



**HAL**  
open science

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

Claire Bourlieu-Lacanal, Claire Berton-Carabin, Thierry Chardot, Amélie Deglaire,  
Romain Valentin

### ► **To cite this version:**

Claire Bourlieu-Lacanal, Claire Berton-Carabin, Thierry Chardot, Amélie Deglaire, Romain Valentin. Les corps lipidiques pour l'innovation produit, nos savoir-faire et solutions. Journée de rencontre entreprises/chercheurs QUALIMENT : La durabilité de l'usine agro-alimentaire à l'assiette., CARNOT QUALIMENT, Oct 2023, Paris, France. <hal-04825896>

**HAL Id: hal-04825896**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04825896v1>**

Submitted on 8 Dec 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

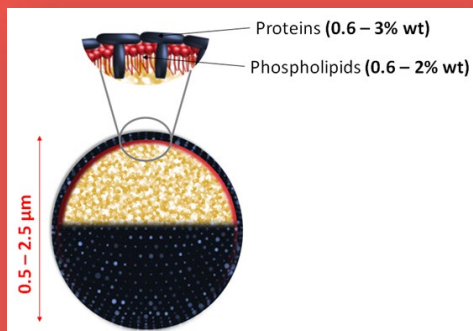
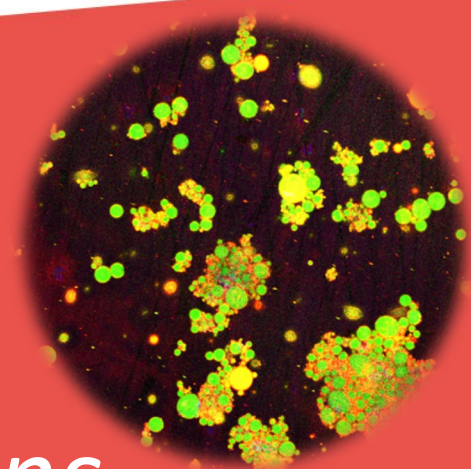


HAL Authorization

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

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

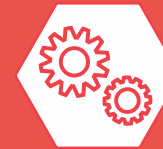
Claire Berton-Carabin (BIA, Nantes), Thierry Chardot (IJPB, Versailles), Amélie Deglaire (STLO, Rennes), Romain Valentin (LCA, Toulouse)



Qualité sensorielle



Technologies et procédés



Technologies et procédés



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

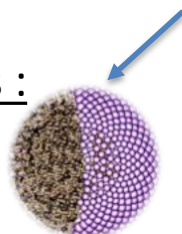
Sources AGPI : ω3, 6, 9

### 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)

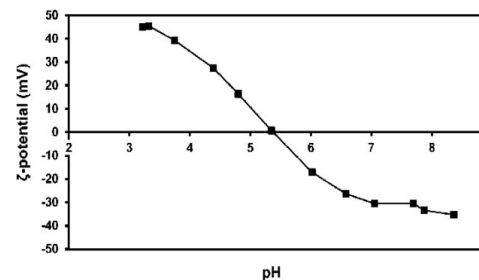
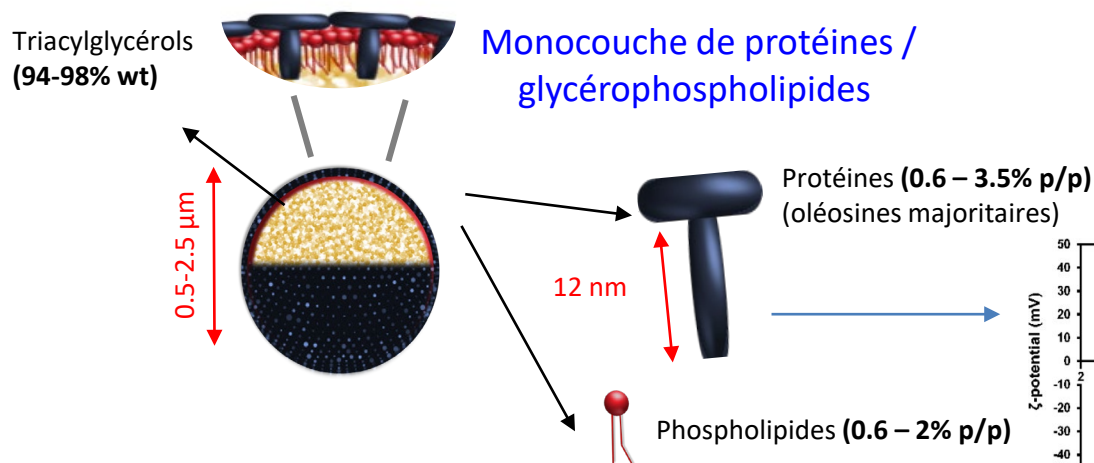
Tourteaux / co-produits  
 peu valorisables

- 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)

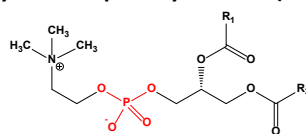


Dépendance du potentiel zéta d'oléosine de germe de maïs au pH

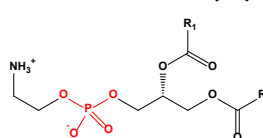
(Nikiforidis et al., *Soft Matter*, 2013)

