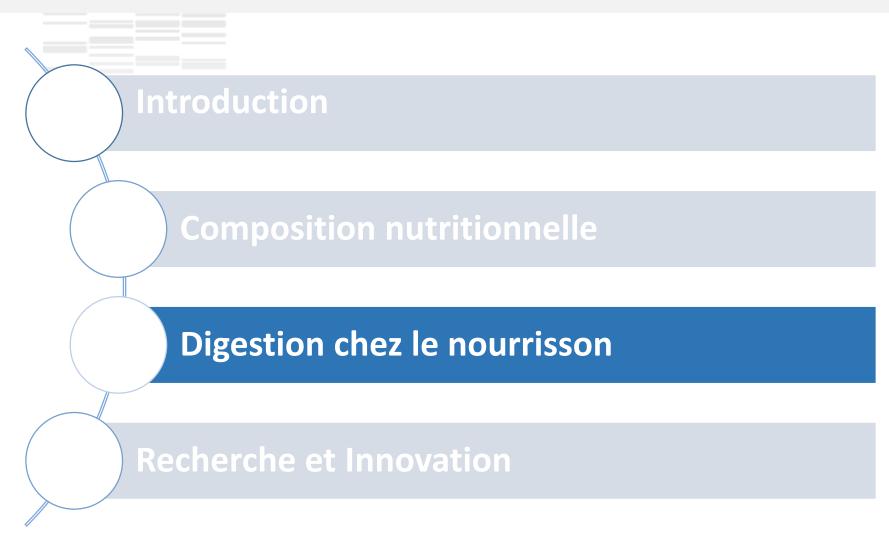








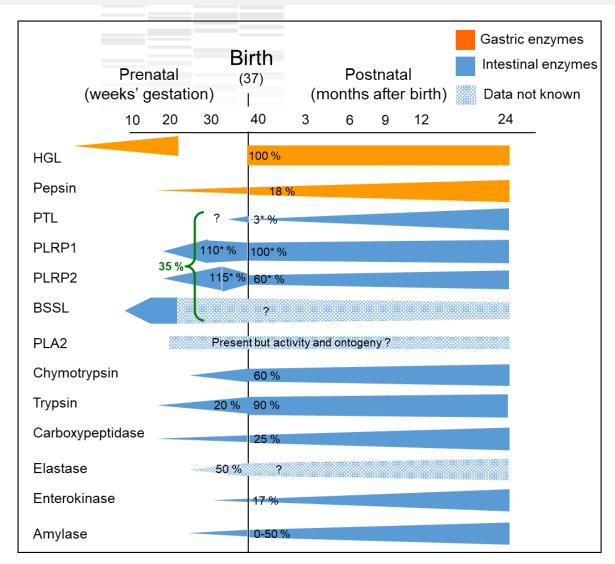
ORDRE DU JOUR











IMMATURITÉ DU SYSTEME DIGESTIF

Gastrique:

- Pepsine immature
- Lipase mature
- Capacité acidification limitante

Intestinale:

- Protéases presque matures
- Lipase pancréatique immature

Prise en compte de cette immaturité digestive pour le développement de modèles de digestion *in vitro* pertinents

Figure 1 Ontogeny, levels of activity or of mRNA expression (*) of the main digestive enzymes reported in literature. Figure refers to the values at birth or at a given postconception age for preterm infants. Adapted from (McClean and Weaver, 1993).

