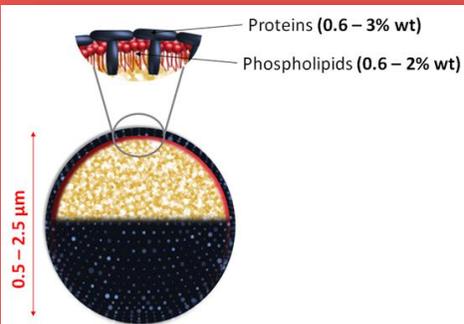
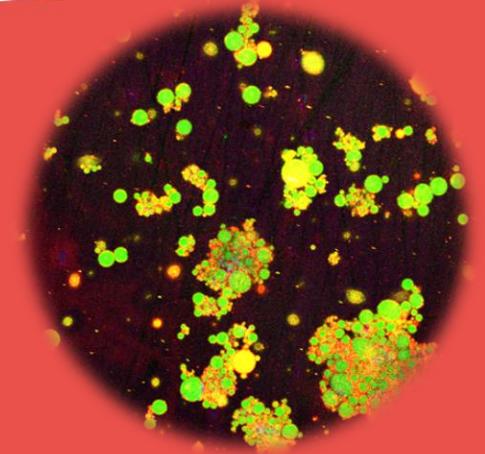


Les corps lipidiques pour l'innovation produit, savoir-faire et solutions

Claire Bourlieu-Lacanal, Chargée de Recherche, UMR IATE Montpellier

Claire Berton-Carabin (BIA, Nantes), Thierry Chardot (IJPB, Versailles), Amélie Deglaire (STLO, Rennes), Romain Valentin (LCA, Toulouse)



Qualité sensorielle



Structure de l'aliment



Technologies et procédés agroalimentaires



Qualité nutritionnelle et effets sur la santé

Contexte et grands enjeux

Biodiversité des graines oléoprotéagineuses et au-delà...

							
Principaux acides gras	Colza	Tournesol	Tournesol oléique	Soja	Lin	Chia	Riz
Acide palmitique (C16:0)	4	7	4	10	7	7	20
Acide stéarique (C18:0)	2	5	6	4	4	3	2
Acide oléique (C18:1 – ω9)	56	24	85	21	20	7-10	48
Acide linoléique (C18:2 – ω6)	21	63	5	56	17	19-20	27
Acide α-linoléique (C18:3 – ω3)	10	0	0	8	52	60-64	2

Sources AGPI : ω3, 6, 9

Assemblages fonctionnels :
Corps lipidiques aux propriétés techno-fonctionnelles à explorer
 + autres fractions : culot protéique, fibres solubles



Bioraffinerie classique

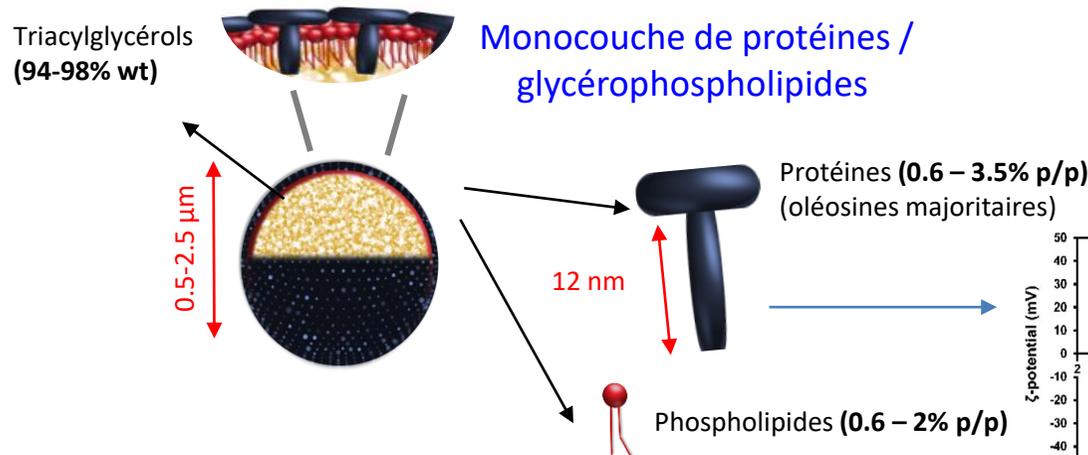
Extraction poussée molécules
 Ré-émulsification (additif/énergie)

Tourteaux / co-produits peu valorisables

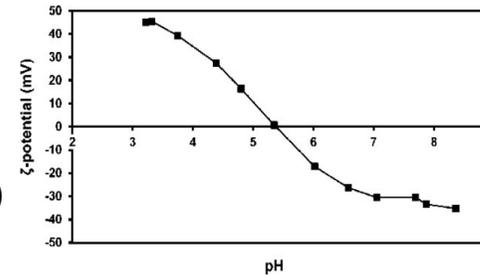
- Marché «aliments à base de végétaux» (↑12% 2020-2027, \$74 billion)
- Rééquilibrer rapport ω6/ω3 encore souvent trop élevé des populations française et européenne
- Mélanges spécifiques OB => réponses cibles nutritionnelles spécifiques

Etat de l'art

🔍 Corps lipidiques ou oléosomes = structures de réserve ubiquitaires dans la plante



(Nikiforidis, *Adv Colloid Interface Sci.*, 2019; Kergomard et al., 2021, *CRFSN*; Kergomard et al., *Food Chem*, 2021)

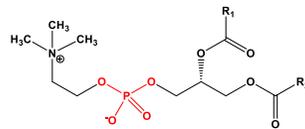


Dépendance du potentiel zéta d'oléosine de germe de maïs au pH

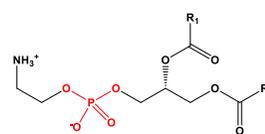
(Nikiforidis et al., *Soft Matter*, 2013)

