



LIMITATIONS PHYSIQUES INDUITES PAR UN MILIEU À BASE DE SON DE BLÉ POUR LA PRODUCTION DE BIOPESTICIDES PAR *BACILLUS THURINGIENSIS SEROVAR KURSTAKI*

Rita BARSSOUM¹, Karim CHALBI¹, Rayan NASSEREDINNE², César ACEVES-LARA¹, Julien GESCUT³, Mireille KALLASSY-AWAD², Luc FILLAUDEAU¹

¹TBI, France, ²USJ, Liban and ³TWB, France

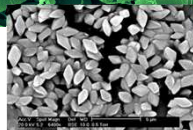
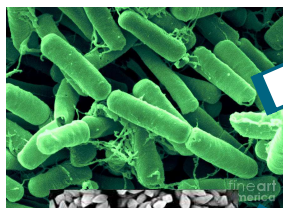


www.toulouse-biotechnology-institute.fr

1. Production de biopesticides: Comment? Pourquoi?



Btk



Btk LIP and BLB1

PROTECTION



Végétaux:
Agrumes

BIOPESTICIDE



Parasites:
Insectes

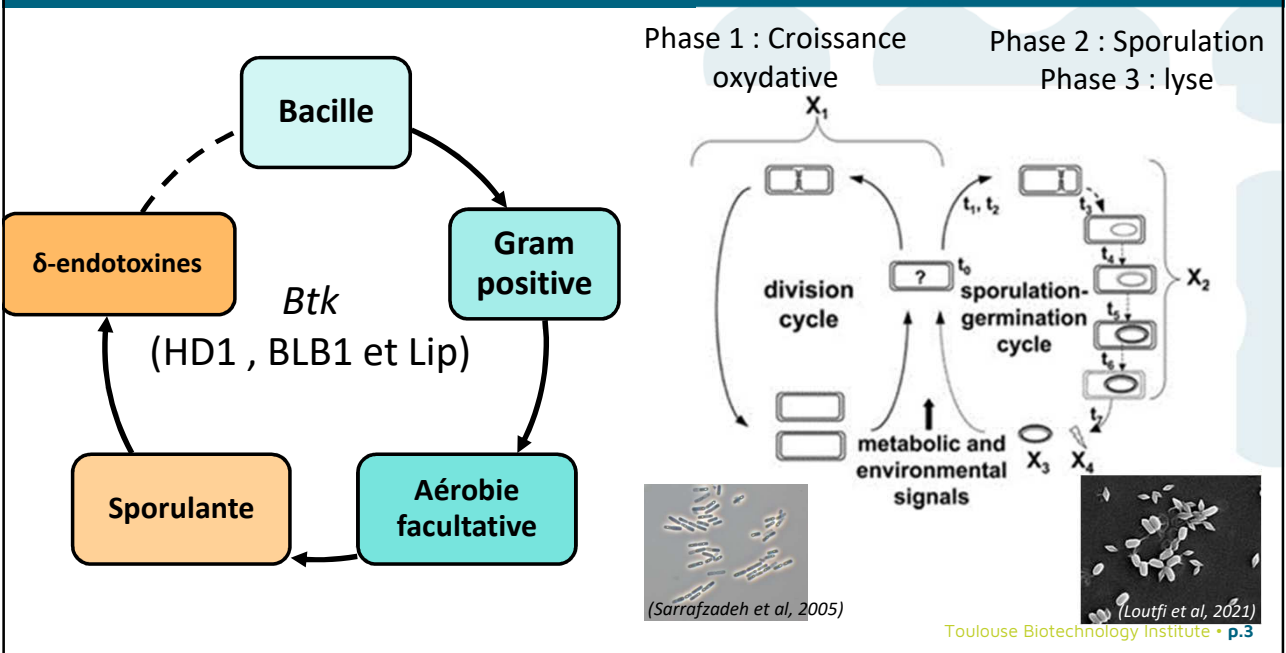
RAVAGEURS

Phyllocnistis citrella & *Prays citri* Institute • p.2



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation program under Grant Agreement No 734921.