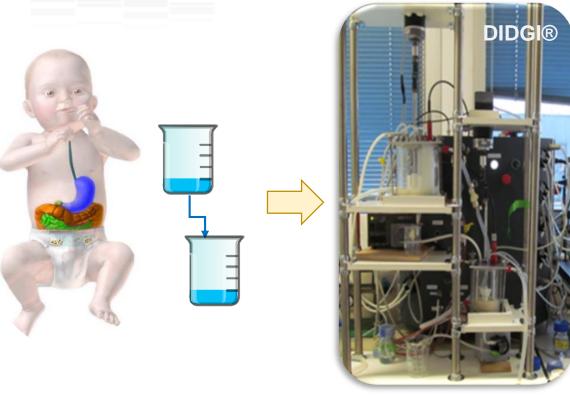








DIFFERENTS MODELES DE DIGESTION POUR NOUVEAU-NÉ







In vitro dynamique Ménard et al. 2014





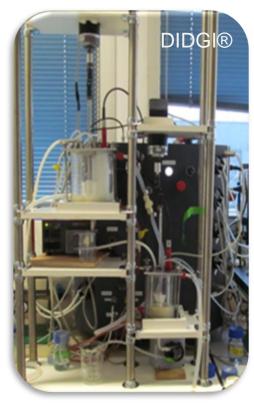
In vivo De Oliveira et al. 2017





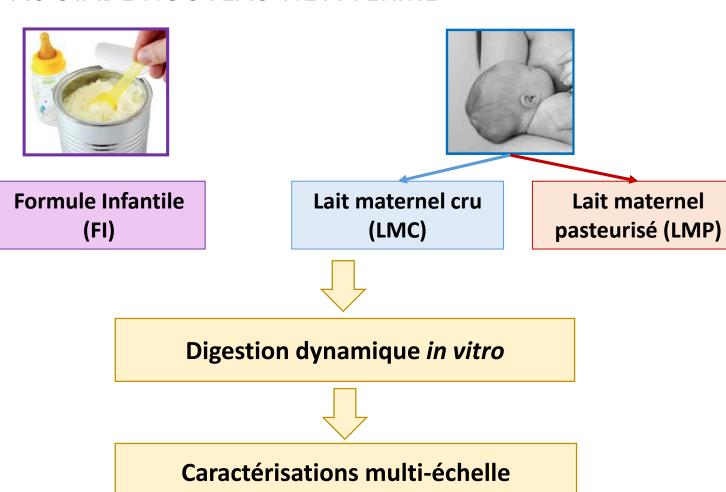


DIGESTION DU LAIT MATERNEL VS. FORMULE INFANTILE AU STADE NOUVEAU-NÉ À TERME