Oléosomes / Corps lipidiques (OB)

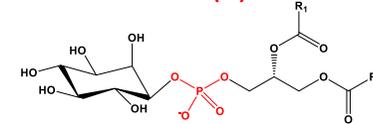
GlyceroPhosphatidyl-Choline (PC)



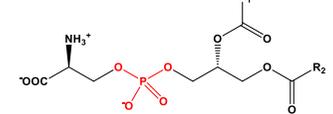
Ethanolamine (PE)



Inositol (PI)



Serine (PS)



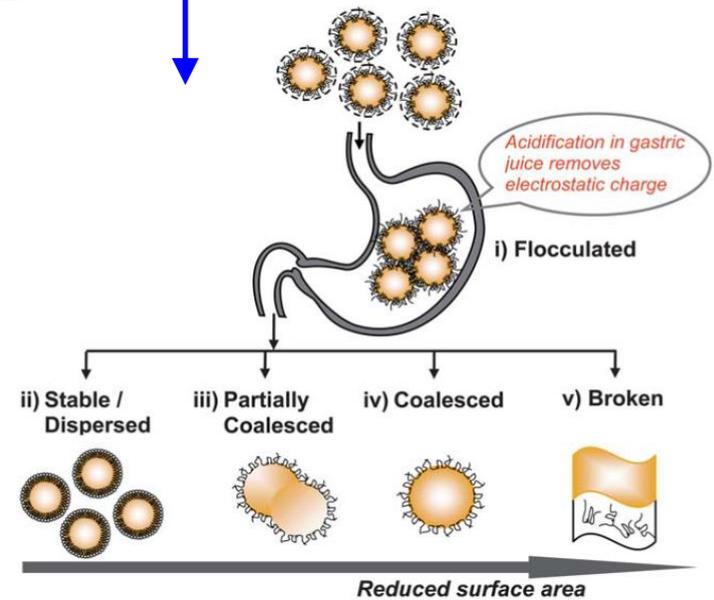
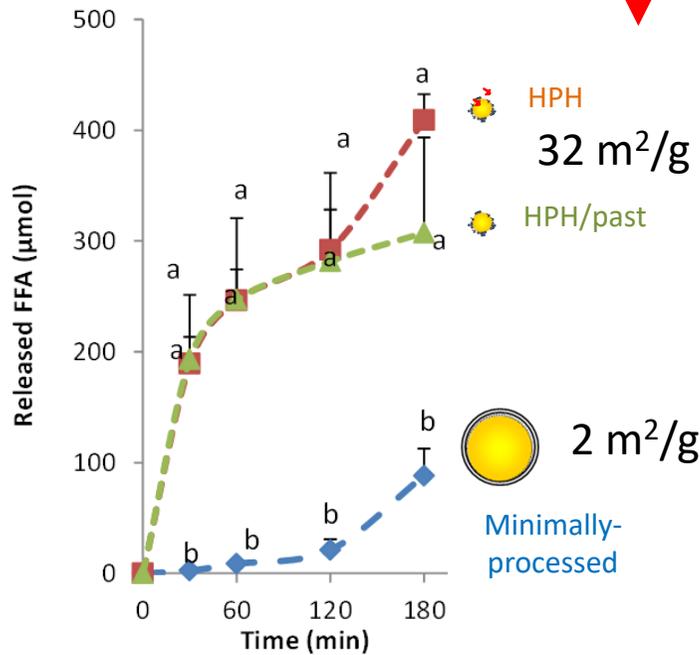
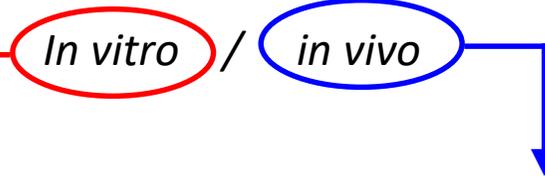
Charge nette résiduelle négative à pH 7 et FI physiologique

	Tournesol	Soja	Colza	Lin	Moutarde	Coton	Mais	Arachide	Sésame
PC	79	57.1	59.9	57.2	53.1	58.9	64.1	61.6	41.2
PE	13	13.5	5.9	2.8	15.5	4.6	8.1	5.0	15.8
PI	8	15.6	14.0	6.9	13.1	18.1	7.6	8.4	20.9
PG	(-)	3.4	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
PS	(-)	(-)	20.2	33.1	18.3	18.7	20.2	25.0	22.1

Etat de l'art

La microstructure des émulsions influence la bioaccessibilité des macro et micro-nutriments

- Modification cinétique hydrolyse gastrique **GL & pepsine**



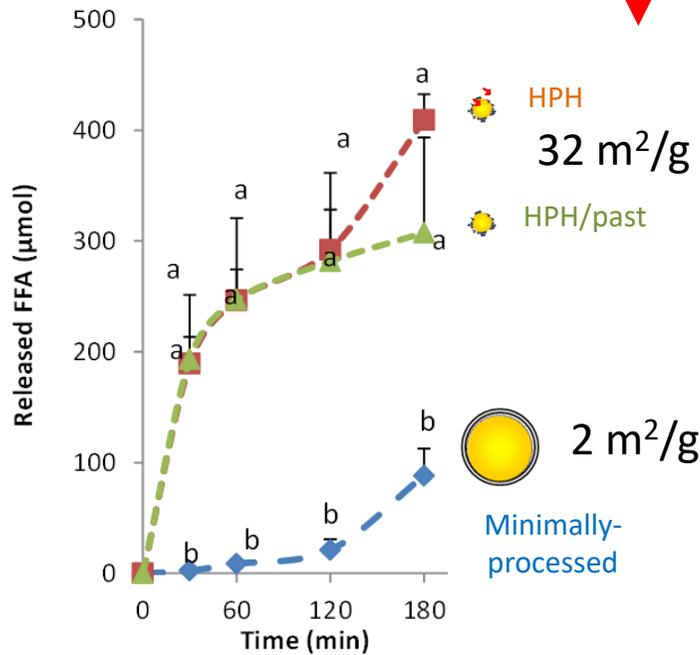
(Golding et al., *Soft Matter*, 2011)