## Oléosomes / Corps lipidiques (OB)

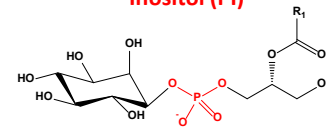
GlyceroPhosphatidyl-Choline (PC)



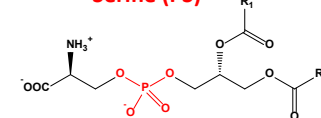
Ethanolamine (PE)



Inositol (PI)



Sérine (PS)



Charge nette résiduelle négative à pH 7 et FI physiologique

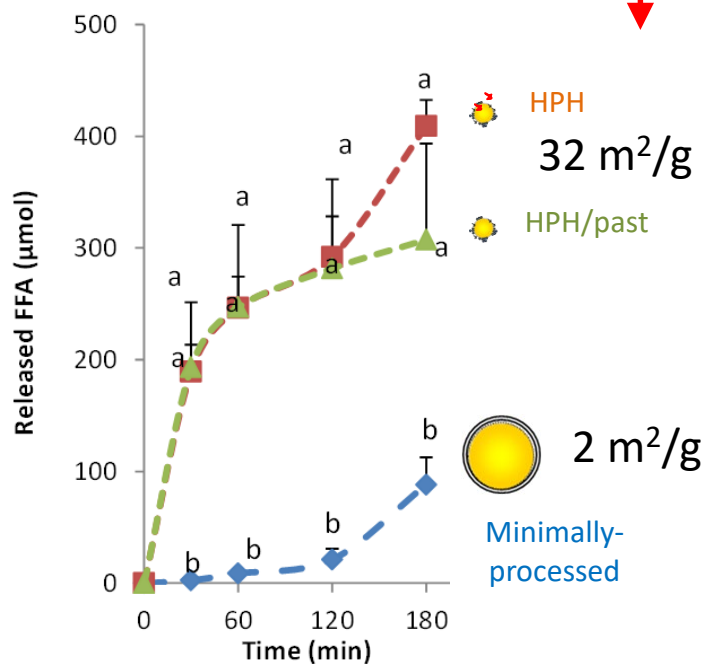
	Tournesol	Soja	Colza	Lin	Moutarde	Coton	Mais	Arachide	Sésame
PC	79	57.1	59.9	57.2	53.1	58.9	64.1	61.6	41.2
PE	13	13.5	5.9	2.8	15.5	4.6	8.1	5.0	15.8
PI	8	15.6	14.0	6.9	13.1	18.1	7.6	8.4	20.9
PG	(-)	3.4	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
PS	(-)	(-)	20.2	33.1	18.3	18.7	20.2	25.0	22.1

# Etat de l'art

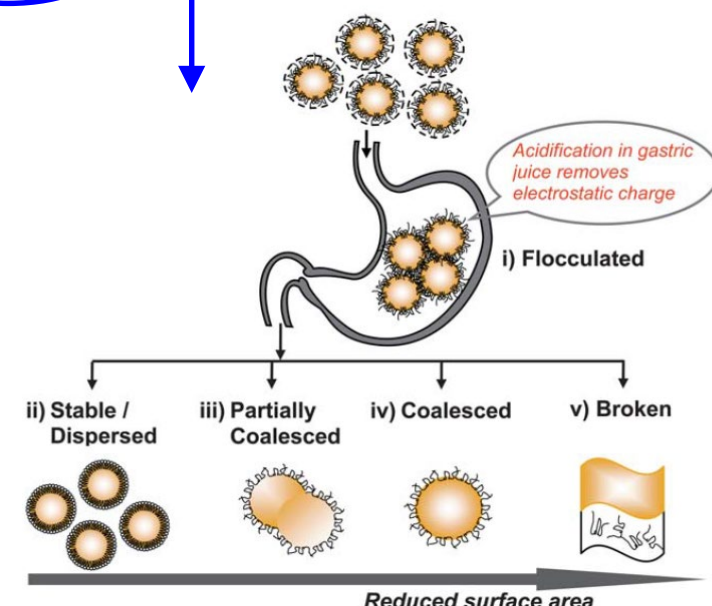
La microstructure des émulsions influence la bioaccessibilité des macro et micro-nutriments



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



*In vitro* / *in vivo*



(Golding et al., Soft Matter, 2011)

(Bourlieu et al., Food Chemistry, 2015)

# Etat de l'art

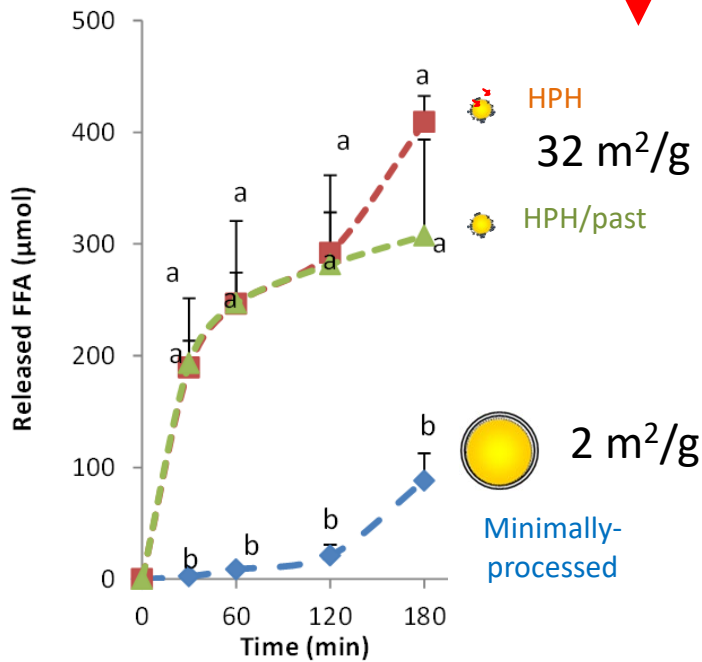
La microstructure des émulsions influence la bioaccessibilité des macro et micro-nutriments



