



HAL
open science

Le fractionnement par voie sèche des agroressources : une voie énergétiquement économe pour élaborer de nouvelles formulations de produits céréaliers

Frederic Mabile, Agnès Duri-Bechemilh, Valerie Lullien-Pellerin

► To cite this version:

Frederic Mabile, Agnès Duri-Bechemilh, Valerie Lullien-Pellerin. Le fractionnement par voie sèche des agroressources : une voie énergétiquement économe pour élaborer de nouvelles formulations de produits céréaliers. 17. Convention d'affaires des procédés industriels et services destinés à l'ensemble des acteurs du secteur agroalimentaire - ProFood 2010, Jun 2010, Nantes, France. hal-01604122

HAL Id: hal-01604122

<https://hal.science/hal-01604122>

Submitted on 6 Jun 2020

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Le fractionnement par voie sèche des agroressources : Une voie énergétiquement économe pour élaborer de nouvelles formulations de produits céréaliers

Frédéric Mabile, Agnès Duri, Valérie Lullien-Pellerin

Mabile@supagro.inra.fr



UMR 1208 Ingénierie des Agropolymères et Technologies Emergentes



**Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
Bilan énergétique d'une opération de broyage.
Approche multi échelle de la cohésion.
Apport de la simulation numérique.
Conclusions**

Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.

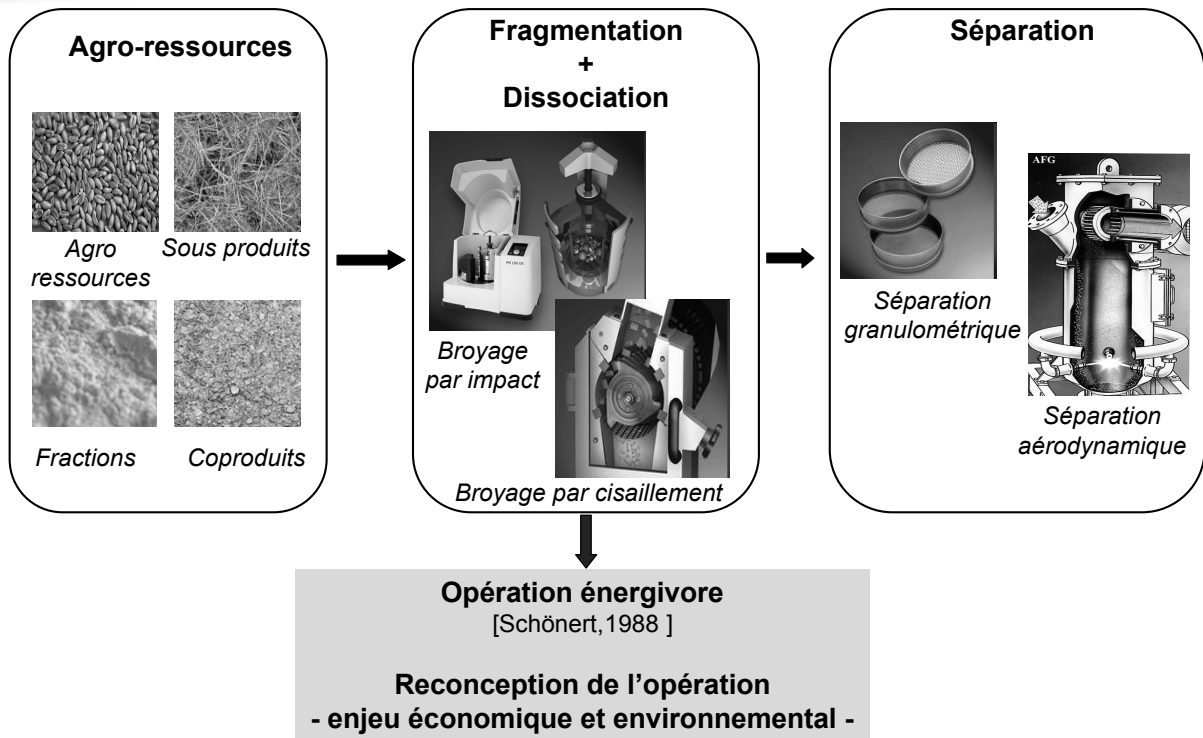
Bilan énergétique d'une opération de broyage.

Approche multi échelle de la cohésion.

Apport de la simulation numérique.