(Bourlieu et al., *Food Chemistry*, 2015)

Etat de l'art

La microstructure des émulsions influence la bioaccessibilité des macro et micro-nutriments

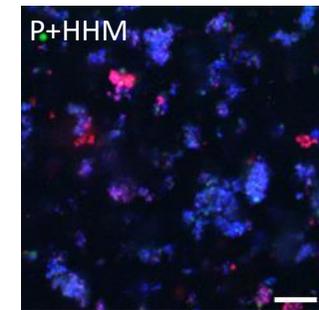
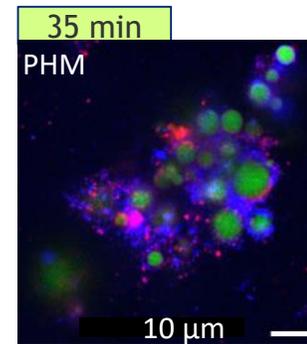
- Modification cinétique hydrolyse gastrique **GL & pepsine**



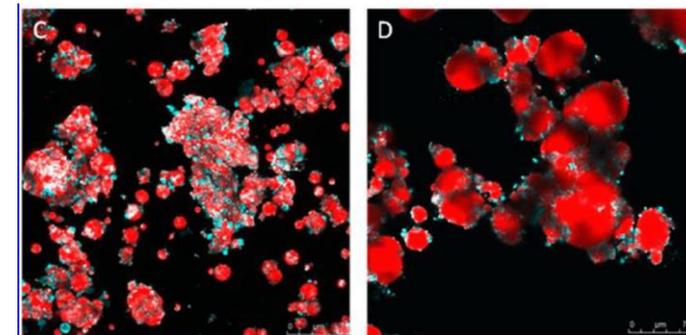
(Bourlieu et al., Food Chemistry, 2015)

In vitro

in vivo



(De Oliveira et al., Clin Nutr ESPEN, 2017)



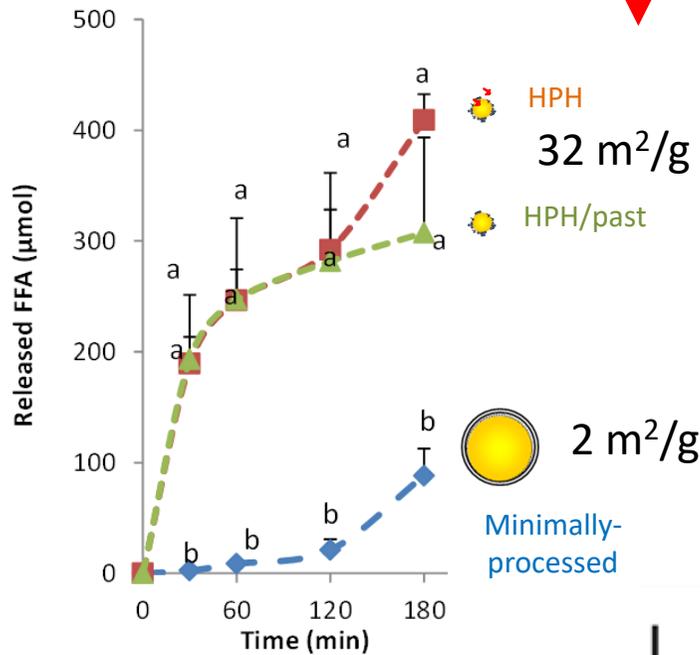
(Gallier et al., JAFAC, 2013)

Etat de l'art

La microstructure des émulsions influence la bioaccessibilité des macro et micro-nutriments

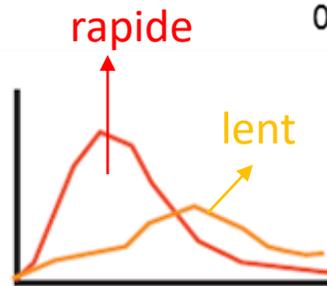
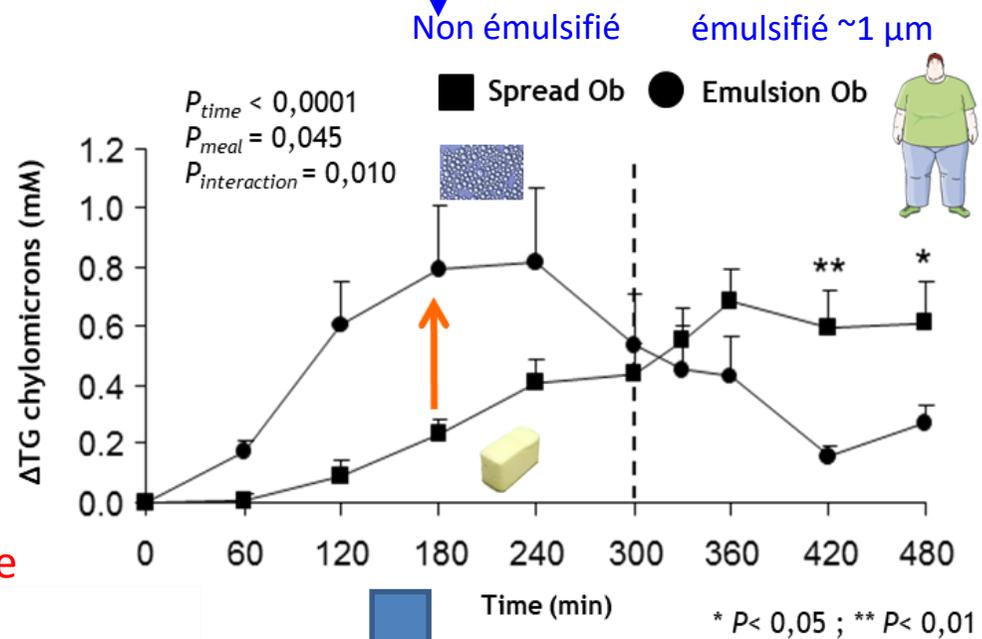
- Modification cinétique hydrolyse gastrique **GL & pepsine**