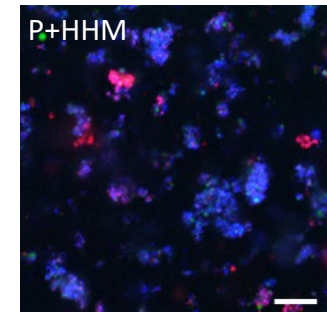
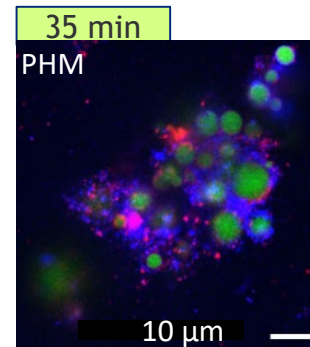
*in vivo*

*In vitro*

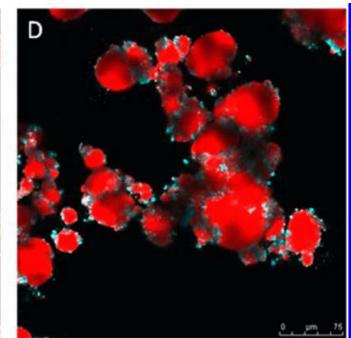
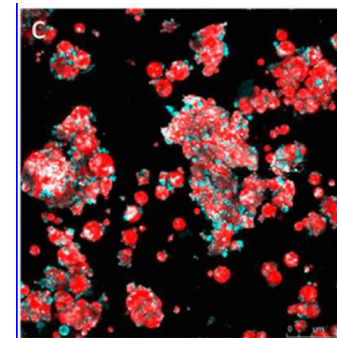
- Modification cinétique hydrolyse gastrique **GL & pepsine**



(Bourlieu et al., Food Chemistry, 2015)



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



(Gallier et al., JAF, 2013)

# Etat de l'art

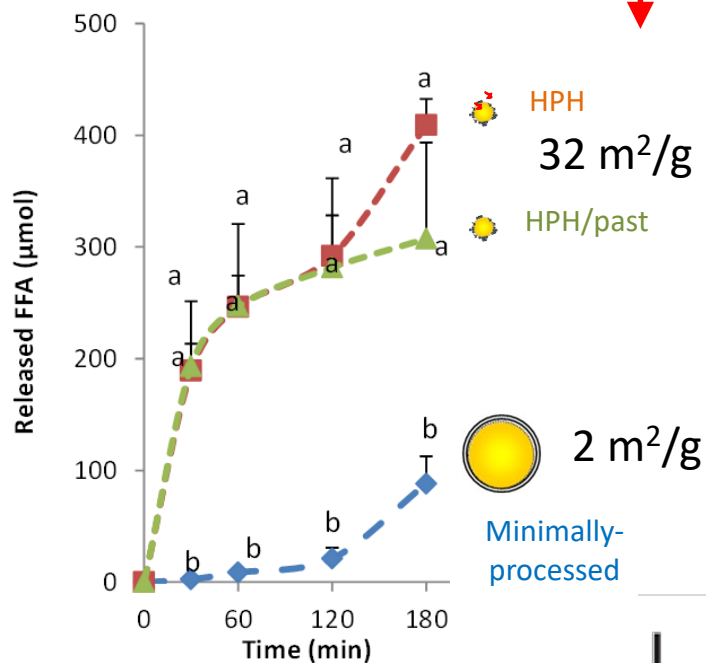


La microstructure des émulsions influence la bioaccessibilité des macro et micro-nutriments