Conclusions

Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
 Bilan énergétique d'une opération de broyage.
 Approche multi échelle de la cohésion.
 Apport de la simulation numérique.
 Conclusions



Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
 Bilan énergétique d'une opération de broyage.
 Approche multi échelle de la cohésion.
 Apport de la simulation numérique.
 Conclusions

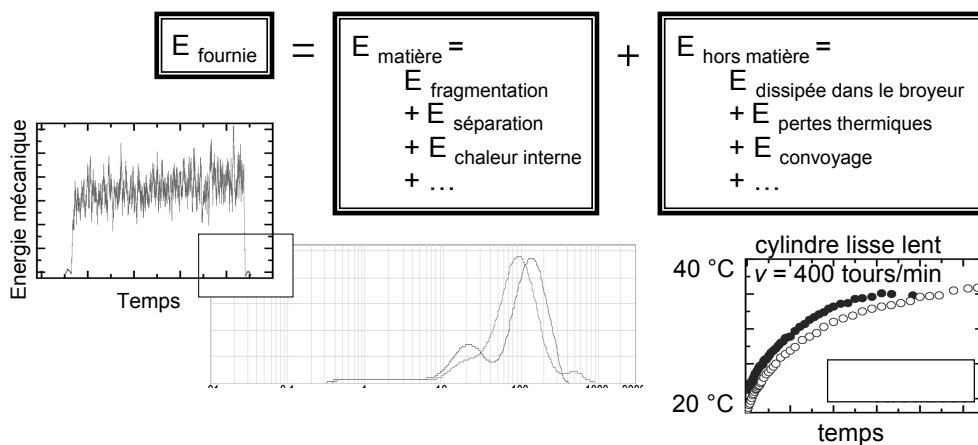


Bilan énergétique d'une opération unitaire de broyage

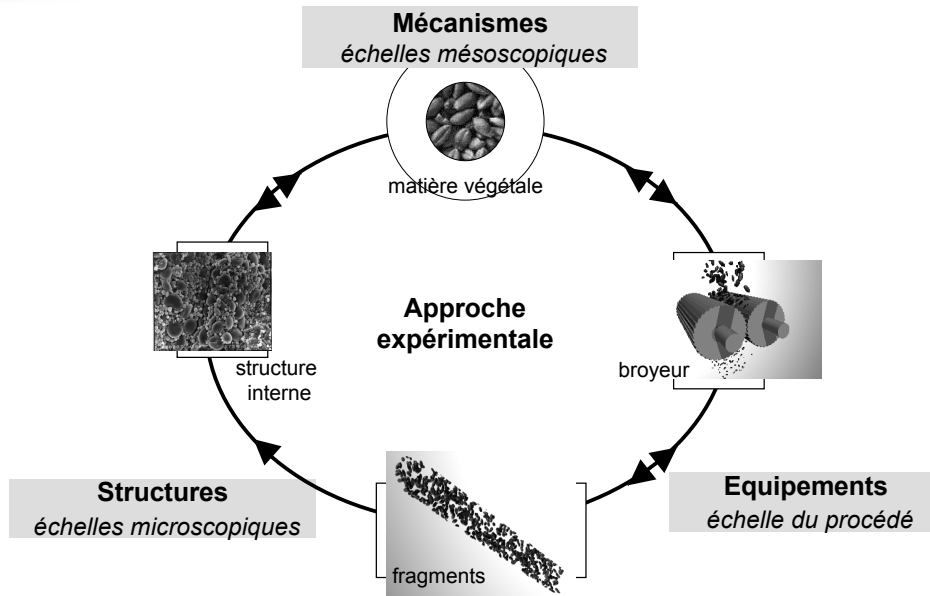
Le dispositif expérimental utilisé est un broyeur à cylindres.
 Le dispositif est instrumenté pour permettre la mesure de la consommation électrique, le couple sur les deux cylindres et les températures des cylindres et du bâti.