In vitro / *in vivo*



(Bourlieu et al., Food Chemistry, 2015)

(Couëdelo et al. Food and Function, 2012)



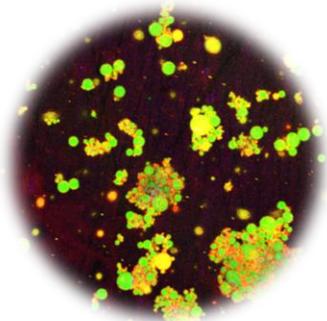
↗ β -oxydation des lipides

(Vors et al., Am J Clin Nutr, 2013)

(Couëdelo et al. Food and Function, 2015)

Résultats phares

Les OB : des assemblages lipoprotéiques naturels d'intérêt pour véhiculer des bioactifs



- Comportement dans différents environnements : Effet pH, force ionique
(Romero-Guzman et al., Food chem, 2020)



- Comportement digestif spécifique
(Gallier et al. Food Funct, 2012; Beisson et al., BBA, 2001; Carrière et al., Am J Physiol, 2001, Kergomard et al., CRFSN, 2021)



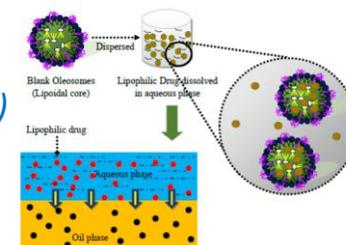
- Stabilité à l'oxydation
(Kergomard et al., Food Chem, 2021; Kapchie et al., Food Chem, 2013; Gray et al., EJLST, 2010)



- Comportement interfacial spécifique / aptitude au séchage
(Kergomard et al., Food Chem, 2021; Maurer et al., J. Phys. D: Appl. Phys, 2016; Zhu et al., LWT, 2022; Ding et al., Food Hydrocolloids, 2019; Ntone et al., Col Surf B, 2019)



- Peuvent être chargés en bioactifs...
(Ashique et al., Recent Patents on Nanotechnology, 2021)



Résultats phares

- OB sont très stables à l'oxydation comparés à des émulsions artificielles

Jus végétal (laboratoire)



HHP

Oléosomes isolés



Natifs

HHP

HHPT

Isolation des oléosomes

Test de stockage: 20 jours, 40°C, 110 rpm

(Kergomard et al., Food Chem, 2021)

Suivi de l'oxydation

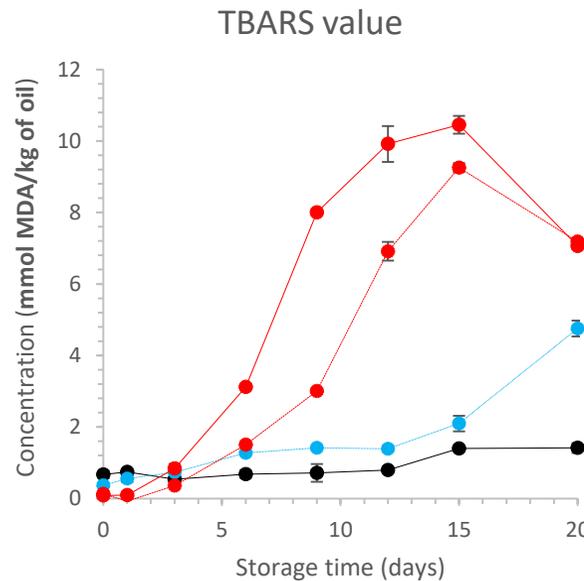
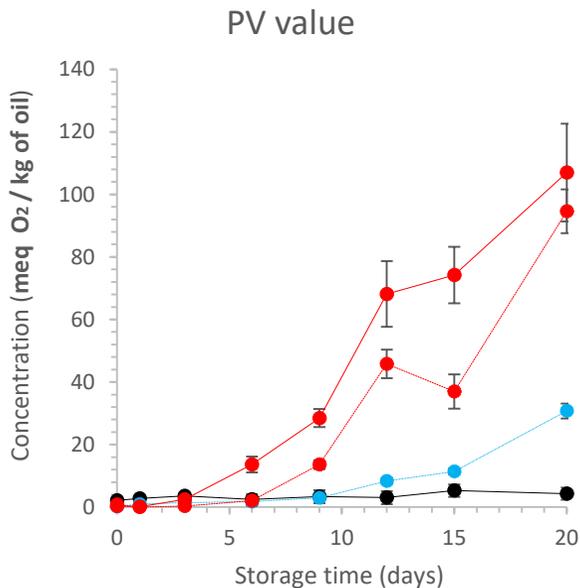
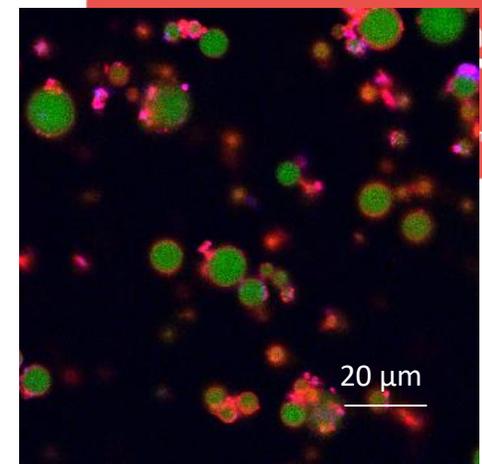
PV
TBARS