*In vitro*

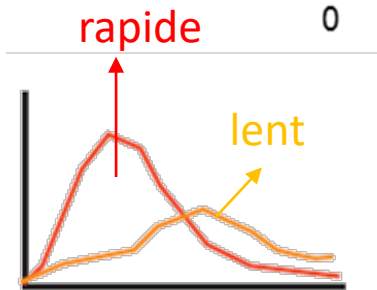
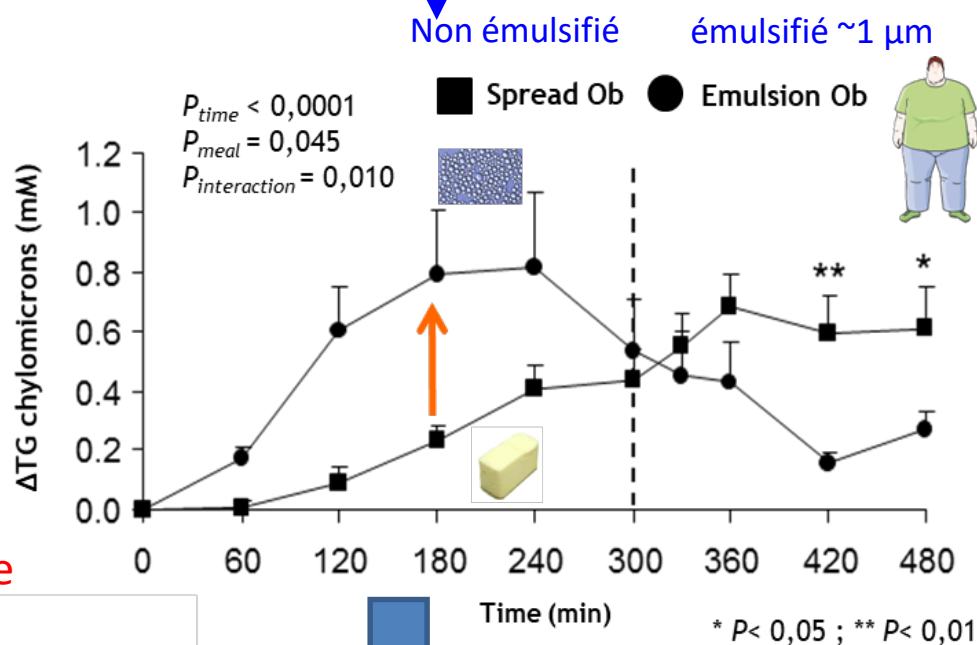
*in vivo*

Modification cinétique hydrolyse gastrique **GL & pepsine**



(Bourlieu et al., Food Chemistry, 2015)

(Couëdelo et al. Food and Function, 2012)



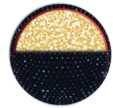
↗ β-oxydation des lipides

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

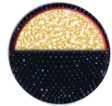
(Couëdelo et al. Food and Function, 2015)

# Résultats phares

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



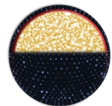
- **Comportement dans différents environnements : Effet pH, force ionique**  
*(Romero-Guzman et al., Food chem, 2020)*



- **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)*



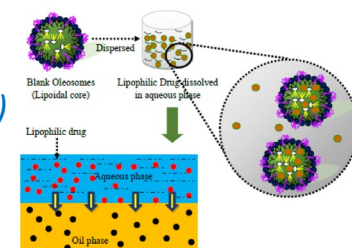
- **Stabilité à l'oxydation**  
*(Kergomard et al., Food Chem, 2021; Kapchie et al., Food Chem, 2013; Gray et al., EJLST, 2010)*



- **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

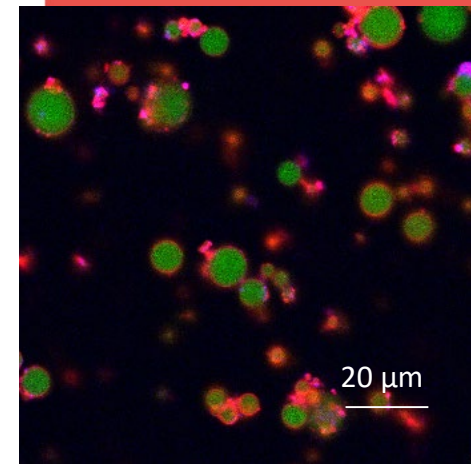
**Structure**

Microscopie confocale

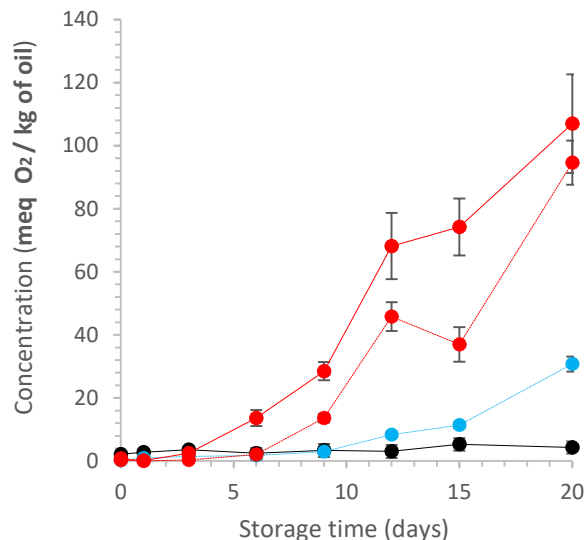
Granulométrie

# Résultats phares

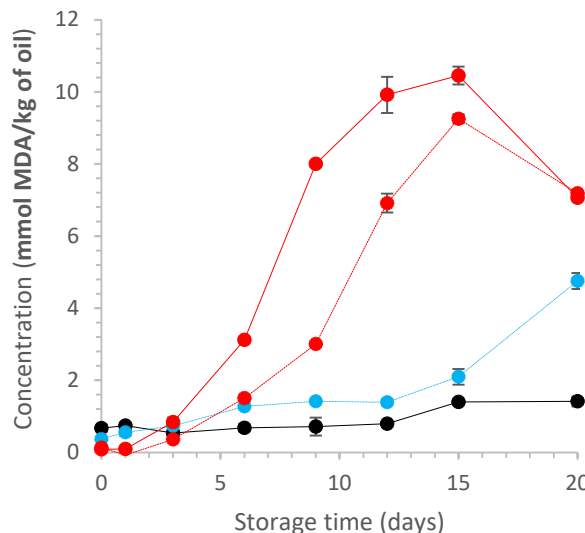
OB sont très stables à l'oxydation comparés à des émulsions synthétiques