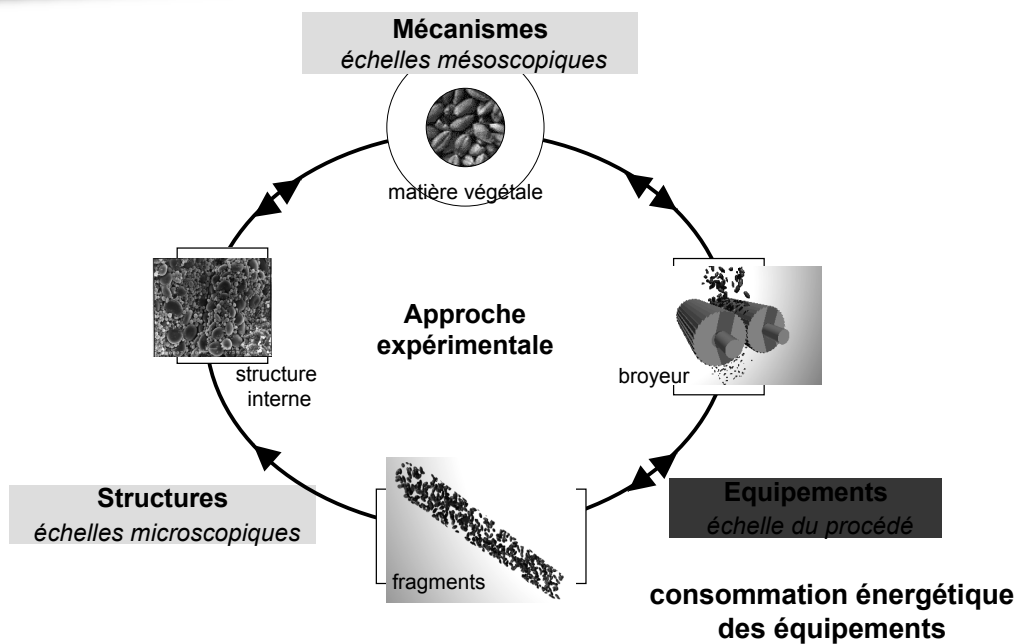
micromoulin à cylindres instrumentés



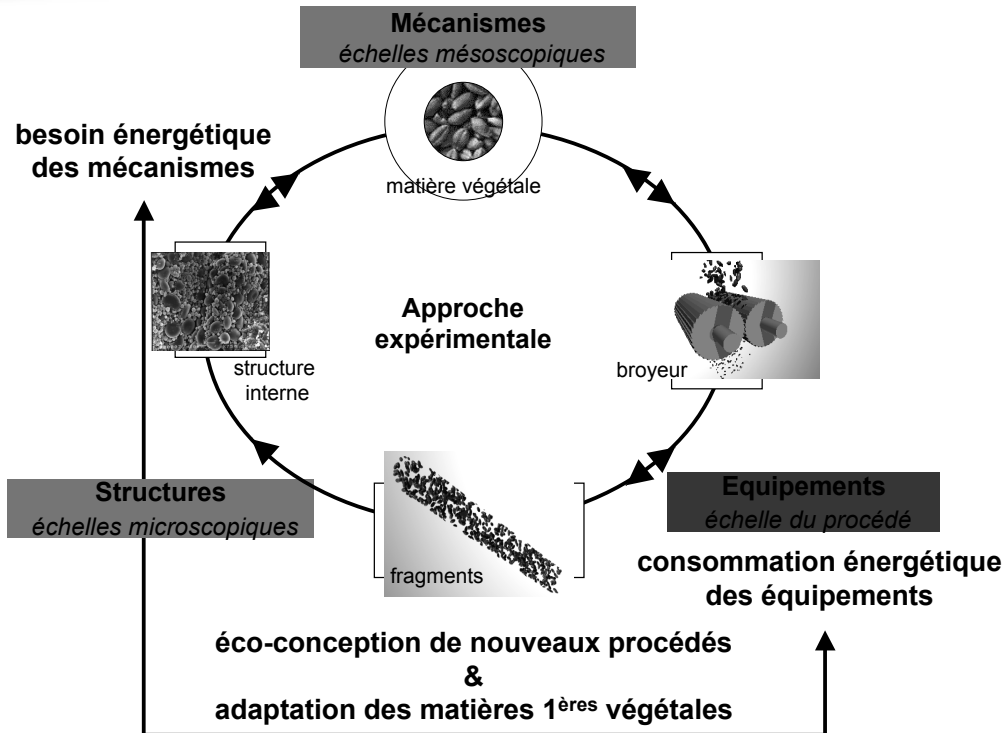
Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
Bilan énergétique d'une opération de broyage.
Approche multi échelle de la cohésion.
Apport de la simulation numérique.
Conclusions



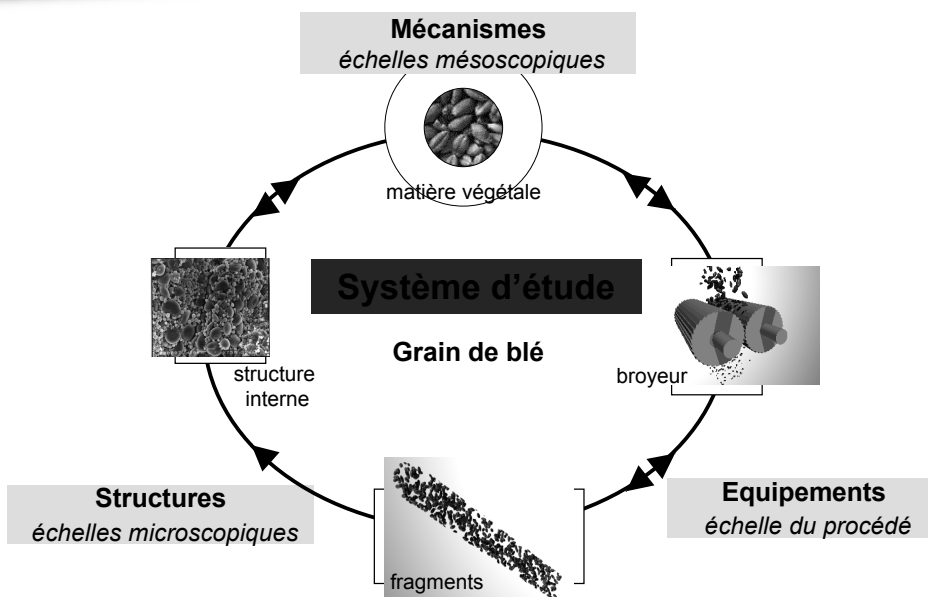
Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
Bilan énergétique d'une opération de broyage.
Approche multi échelle de la cohésion.
Apport de la simulation numérique.
Conclusions