In vitro dynamique

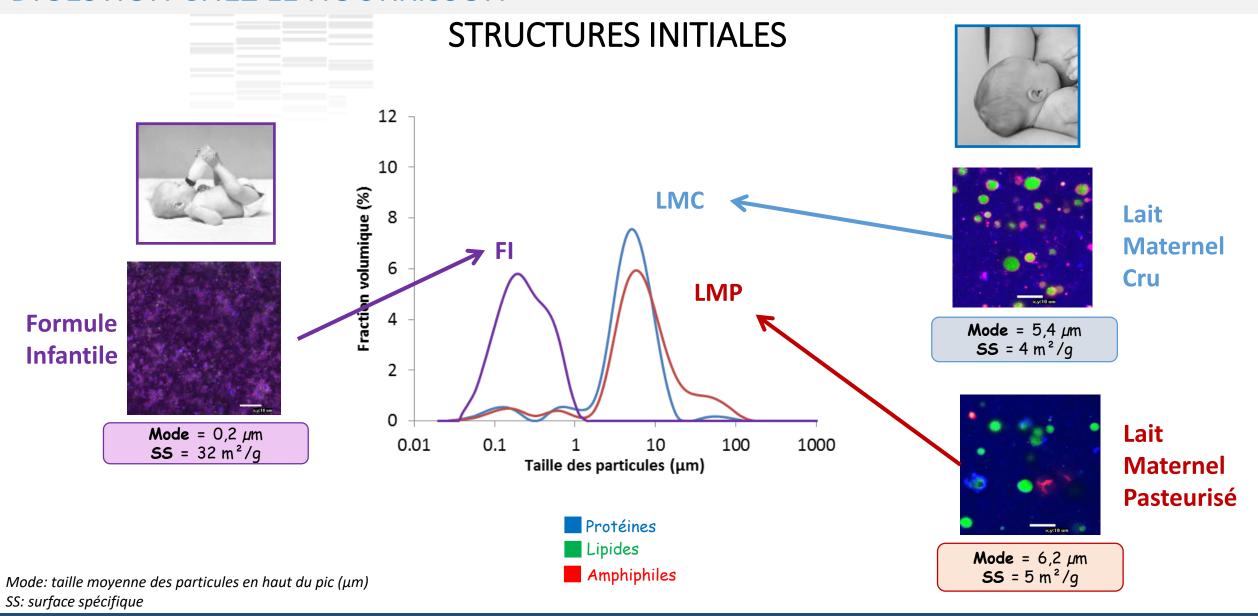
Ménard et al. 2014









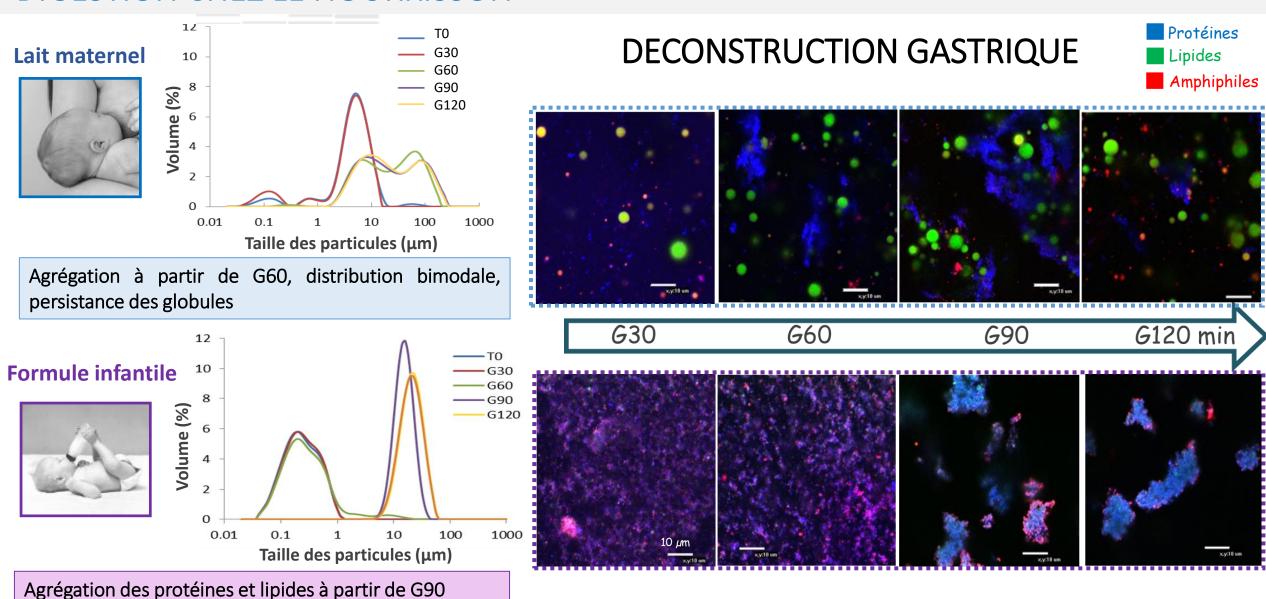












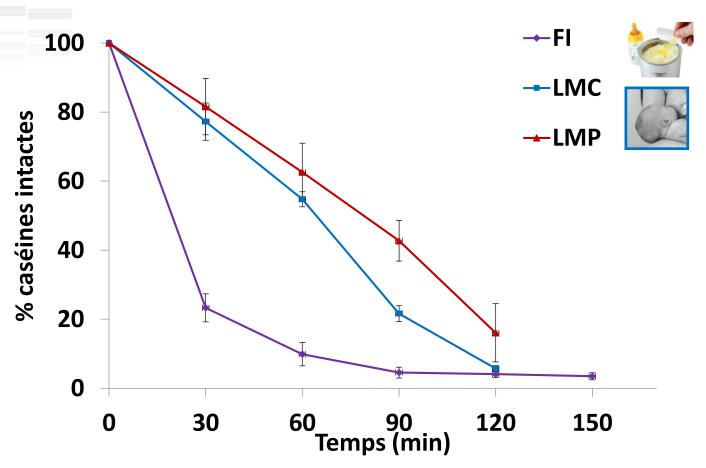








CINETIQUES DE PROTEOLYSE GASTRIQUE



- Hydrolyse plus drastique pour les caséines de FI par rapport au LM