PV value



TBARS value



• 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)

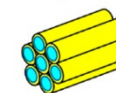
● Walnuts labmilk ● Isolated Native OB ● Isolated HHP OB ● Isolated HHPT OB

• En accord avec résultats obtenus sur soja et echium

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

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

(Jude et al., JAOCS, 2003)



Hexagonal (H<sub>2</sub>)



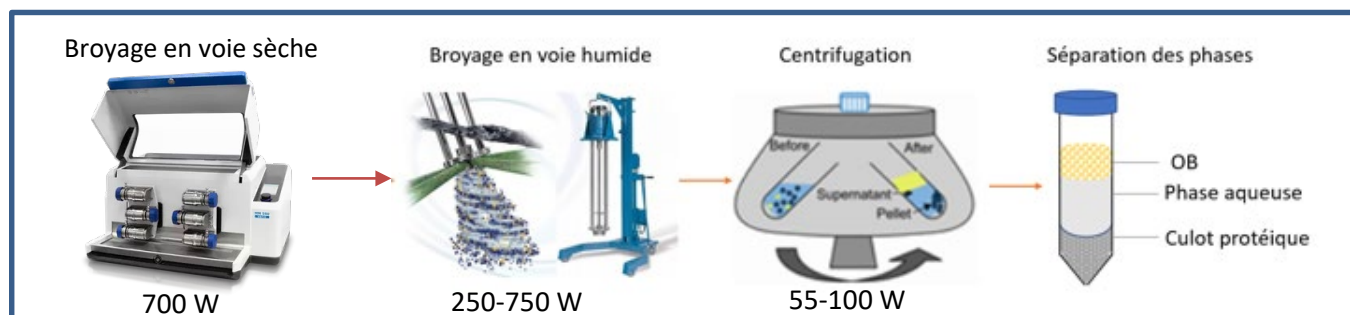
Lamellar (Lc, Lα, Lβ)