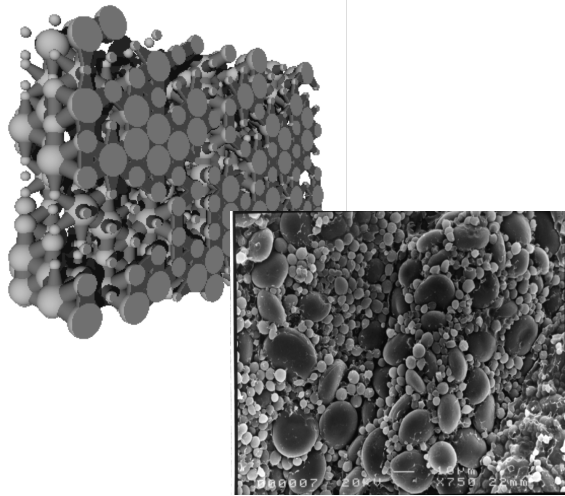
Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
 Bilan énergétique d'une opération de broyage.
 Approche multi échelle de la cohésion.
 Apport de la simulation numérique.
 Conclusions



Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
 Bilan énergétique d'une opération de broyage.
 Approche multi échelle de la cohésion.
 Apport de la simulation numérique.
 Conclusions



Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
 Bilan énergétique d'une opération de broyage.
 Approche multi échelle de la cohésion.
 Apport de la simulation numérique.
 Conclusions

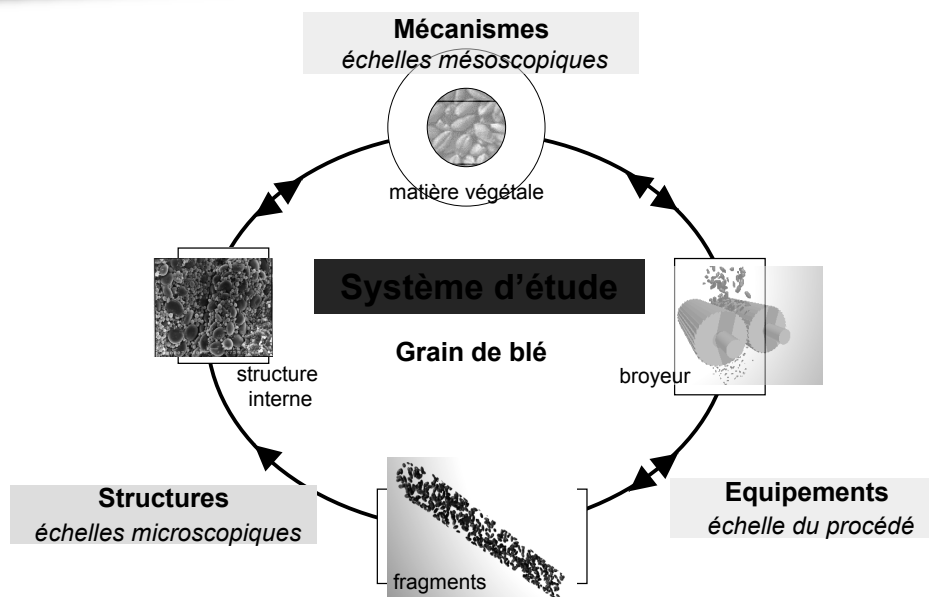


- Biologique
- Hydroscopique
- Hétérogène
- Poreux
- Anisotrope
- Composite
- Précontraint
- ...

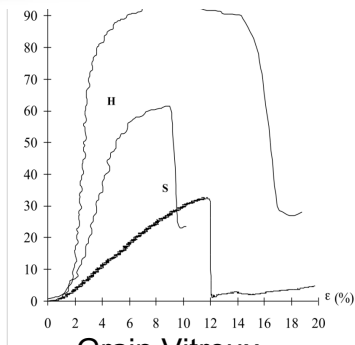


Première étape : Observation de la structure
 Microscopie
 Microtomographie

Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
 Bilan énergétique d'une opération de broyage.
 Approche multi échelle de la cohésion.
 Apport de la simulation numérique.
 Conclusions