Structure

Microscopie confocale
Granulométrie

Résultats phares

OB sont très stables à l'oxydation comparés à des émulsions synthétiques



• Jus : bonne stabilité à l'oxydation sur les 20 jours de test

→ « Effet de matrice »

93 % AGPI, ALA 7,9 % AGT, 410 ppm Vit E +
Composés phénoliques

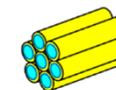
• Oléosomes isolés : Lente évolution composés oxydation
→ « Effet d'assemblage et contenu en insaponifiable »

(Kergomard et al., Food Chem, 2021)

—●— Walnuts labmilk —●— Isolated Native OB —●— Isolated HHP OB —●— Isolated HHPT OB

• En accord avec résultats obtenus sur soja et echium

(Kapchie et al., Food Chem, 2013; Gray et al., EJLST, 2010)



Hexagonal (H₂)



Lamellar (L_c, L_α, L_β)

→ phospholipides agissent comme antioxydants et en synergie avec les composés phénoliques dans certaines huiles

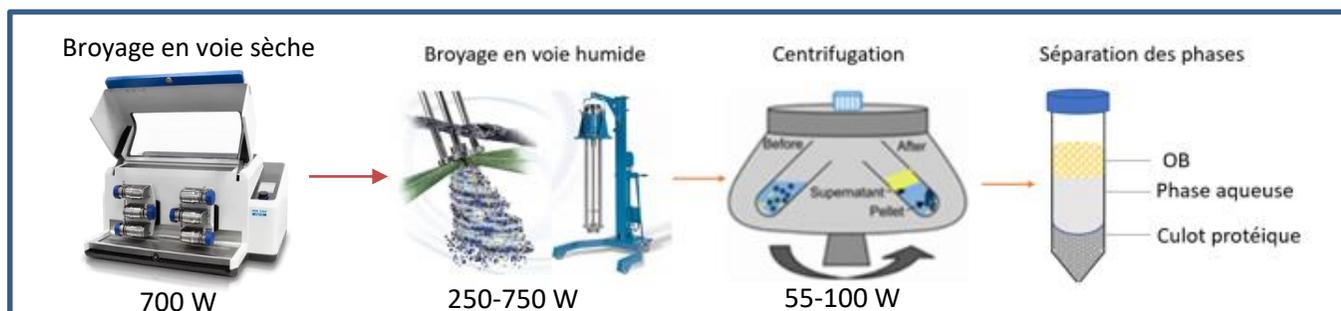
(Jude et al., JAOCS, 2003)

Résultats phares

🔍 Nos savoirs-faire pour isoler ces assemblages

Tournesol classique	Tournesol oléique	Colza	Mélange optimisé de graines
---------------------	-------------------	-------	-----------------------------

VOIE SÈCHE

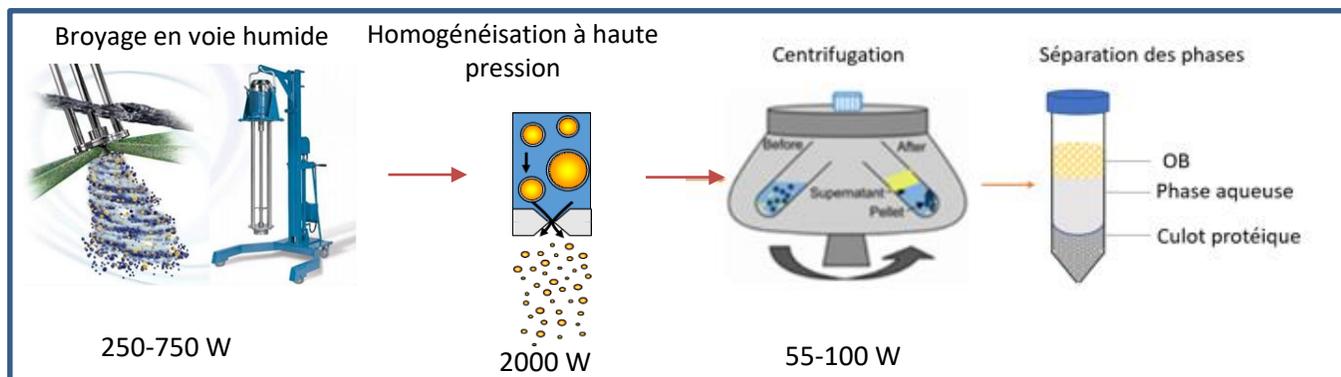


N=2 procédés

Procédé « voie sèche amont »

OU

VOIE HUMIDE



Procédé classique « voie humide »

(Cassen et al., Biomolécule, 2022; Fabre et al., OCL, 2015; Fabre et al., Ind Crops Products, 2015)