# Résultats phares

🔍 Nos savoirs-faire pour isoler ces assemblages

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

## VOIE SÈCHE

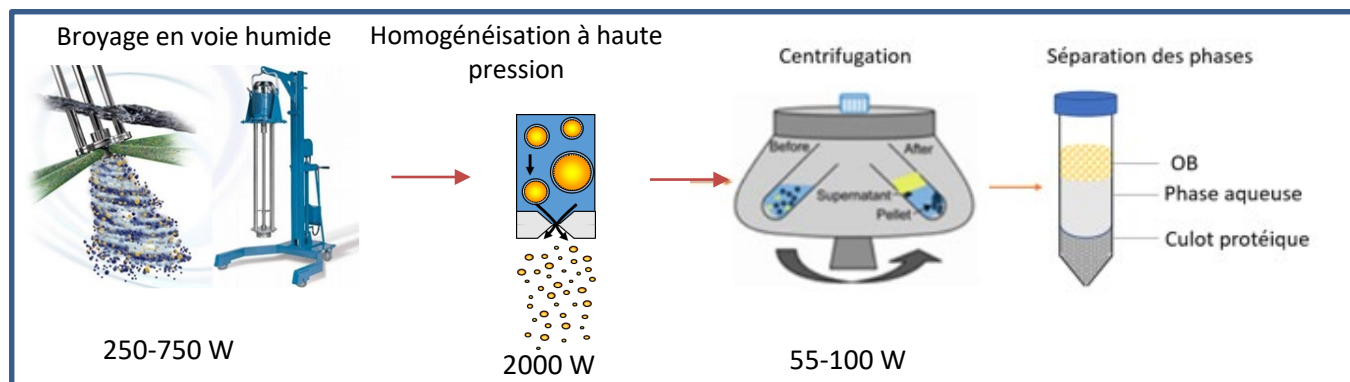


N=2 procédés

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

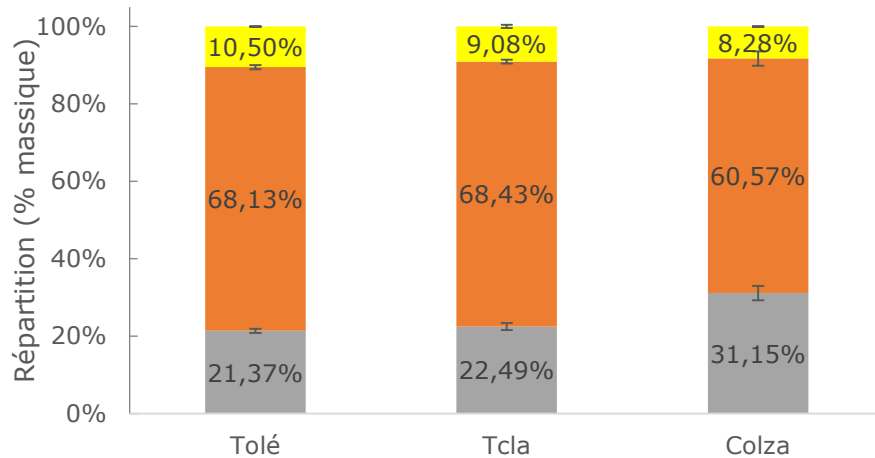
**VOIE SÈCHE**



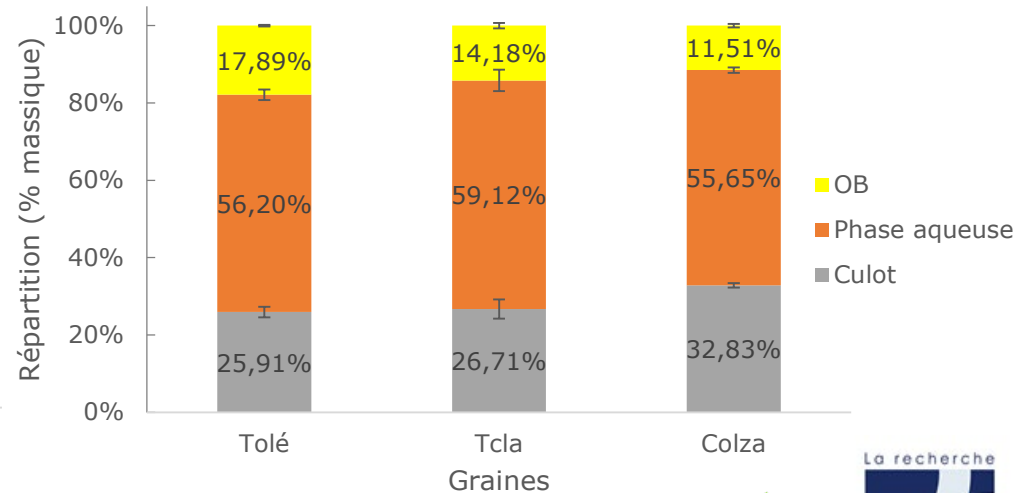
**VOIE HUMIDE**

- ✓ 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

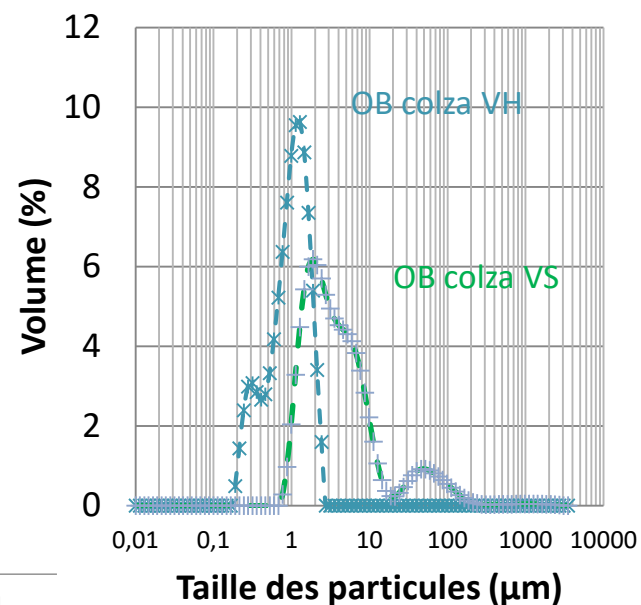
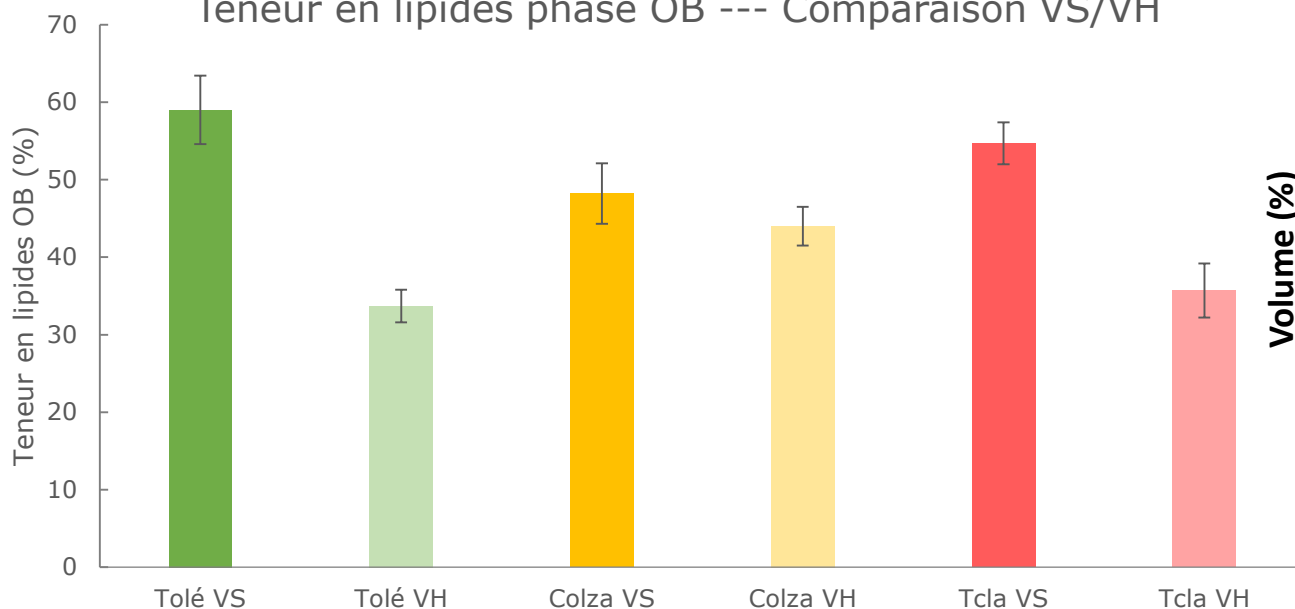