1. *Bacillus thuringiensis var kurstaki* (Btk)



1. Son de blé : un substrat carboné pertinent?

Faible coût
Nutrition humaine
Rendement et productivité
 (Rahbani et al, 2015)

Satisfait les besoins nutritionnels de Btk
 (Onipe et al, 2015)

Ca Mg Se
 Mo Na Cu Fe
 Cr Si Mn Co Zn

Toulouse Biotechnology Institute • p.4

Contexte & objectifs

Production d'endotoxine par Btk dans un milieu à base de son de blé

Comparaison des bioperformances en fonction du milieu de culture (WB, SSM)

(Mounsef et al. 2014)

Impact de la granulométrie

Tamisage du son de blé puis culture en flask et recherche de conditions optimales

→ [WB]=73.6 gmh/L, pH7, 248 rpm, Tp=30°C

(Abboud et al. 2017)

Identification des limitations nutritionnelles

Analyse biochimique du son de blé : amidon, protéines, azote total, composition élémentaire...

Fraction fermentescible et limitation nutritionnelle

(MSc Al Kassis 2020,
MSc Barssoum 2021
MSc Nasserinne 2021)

Exploration des limitations physiques du bioprocédé

granulométrie, rhéométrie, Décantation, WRC,...
... et changement d'échelle.

(Barssoum et al, 2022)



Etude des **limitations physiques** générées par le milieu :

(i) lors des phases « clés » du bioprocédé (croissance oxydative, sporulation, lyse)

(ii) pour la **modélisation** (CFD, bioréaction) du bioprocédé et le **changement d'échelle**.

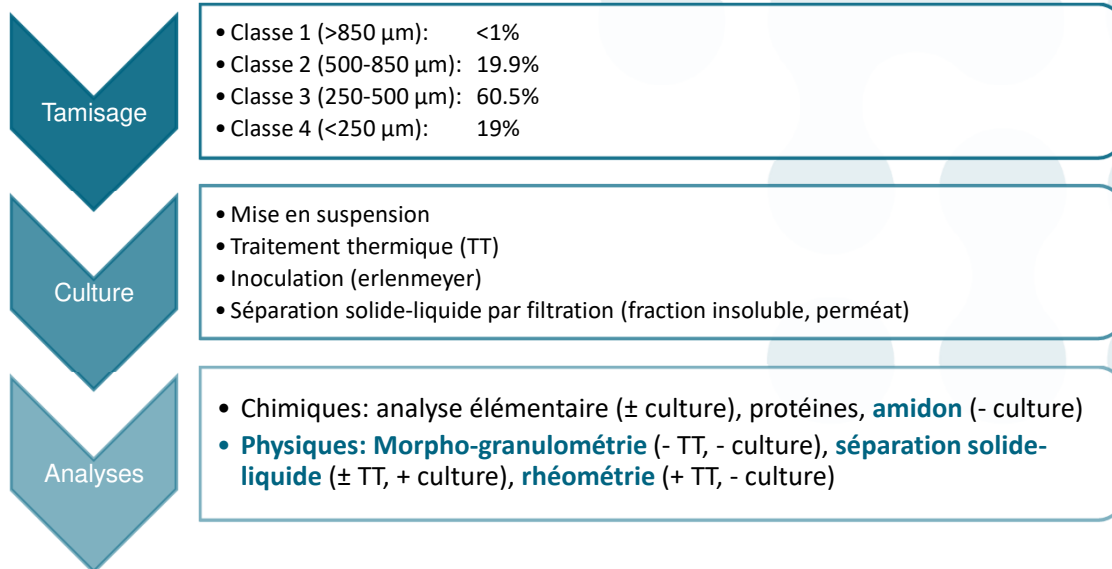
→ Paramètres : morpho-granulométrie, rhéométrie et séparation solide-liquide