Résultats phares

Nos savoirs-faire pour isoler ces assemblages

VOIE SÈCHE

VOIE HUMIDE

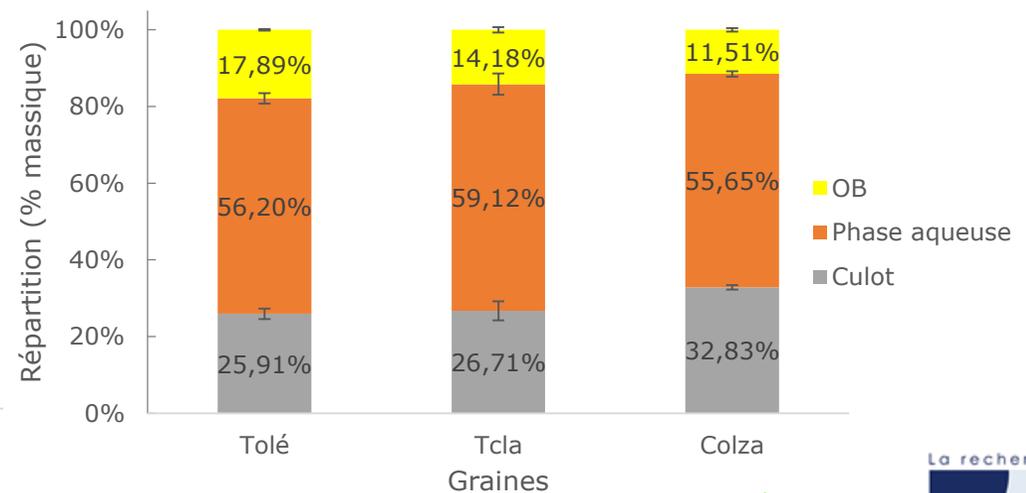


- ✓ Suivi charge microbienne => stabilité
- ✓ Teneur en tocophérol préservée dans OB
- ✓ Profils en acides gras totaux (AGT) préservés dans dispersion d'OB

Répartition phases **VS**



Répartition phases **VH**



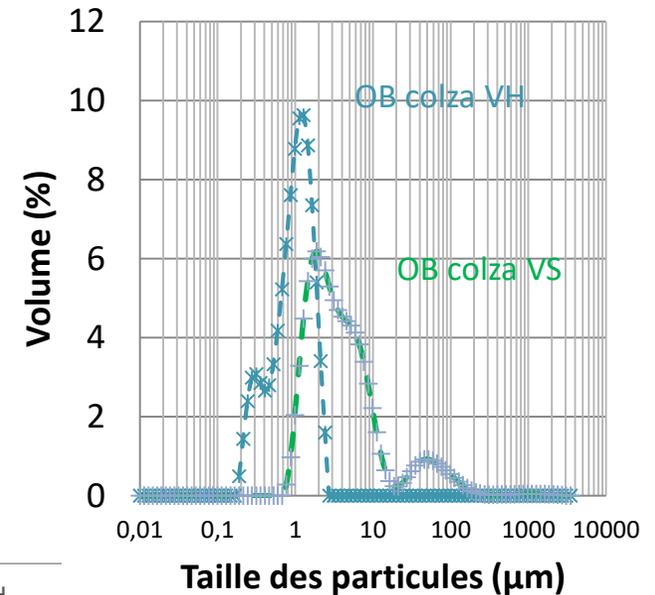
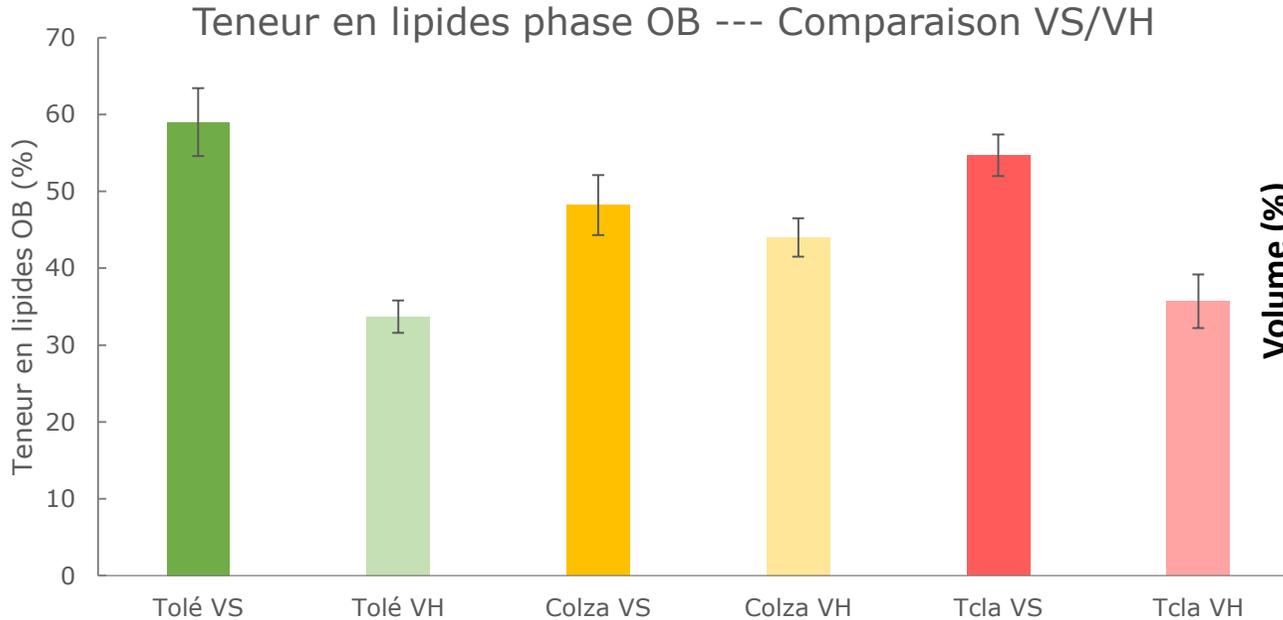
Rendement en différentes phases



- ✓ Effet voie
- ✓ Effet matrice

Résultats phares

Nos savoirs-faire pour isoler ces assemblages



- Caractérisation fine phase OB (préservation profil en acides gras sous forme TAG, teneur en vitamine E, morphologie des gouttelettes)
- Crèmes d'OB plus concentrées en lipides obtenues dans VS – Loi de stockes

VOIE SÈCHE

VOIE HUMIDE



Quantité de lipides
graines recup ds
Phase OB (%)