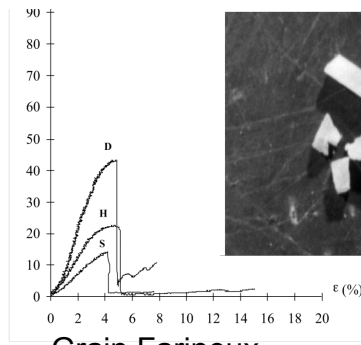


Nécessité d'une compréhension de la structure de la matière

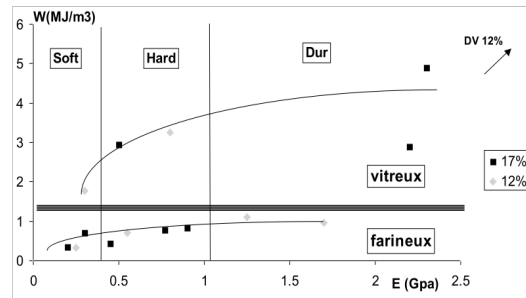
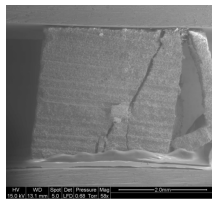
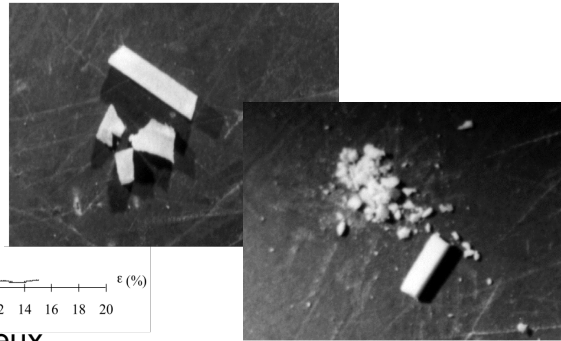


Grain Vitreux

Soft / Hard / Durum



Grain Farineux



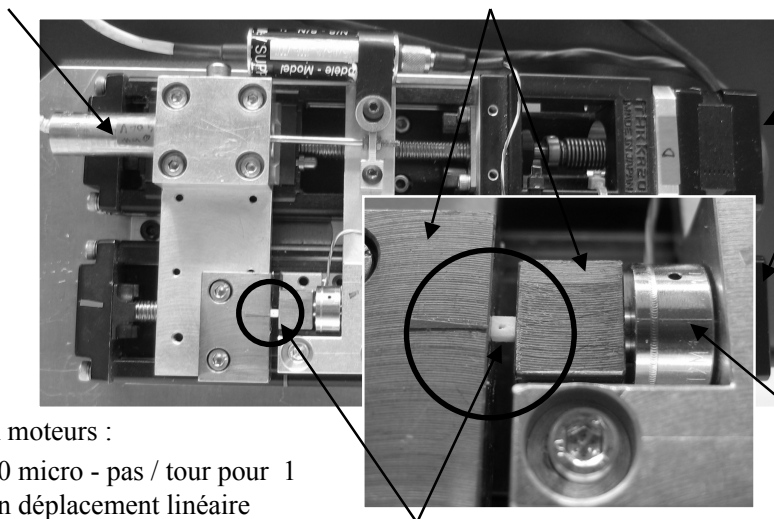
Classification des blé en fonction de critères mécaniques.
Aide à la prédiction des comportements au fractionnement