- ✓ Effet voie
- ✓ Effet matrice

# Résultats phares

## Nos savoirs-faire pour isoler ces assemblages

Teneur en lipides phase OB --- Comparaison VS/VH



- 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 stocks

**VOIE SÈCHE**

**VOIE HUMIDE**



**Quantité de lipides  
graines recup ds  
Phase OB (%)**

**51,4 ± 4,1**

**49,7 ± 3,2**

**47,9 ± 10,9**

**59,3 ± 8,9**

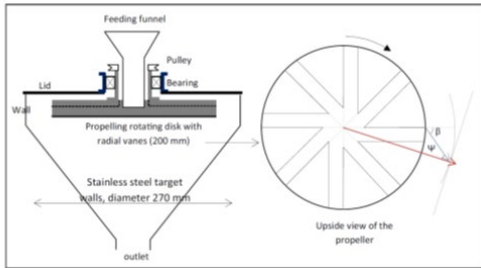
**61,5 ± 3,8**

**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

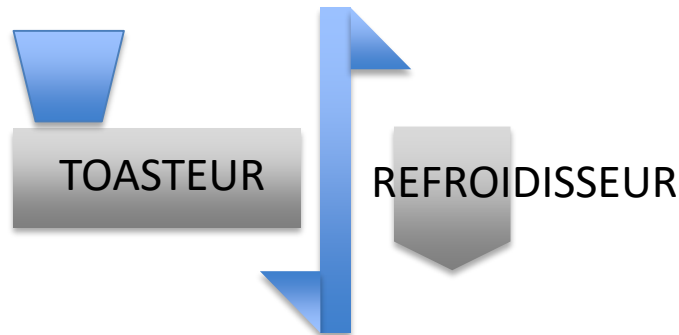


Décortiqueur par abrasion



Réacteur tubulaire à ultrasons en mode batch avec circulation du milieu

- Décortiquage / 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 )