Toulouse Biotechnology Institute • p.5

2

Stratégie de travail

2. Itinéraire technologique du substrat (son de blé)



Toulouse Biotechnology Institute • p.7

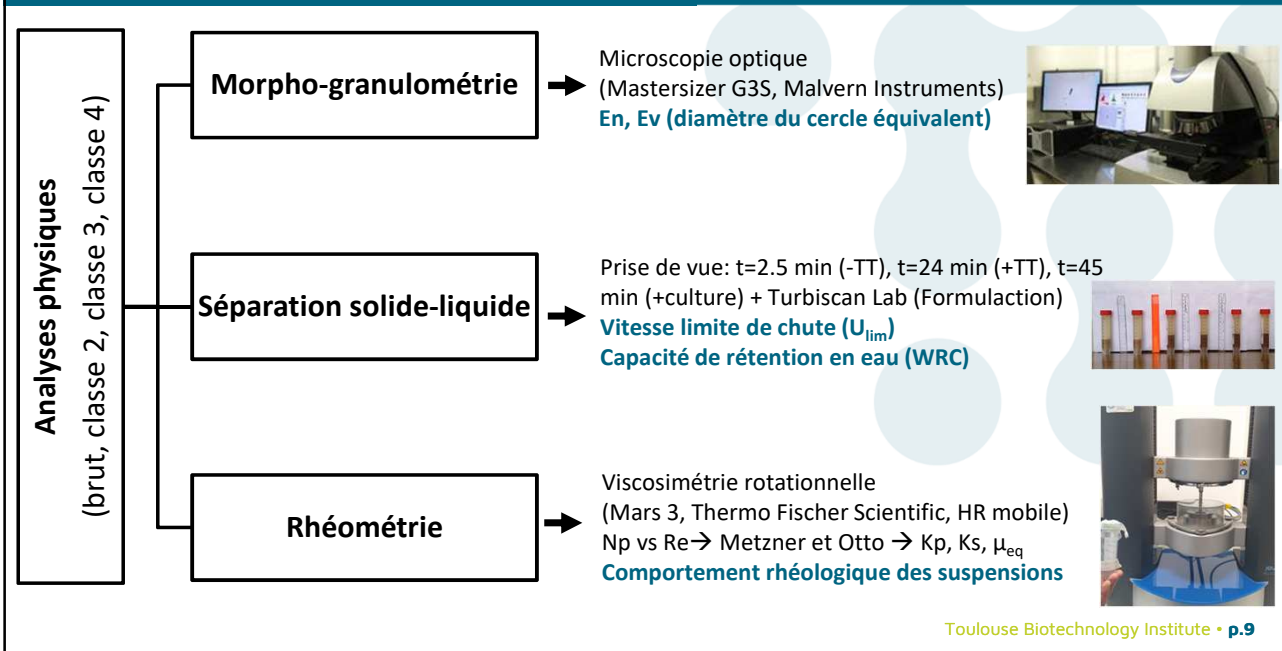
2. Caractérisation (bio)chimique du son de blé

Classe	Diamètre (μm)	Amidon (g/g MS)	Protéines (N organique Kjeldahl) (g protéines /g MS)	Composition élémentaire (%m/m)				
				C	H	O	N	Cendres
2	500-850	0.173 (± 0.35)	0.145 (± 0.012)	44.21 (± 0.19)	6.50 (± 0.12)	35.62 (± 0.45)	2.60 (± 0.23)	3.70 (± 0.12)
3	250-500	0.144 (± 1.35)	0.127 (± 0.014)	45.34 (± 0.08)	6.46 (± 0.04)	37.89 (± 0.44)	2.48 (± 0.04)	4.28 (± 0.12)
4	<250	0.347 (± 0.47)	0.155 (± 0.016)	42.40 (± 0.04)	6.61 (± 0.12)	34.60 (± 0.37)	2.61 (± 0.24)	3.23 (± 0.12)

- **Protéines & composition élémentaire: indépendants de la granulométrie**
 - Teneur en **amidon** \searrow quand la **taille des particules** \nearrow

Toulouse Biotechnology Institute • p.8

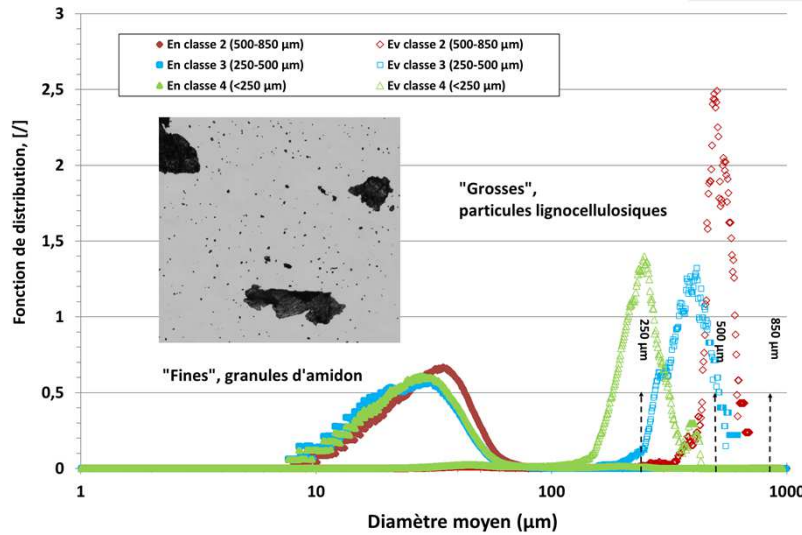
2. Caractérisation physique du son de blé