- Protéines adsorbées à l'interface des gouttelettes lipidiques hydrolysées plus rapidement (Macierzanka et al., 2009)

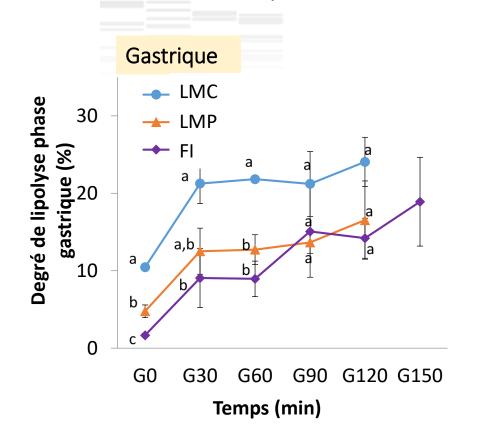


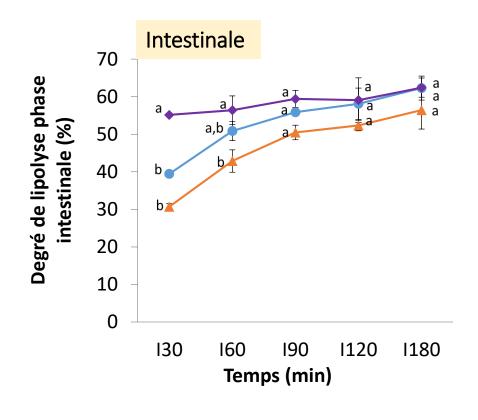






CINETIQUES DE LIPOLYSE GASTRIQUE ET INTESTINALE





- En phase gastrique: le LM cru présente un degré de lipolyse plus élevé en début de phase
- En phase intestinale: peu de différences

