

Présentation

Code interne : PAB6-MERHE

Description

- Décrire de manière quantitative l'écoulement des fluides parfaits, newtoniens ou complexes non-newtoniens dans des configurations simples, telles que les conduites.
- Calculer des pertes de charge usuelles.
- Reconnaître les différents comportements rhéologiques élémentaires et complexes des fluides alimentaires.
- Connaître les instruments de mesure utilisés en rhéologie (rhéomètre, viscosimètre) et les tests rhéologiques classiques employés en agroalimentaire.
- Analyser la réponse aux tests rhéologiques et faire le lien avec la texture des matrices alimentaires et leur structure.

Ce module permettra aux futur·e·s ingénieur·e·s d'acquérir les compétences nécessaires en mécanique des fluides et en rhéologie pour dialoguer de façon efficace avec les différents services de l'entreprise ainsi qu'avec des prestataires pouvant intervenir sur la chaîne de production. Les futur·e·s ingénieur·e·s disposeront des connaissances nécessaires pour analyser les écoulements et le comportement des fluides alimentaires. Ces compétences leur permettront notamment de comprendre et de contribuer à différentes problématiques rencontrées en entreprise, telles que :

- (i) Comprendre et concevoir des produits alimentaires (R&D, formulation) : analyse de la structure interne des aliments, étude de la stabilité des aliments en lien avec leurs comportements rhéologiques, évaluation de la résistance au stockage et au transport, etc.
- (ii) Maîtriser la texture et la perception de l'aliment (qualité, produit) : sensation en bouche et descripteurs sensoriels liés au comportement rhéologique, suivi et respect du cahier des charges rhéologique du produit, etc.

Faciliter, optimiser et sécuriser les procédés industriels (production, procédés) : optimisation du dimensionnement des équipements pour le transport de fluides alimentaires complexes, assurer la stabilité du produit tout au long du processus de fabrication et de conditionnement, etc.

Heures d'enseignement

CM	Cours Magistraux	26,6h
TD	Travaux Dirigés	8h

Pré-requis obligatoires

Mathématiques : analyse vectorielle et équations différentielles

Syllabus

Chap 0 - Notions de mathématiques nécessaires en mécanique des fluides

PARTIE I - MÉCANIQUE DES FLUIDES

Chap 1 - Fluides parfaits

1. Statique des fluides
2. Cinématique des fluides : équation de continuité; conservation du débit.
3. Dynamique des fluides parfaits : équations d'Euler; théorème de Bernoulli.
4. Applications

Chap 2 - Fluides réels newtoniens

1. Viscosité et contraintes
2. Dynamique des fluides réels : équations de Navier-Stokes.
3. Régimes d'écoulement : nombre de Reynolds.
4. Écoulement laminaire dans les conduites : écoulement de Poiseuille.
5. Pertes de charges dans les circuits : pertes de charge singulières et linéaires; théorème de Bernoulli généralisé.

PARTIE II - RHÉOLOGIE

Chap 3 - Principe de la rhéologie en agroalimentaire

1. Tests rhéologiques courants en agroalimentaire
 - a) Tests rhéologiques stationnaires : fluage, recouvrance, relaxation, effacement
 - b) Tests rhéologiques oscillatoires : balayage en fréquence, balayage en amplitude

2. Comportements rhéologiques élémentaires : élastique, visqueux, plastique
3. Comportements rhéologiques complexes des fluides alimentaires : viscoélastique, élasto-viscoplastique, thixotropie

Chap 4 - Lois et modèles rhéologiques usuels

1. Analogie mécanique
2. Modèles rhéologiques visqueux : loi de Newton, loi puissance
3. Modèles rhéologiques viscoplastiques : modèle de Bingham, modèle de Herschel-Bulkley
4. Modèles rhéologiques viscoélastique : modèle de Kelvin-Voigt, modèle de Maxwell

Chap 5 - Viscosimètres et rhéomètres

1. Viscosimètres à régime permanent : viscosimètre à chute de bille, viscosimètre capillaire
- Rhéomètres à régime transitoire : viscosimètre de Couette, rhéomètre cône-plan et rhéomètre plan-plan
2. Rhéomètres à régime transitoire : viscosimètre de Couette, rhéomètre cône-plan et rhéomètre plan-plan

Informations complémentaires

Physique

Compétences visées

Bloc 1 - Formuler et évaluer un produit en réponse à un cahier des charges d'un secteur agroalimentaire

Obtenir ou modifier des propriétés fonctionnelles et nutritionnelles d'un produit alimentaire.

Choisir et mettre en oeuvre des méthodes d'analyse et de caractérisation pertinentes liées à la science des aliments.

Résoudre les problèmes en faisant preuve de créativité

Rechercher, trouver, analyser et synthétiser les informations, schématiser, modéliser

Bloc 2 - Mettre en oeuvre un système de management QHSE dans une entreprise agroalimentaire, en lien avec le DDRS

Choisir et mettre en oeuvre des méthodes d'analyse pertinentes pour le contrôle qualité des produits ou de l'environnement

Bibliographie

I Rana V. Giles, Mécanique des fluides et hydraulique, MC Graw Hill, série Schaum 1975

I Comolet, Mécanique expérimentales des fluides, I et II, Masson et cie Editeurs, 1963

I Desjardins D., Combarous M., Bonneton N., Mécanique des fluides. Problèmes résolus avec rappels de cours Collection DUNOD, 2002

I Candel S., Mécanique des fluides. Dunod Université Bordas, 1990

Comprendre la rhéologie, Ph. Coussot, J. L. Grossiord, EDP Sciences, Les Ulis (France), 2001

Modalités de contrôle des connaissances

Évaluation initiale / Session principale

Type d'évaluation	Nature de l'évaluation	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'évaluation	Note éliminatoire de l'évaluation	Remarques
Contrôle Terminal	Ecrit	90		1		sans documents

Seconde chance / Session de rattrapage

Type d'évaluation	Nature de l'évaluation	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'évaluation	Note éliminatoire de l'évaluation	Remarques
Epreuve terminale	Ecrit	90		1		sans documents

Infos pratiques

Contacts

Responsable module

Laetitia Mottet

✉ Laetitia.Mottet@bordeaux-inp.fr