Capteur de
Déplacement

Mors

Moteurs

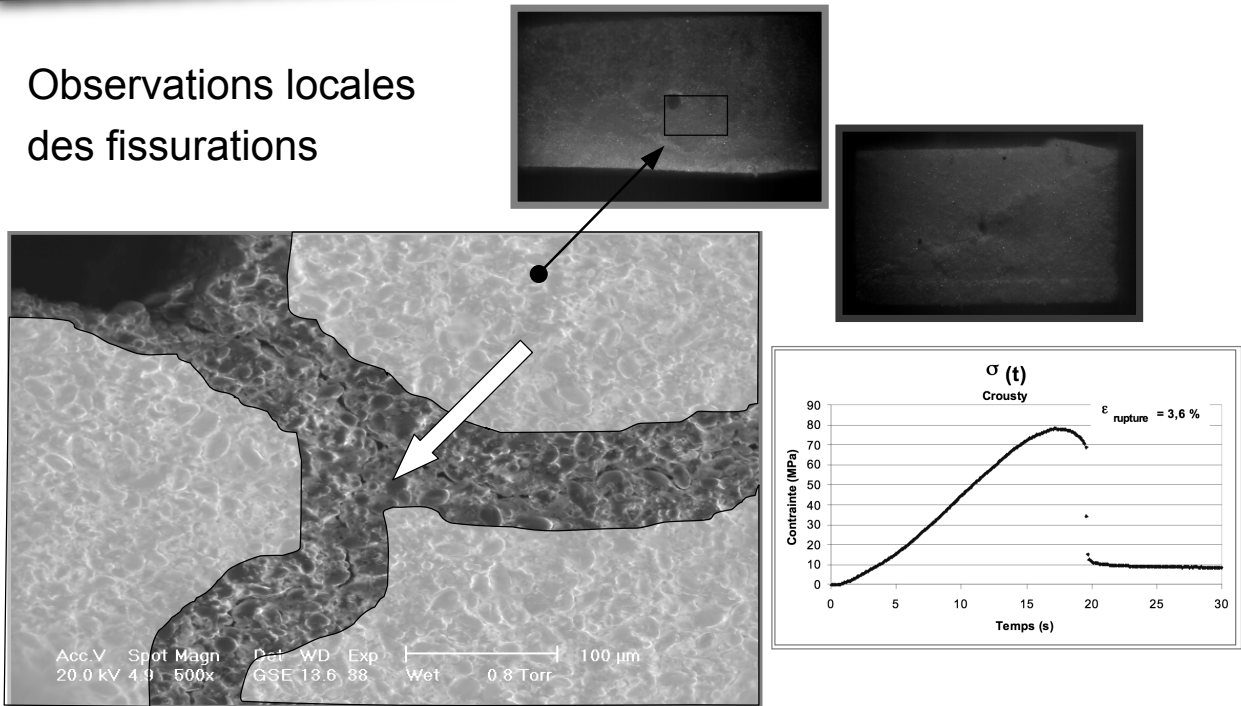
Capteur
de Force



- Résolution moteurs :
 - 51 200 micro - pas / tour pour 1 mm en déplacement linéaire

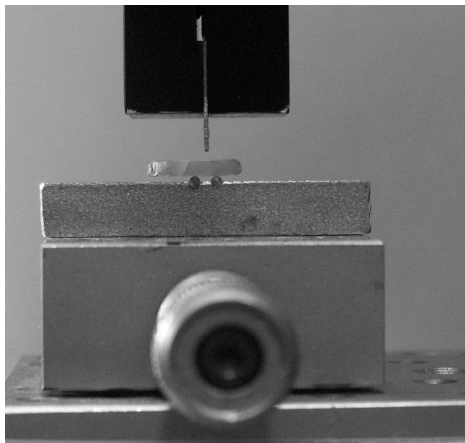
Eprouvette
d'Albumen

Observations locales des fissurations

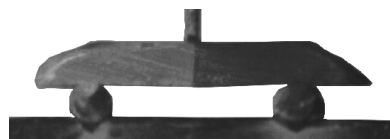


Traitement par corrélation d'images

Diversifier les types de sollicitations

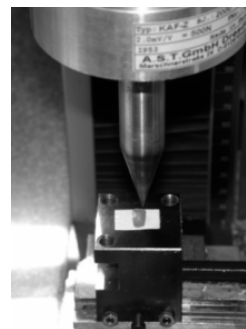
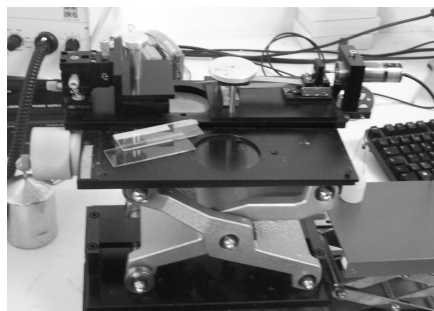


- Conservation du mode opératoire de préparation de éprouvettes
- Localisation de la fissuration
- Facilité de mise en place et d'observation
- Sollicitations mixtes de traction et compression
- Intégration dans les tests de validation des simulations numériques

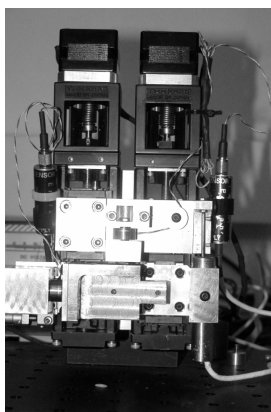
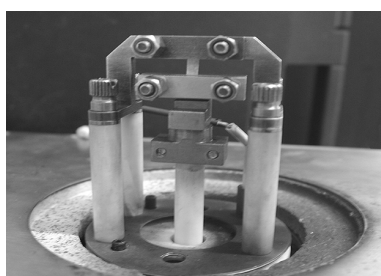




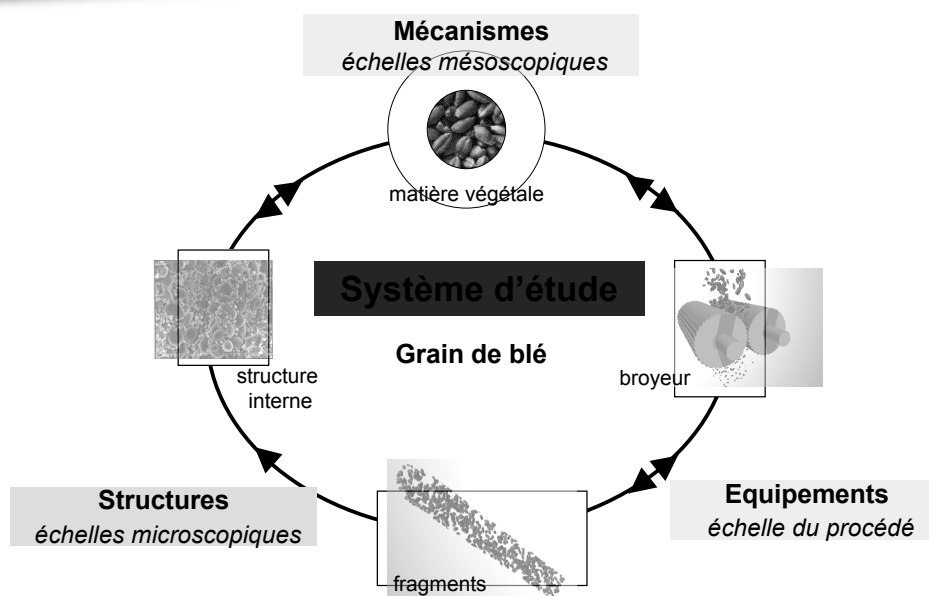
➤ Caractérisation dynamique.