De Oliveira et al. Food Chem; FRI 2016

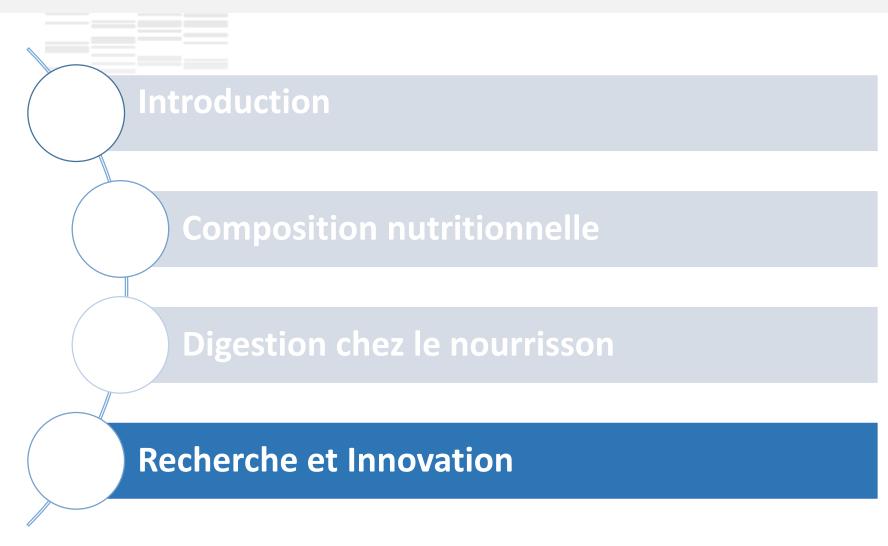








ORDRE DU JOUR







Nestle

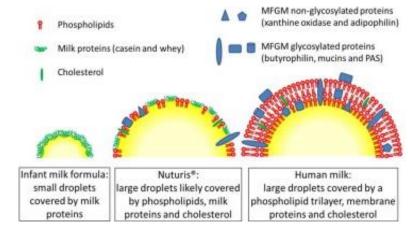
Human Milk Oligosaccharides

NOUVEAUTES ET TENDANCES

- Prébiotique et probiotique
- FOS du lait humain
- Structure des lipides

- Ingrédient natif
- Source alternative de protéines

Ma thèse



Nuturis ® (Baars et al. BJN, 2016; Oosting et al., BJN, 2014)



Issue de l'agriculture biologique



Formules végétalisées



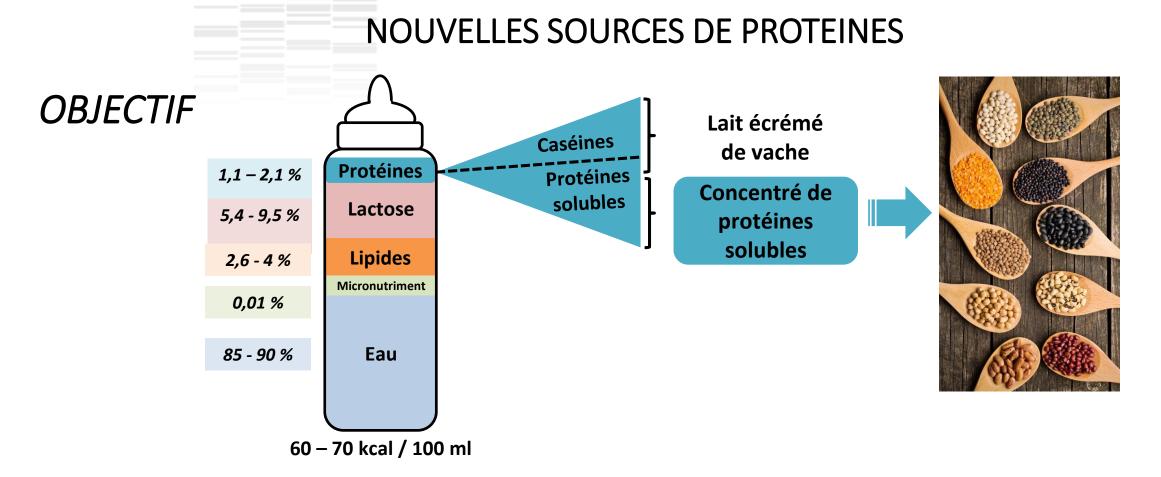
Protéines et lipides issus du lait de chèvre











Développer une gamme de **formules infantiles** où les protéines solubles du lactosérum seraient remplacées partiellement par **d'autres sources de protéines**, notamment d'origine végétale, tout en respectant **les besoins nutritionnels du nourrisson**











METHODE

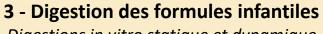
NOUVELLES SOURCES DE PROTEINES

1 - Identification des protéines alternatives de qualité

Age Group	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val		
	scoring pattern mg/g protein requirement										
Infant (birth to 6 months) ¹	21	55	96	69	33	94	44	17	55		
Child (6 months to 3 year) ²	20	32	ьь	5/	2/	52	31	8.5	43		
Older child, adolescent, adult ³	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40		

FAO, 2013

2 - Conception de nouvelles formules infantiles Echelles pilote et semi-industrielle



Digestions in vitro statique et dynamique

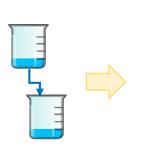
Formules infantiles optimisées technologique & nutritionnel