3

Résultats & Discussion

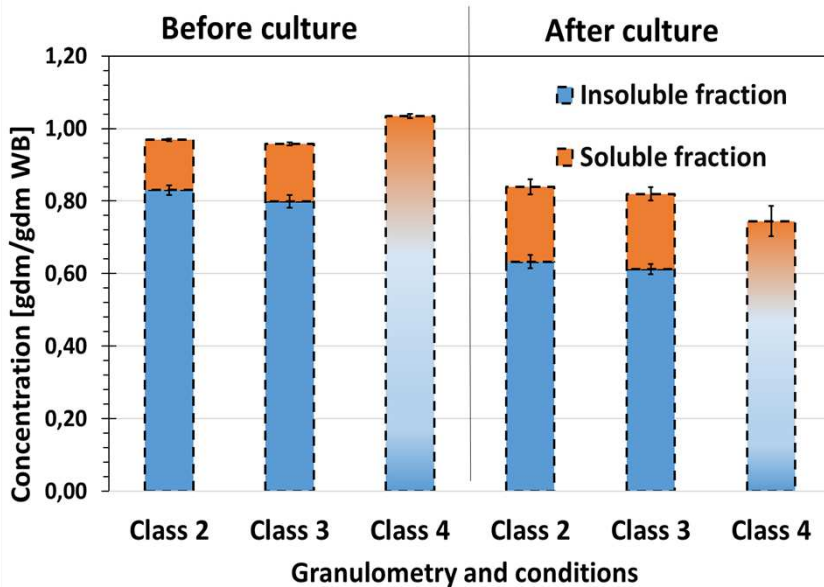
3. Morpho-granulométrie des particules



- **Distribution :**
 En(dce) → population de fines
 Ev(dce) → tamisage sur les grosses
- **Deux populations:** « fines » de forme **ovoïde** et « Coarse » de forme **anguleuse** (trait. Méca)
- **Fines** → granules d'**amidon** (attachées aux grosses)
- **Grosses** → particules **lignocellulosiques**
- **Traitement thermique** → granules d'amidon **libérées**