51,4 ± 4,1

47,9 ± 10,9

61,5 ± 3,8

49,7 ± 3,2

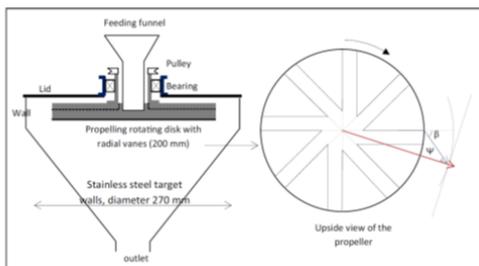
59,3 ± 8,9

59,5 ± 5,0

- 47-65 % lipides récupérés phase OB

Résultats phares

🔍 Nos savoirs-faire pour mieux co-valoriser les autres fractions



Décortiqueur à impact

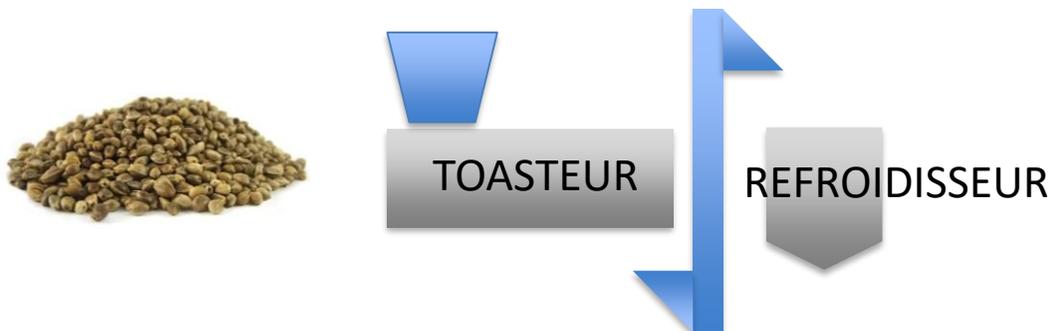


Décortiqueur par abrasion



Réacteur tubulaire à ultrasons en mode batch avec circulation du milieu

- Décorticage / démucilagination : ↘ charge microbienne, ↘ fibres et composés phénoliques
 (Assatory et al, TFST, 2019; Carré et al., OCL 2016; Fabre et al., 2015 Indus Crops Products ; Fabre et al., 2015. OCL; Fabre et al., 2020 Indus Crops Products)

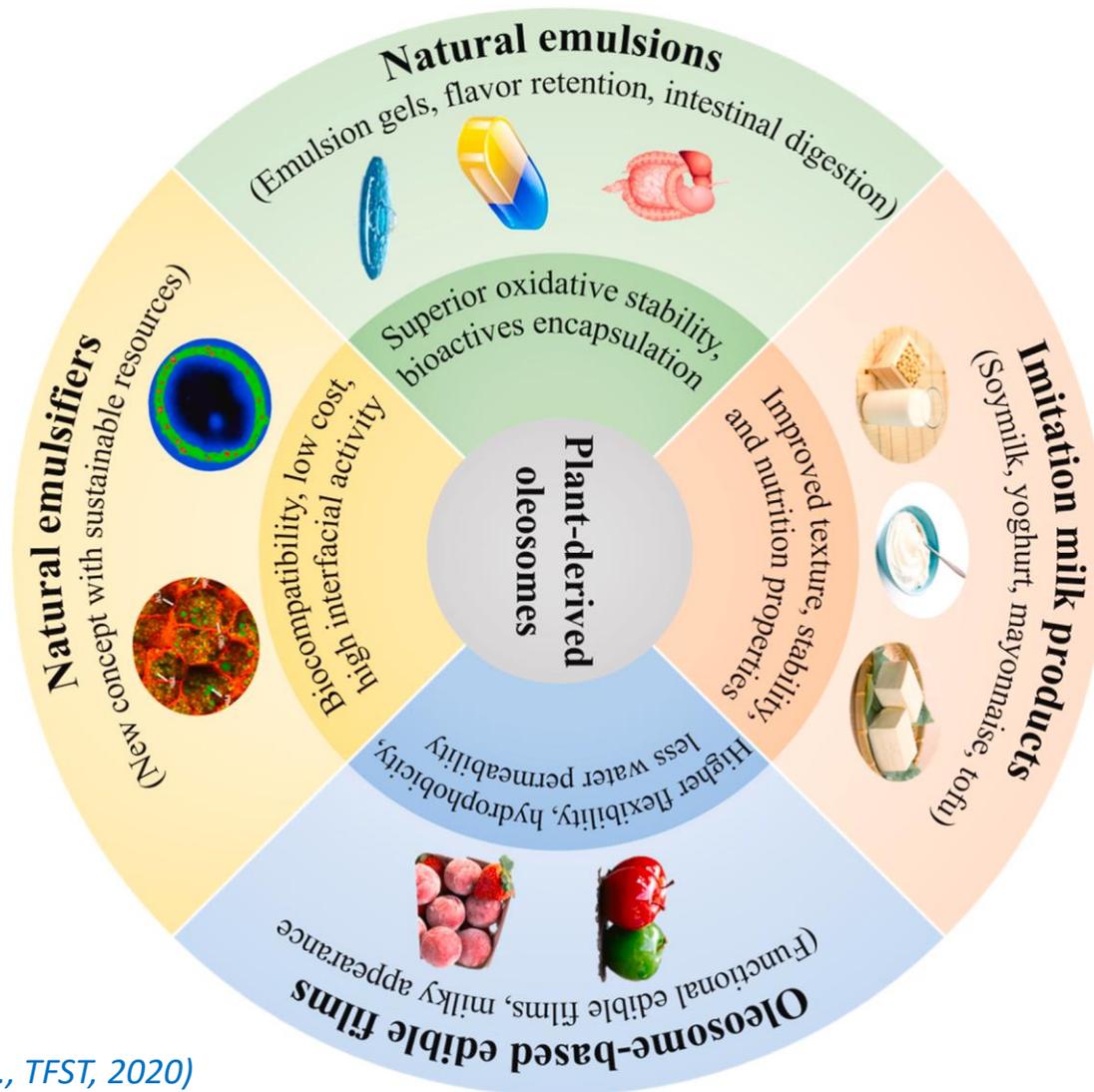


- Traitement thermique amont : ↘ lipases, LOX; ↘ facteurs antinutritionnels

- Traitement hydro-thermique/germination : ↗ lipases ; ↘ facteurs antinutritionnels
 (Gupta et al., J Food Sci Technol, 2015; Chouchene et al., JAFC, 2018; Agostini et al., Braz Arch Biol Technol, 2010)