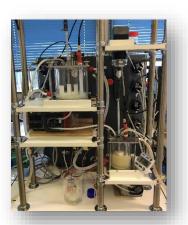
Pilote



Semi-industrielle



In vitro statique



In vitro dynamique







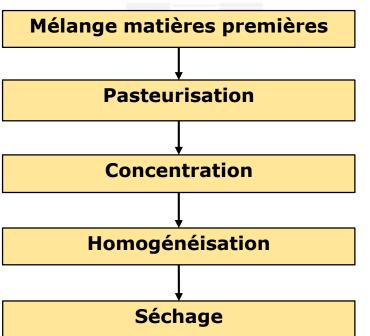


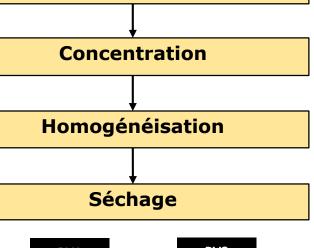


METHODE

NOUVELLES SOURCES DE PROTEINES



















Tour de séchage: capacité de 5 kg/h





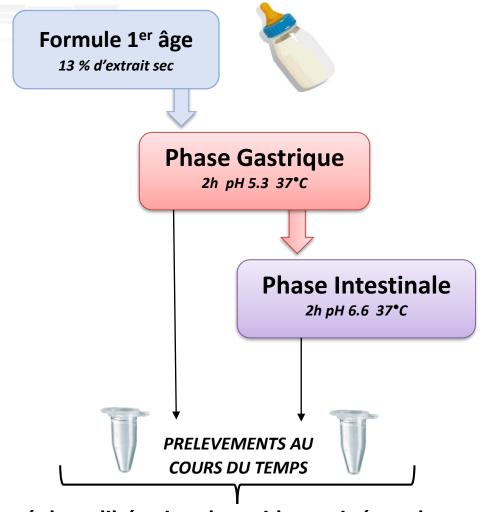






METHODE

NOUVELLES SOURCES DE PROTEINES







Protéolyse: libération des acides aminés et des peptides







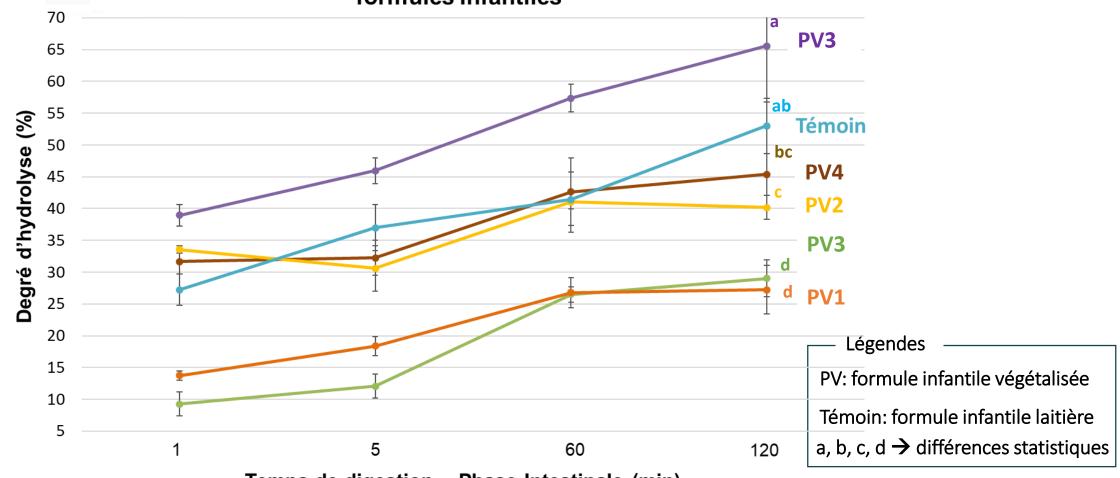




RESULTATS

NOUVELLES SOURCES DE PROTEINES

Degré d'hydrolyse au cours de la digestion de différentes formules infantiles



Temps de digestion – Phase Intestinale (min)