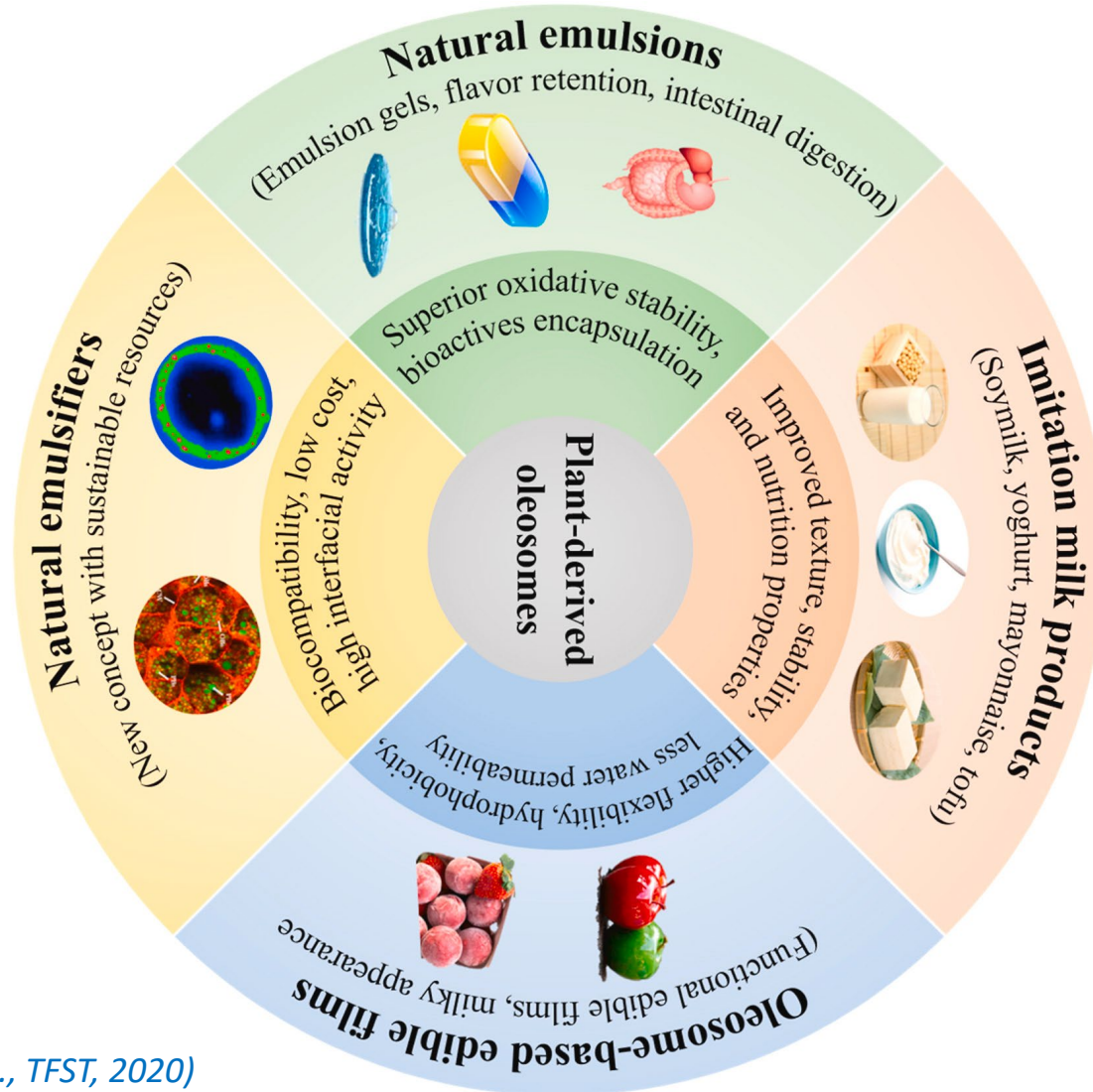


- Traitement thermique amont : ↘ lipases, LOX; ↘ facteurs antinutritionnels

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

# Perspectives d'innovations

## Champs d'investigations vecteurs d'innovations



(Abdullah et al., TFST, 2020)



# 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.

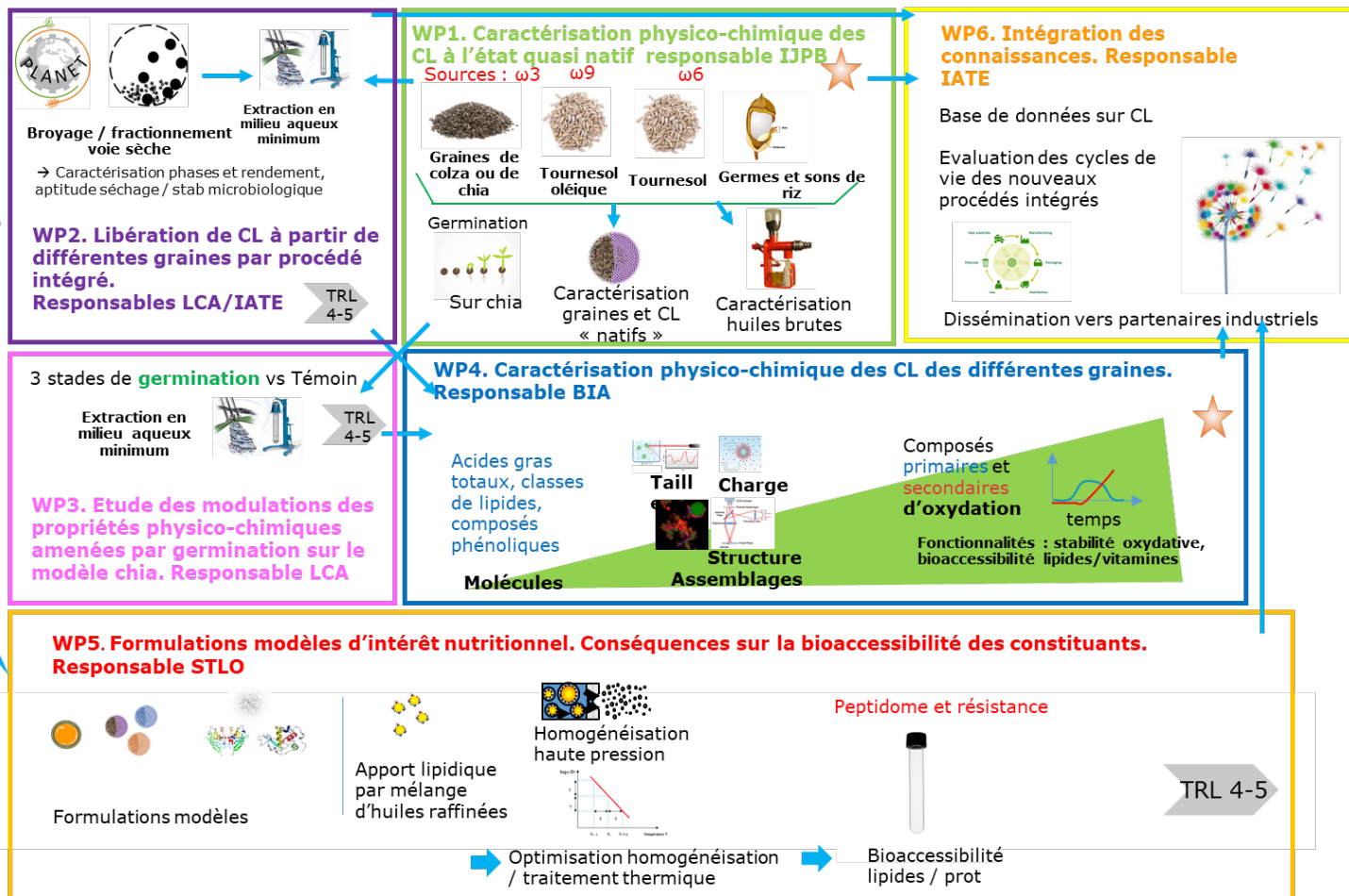
• à moyen terme : Possibilités d'associer OB laitiers et végétaux.

• 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