Perspectives d'innovations

Champs d'investigations vecteurs d'innovations



Perspectives d'innovations

🔍 Champs d'investigations vecteurs d'innovations

- Associations d'OB / base de données sur nouvelles formulations incluant OB : en optimisant profil nutritionnel => variations du comportement physico-chimique
 - en mélange avec crème laitière
 - nouvelles sources : légumineuses, adaptées transition / tropicales...
 - perception sensorielle
- Charge en bioactifs lipidiques DHA/ARA - oléogels
- Suite d'OBEINN : aptitude au séchage, bio-accessibilité acides gras et protéines
- Analyse de cycle de vie nouveaux procédés intégrés : Utilisation de la plateforme MEANS puis utilisation de SIMAPRO :
 - Comparaison ACV huile versus crème d'OB
 - Appui C. Penicaud (SayFOOD, expertise en ACV environnementale et intégration nutrition dans l'ACV)



• à court terme : nouvelles entreprises (pâtes et crèmes végétales) ↗ et BDD fonctionnalités OB et leur processabilité.

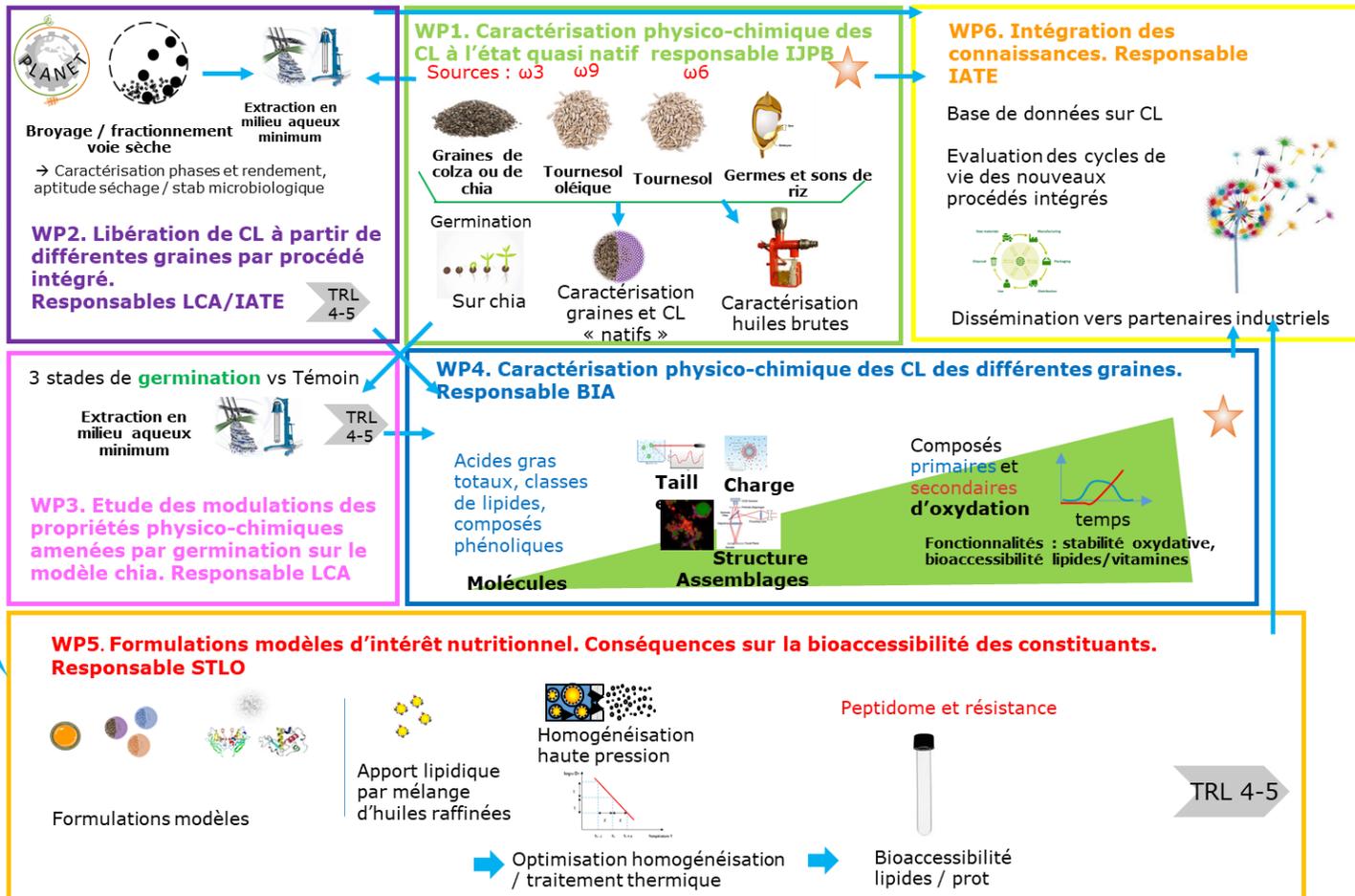
• à moyen terme : Possibilités d'associer OB laitiers et végétaux).

• à long terme : réflexion globale prospective filière des oléoprotéagineux.

What next ?



Poursuite OBEINN



- Et possibilité de collaborations (projet ou thèse CIFRE)

MERCI POUR VOTRE ATTENTION