Toulouse Biotechnology Institute • p.11

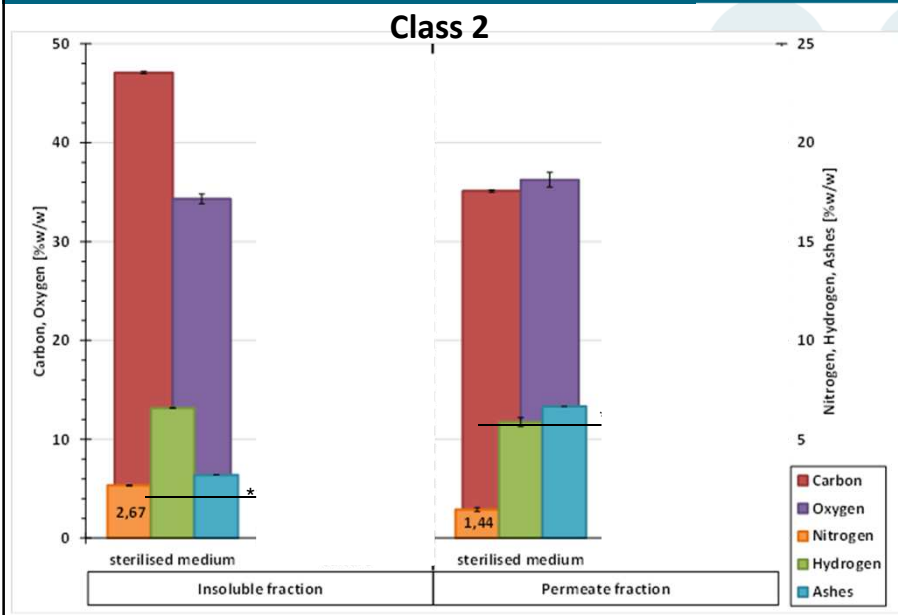
3. Quel impact sur la bioproduction



- **Insoluble fraction** ↗
- **Permeate fraction** ↘
- Fermentable fraction = starch?**
- **Starch (gdm/gdm WB):**
 Class 2: 0.17, class 3: 0.14
 class 4: 0.34
- **Fermentable fraction (gdm/gdm WB):**
 Class 2: 0.32, class 3: 0.36
 class 4: 0.51
- **Lignocellulosic fraction:**
 partial consumption

Toulouse Biotechnology Institute • p.12

3. Existe-t-il une limitation nutritionnelle?



➤ Permeate: biomass production

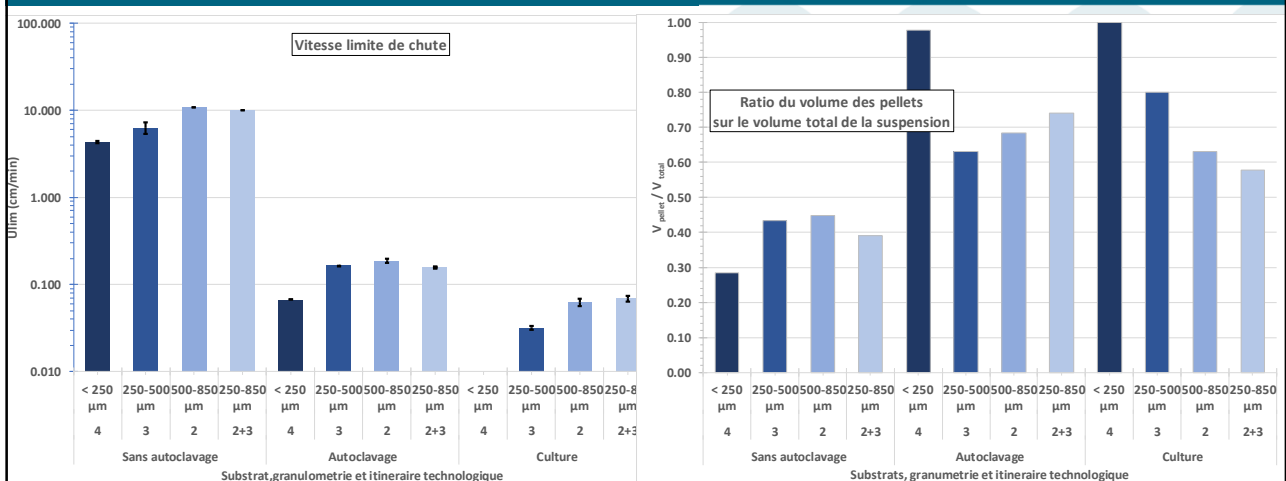
➤ Insoluble fraction: substrate proteins consumption

➤ **N: limiting nutrient**

➤ N disponible ~ 50% N accessible

Toulouse Biotechnology Institute • p.13

3. Séparation solide-liquide (U_{limite} , V_p/V_t)

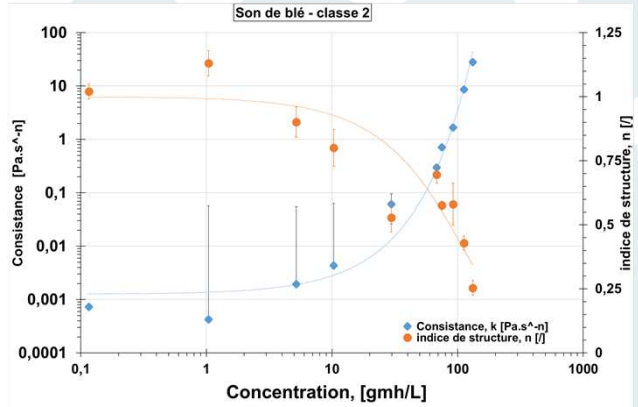
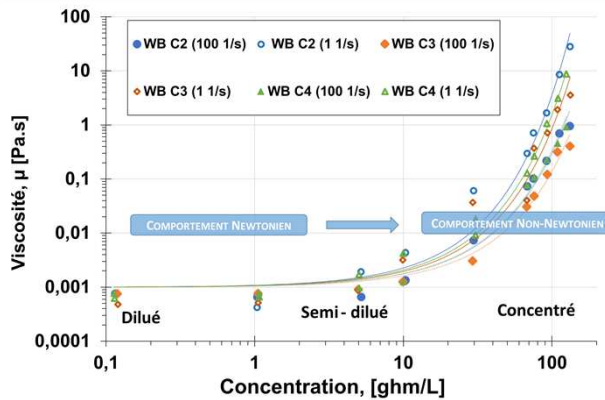