➤ Caractérisation locale.



Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
 Bilan énergétique d'une opération de broyage.
 Approche multi échelle de la cohésion.
 Apport de la simulation numérique.
 Conclusions



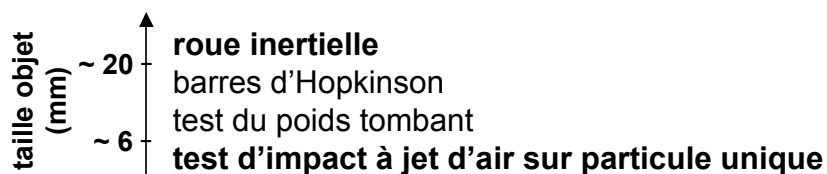
Modifier les conditions de caractérisation expérimentale pour les rendre conformes aux conditions de déstructuration de la matière dans les broyeurs.

Objectif

Mesurer l'énergie de rupture de la matière lors du procédé de broyage

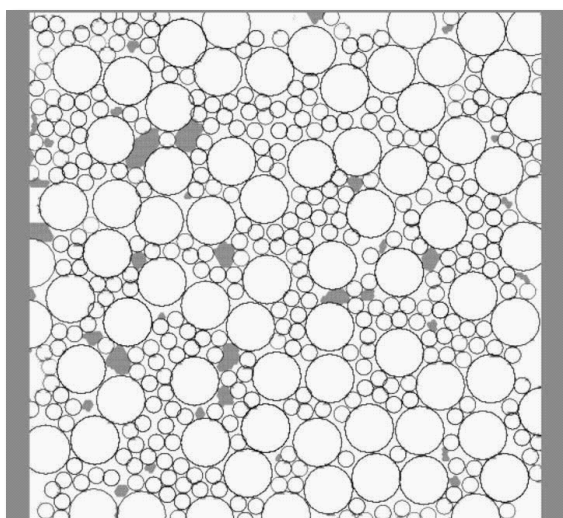
Méthodes

Tests de sollicitations en grandes vitesses de déformation ($800 \text{ s}^{-1} < \dot{\epsilon} < 1500 \text{ s}^{-1}$)



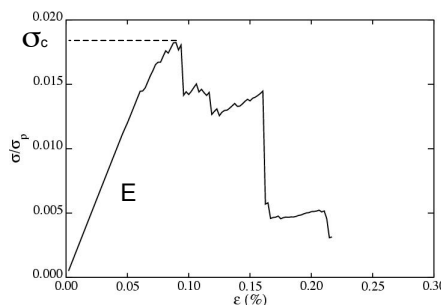
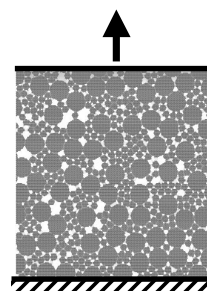
1ers résultats

Comportement à la rupture des grains différent selon la dureté du blé



Microstructure

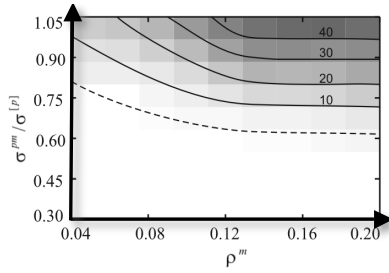
- Comptabilisation des éléments rompus
- Etude des régimes de fissuration
- Cartographie des contraintes