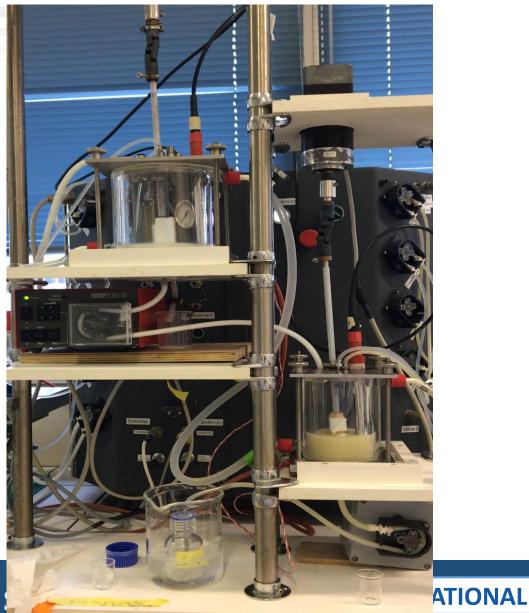






RESULTATS

Nouvelles sources de protéines





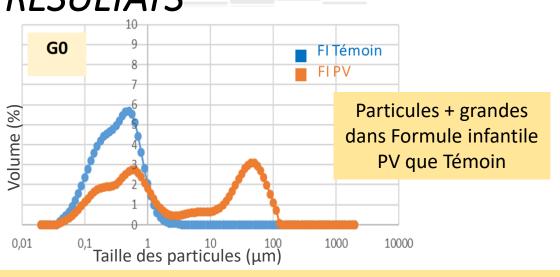


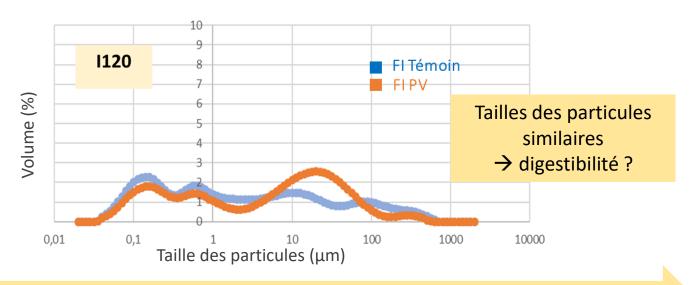




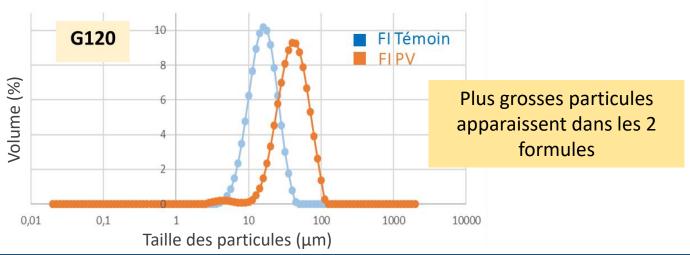
In vitro dynamique







G0 G120 I120







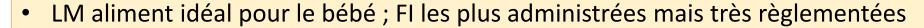


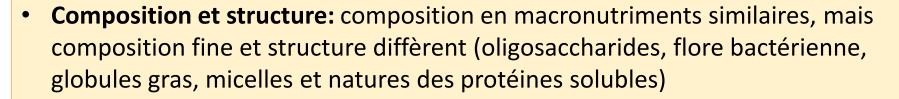


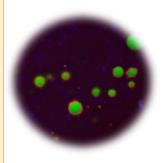


CONCLUSION

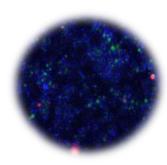








Digestion: système digestif immature, à prendre en compte pour développer des modèles d'étude de digestion (in vitro statique, dynamique ou in vivo)
 → Différences de structures → Cinétique de déstructuration et de digestion



 Recherche et Innovation: nouveautés dans les FI pour se rapprocher et mimer davantage le LM → Flore bactérienne, ↑ taille des globules gras et nouvelles sources protéiques



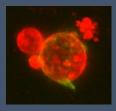


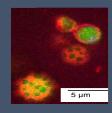












Merci de votre attention