- Granulométrie ↗ → U_{limite} ↗
- Autoclavage → **colloïdes d'amidon** → U_{limite} ↘

- Autoclavage: impact sur V_p/V_t
 classe 4 > classe 3 > classe 2
 → effet du **TT** et de **l'amidon**

Toulouse Biotechnology Institute • p.14

3. Comportement rhéologique des suspensions



- Régime **dilué**: comportement **Newtonien**
- Régime **concentré**: comportement **rhéofluidifiant**
 $\mu_{C12} > \mu_{C13} > \mu_{C14}$
- **Equilibre** effet **amidon**-effet **granulométrie**

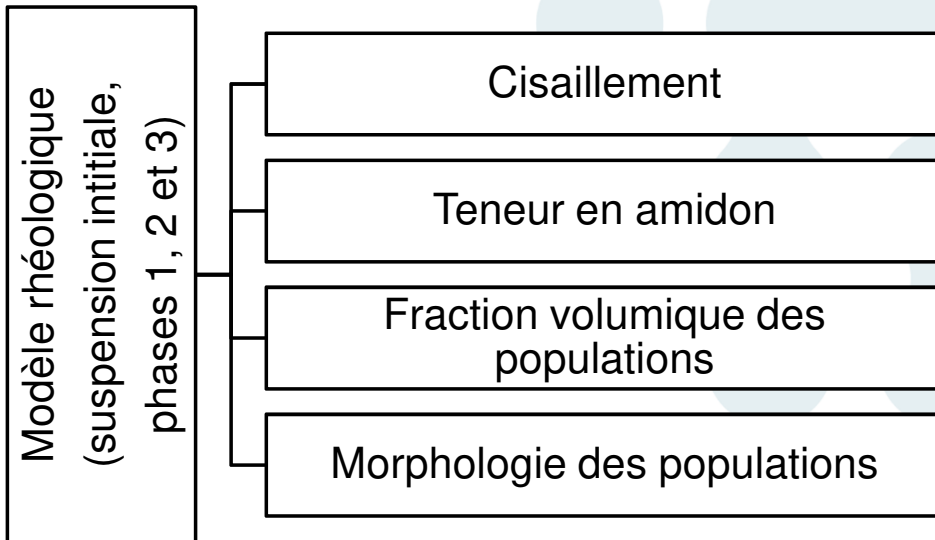
- Concentration $\nearrow \rightarrow K \nearrow$
- Concentration $\searrow \rightarrow n \nearrow$
- Incertitude (méthodologie)