Macroscopique

- Grandeur macroscopique
- Contrainte limite admissible
- Energie de rupture

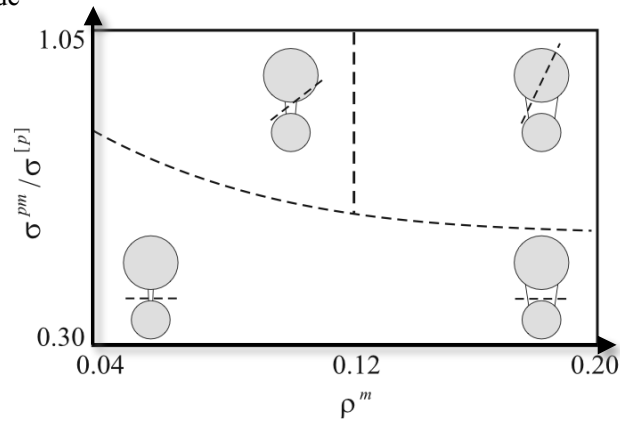
Adhérence Particule matrice



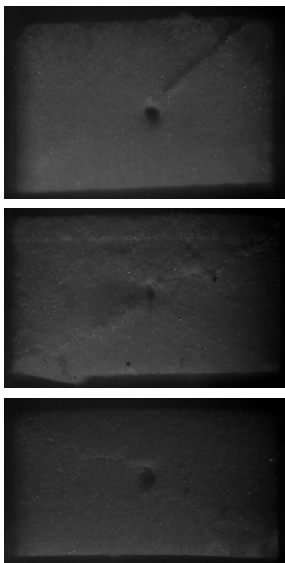
N_b = fraction d'éléments rompus dans la phase « amidon »

Fraction volumique de matrice

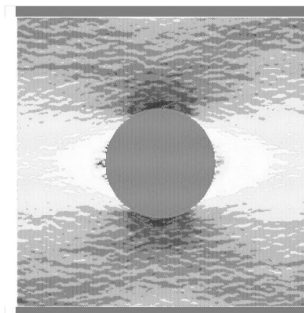
Régime de rupture



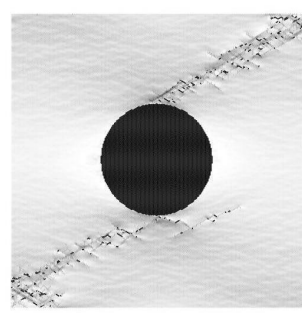
Observation du chemin de fissure



Champs de Contraintes

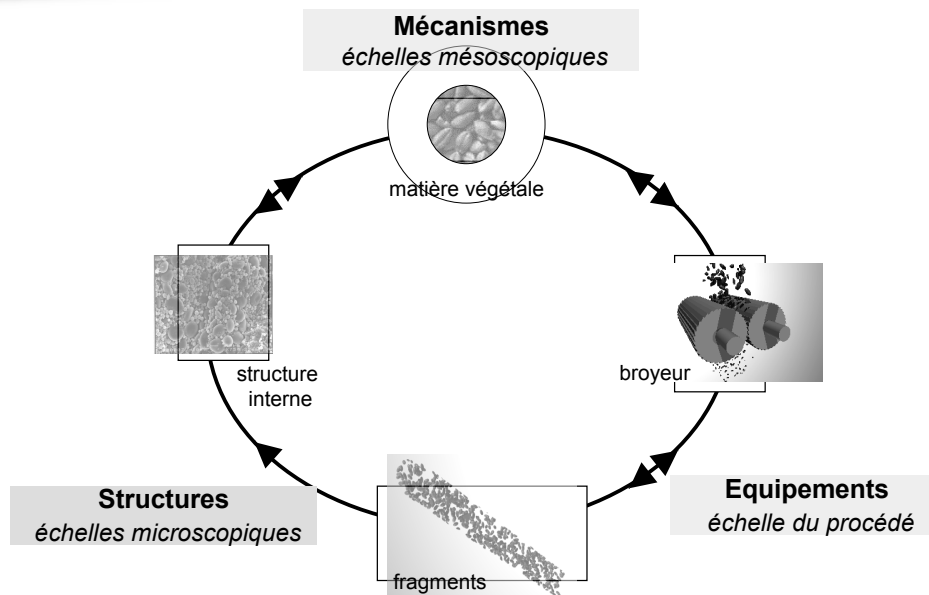


Simulation du chemin de fissure



Compression d'une éprouvette d'albumen perforée

Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
Bilan énergétique d'une opération de broyage.
Approche multi échelle de la cohésion.
Apport de la simulation numérique.
Conclusions



Mesure des consommations énergétiques,
Prise en compte des spécificités des fractions
Modification des pratiques technologiques

Le fractionnement par voie sèche des agro-ressources.
Bilan énergétique d'une opération de broyage.
Approche multi échelle de la cohésion.
Apport de la simulation numérique.
Conclusions

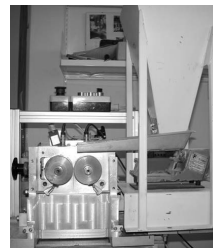


Etablir les bilans énergétiques
Détermination des modes de sollicitation
Recherche des conditions optimales de fractionnement

Méthodes



broyeur à billes



micromoulin à cylindres
IATE

Quelques résultats

- ✓ mesure des énergies mécanique et électrique dépensées
blé tendre : 7.7 kJ/kg blé dur : 14.7 kJ/kg
- ✓ mesure des pertes thermiques non fiable
- ✓ Utilisation de prétraitements physiques ou biochimiques

Nécessité d'une approche pluridisciplinaire

Nécessité d'une approche multi-échelle

Description des opérations unitaires

Compréhension des mécanismes de cohésion

**Confrontation des approches et améliorations des
modèles de simulation**