Toulouse Biotechnology Institute • p.15

4

Conclusions & perspectives

De la viscosimétrie vers la modélisation



Toulouse Biotechnology Institute • p.17

Conclusions principales & perspectives

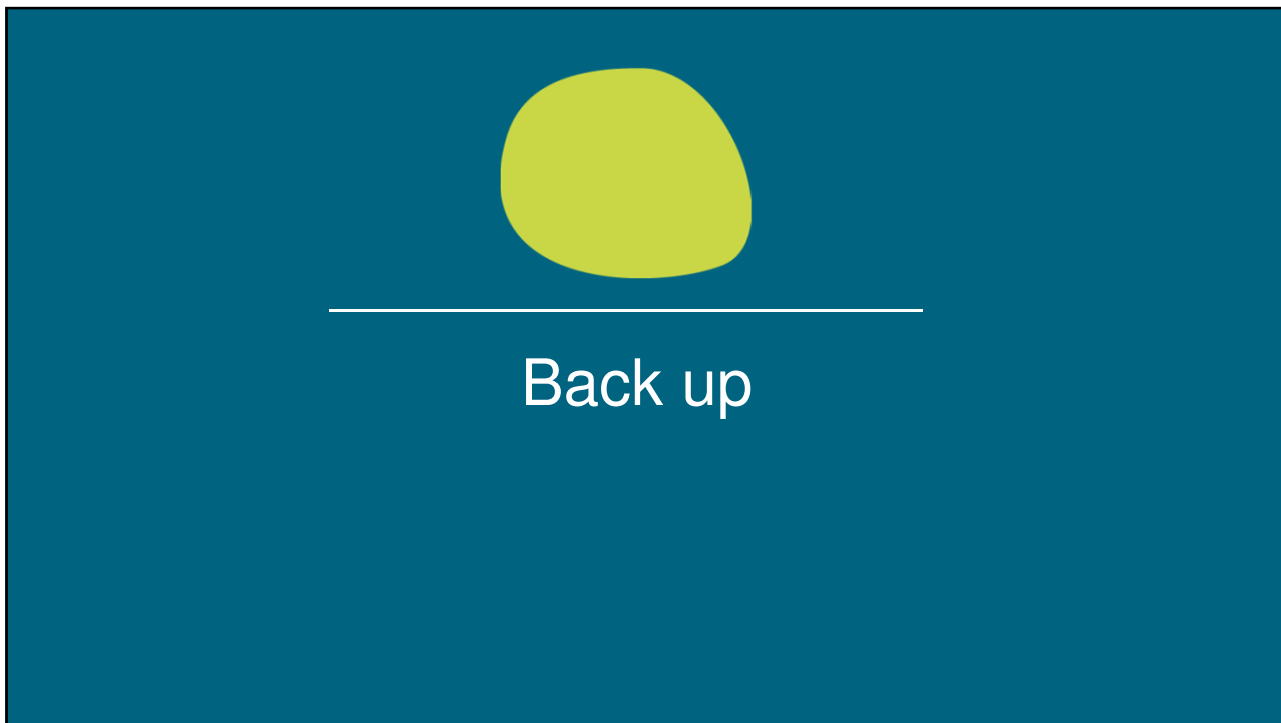
Eléments clés:

- **Caractérisation physique complète** des **suspensions initiales** du **son de blé** (morphologie, rhéométrie, cinétique de décantation)
- Proposition d'un **modèle rhéologique** des suspensions en fonction de **l'amidon** et de **la concentration**

Perspectives:

- Modèle **robuste**: **simulation numérique** des écoulements, **changement d'échelle**
- Etude du **comportement rhéologique** des **suspensions** après **culture**

Toulouse Biotechnology Institute • p.18

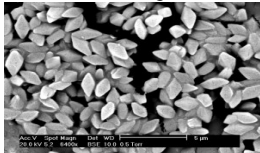


IPM-4-Citrus (MSCA RISE. No. 734921. 2017-2023)

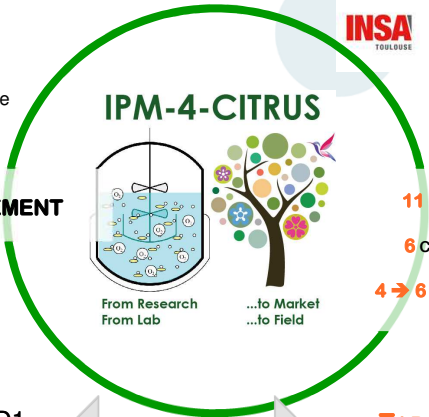
HORIZON 2020 FUNDED
Marie Skłodowska Curie Action
Research & Innovation Staff Exchange

INTEGRATED PEST MANAGEMENT

- ✓ Understanding & sensitising stakeholders about the health risks related to citrus pests
- ✓ Developing an alternative IPM approach
- ✓ based on biological control




HD1
Lip
BLB1



IPM-4-CITRUS


From Research From Lab ...to Market ...to Field

← **CITRUS** →



11 PARTNERS
6 COUNTRIES
4 → 6 YEARS DURATION

TARGETED PESTS:
*insect larvae : **Phyllocnistis citrella** & **Prays citri***



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation program under Grant Agreement No 734921.

Toulouse Biotechnology Institute • p.22