




3.00 crédits

30.0 h + 7.5 h

Q2

|   |   |
|---|---|
| Langue d'enseignement                       | Français<br>> English-friendly  |
| Lieu du cours                               | Louvain-la-Neuve  |
| Préalables                                  | Phénomènes de transfert (pour partim A)<br>Chimie physique I. Mécanique des fluides (pour partim B)   |
| Thèmes abordés                              | Partim A (pour tous les étudiants BIR21)<br>- Particules dans les fluides<br>- Etude de l'écoulement liquide à travers les milieux poreux et membranes<br>- Procédés mécaniques de séparation physique : sédimentation, décantation, centrifugation, filtration, cyclonage, séparation membranaire<br>- Procédés de séchage : séchage, lyophilisation, atomisation<br>Partim B (pour les étudiants BIRC21 et certaines spécialisations BIRE21)<br>- Diffusion et transfert de matière et d'énergie entre phases (théorie de la diffusion, coefficients de transfert de masse, théorie de film).<br>- Equilibre des phases<br>- Procédés de séparation fluide/fluide et fluide/solide avec transfert de matière : Distillation, extraction liquide-liquide, absorption, adsorption, cristallisation  |
| Acquis d'apprentissage                      |   |
| Modes d'évaluation des acquis des étudiants | Examen écrit couvrant systématiquement l'ensemble des AA annoncés pour le cours (théorie et exercices).<br>Si la visite d'entreprise est organisée, l'évaluation du rapport et de sa présentation intervient pour 20% de la note globale.   |
| Méthodes d'enseignement                     | Cours magistral avec usage d'un powerpoint mis à disposition sur iCampus en amont des cours. Les diapositives sont utilisées comme support à l'exposé magistral mais une grande partie de l'information (explications, exemples, développements mathématiques, etc.) est donnée oralement et au tableau pendant le cours.<br>Des séances dirigées de résolution d'exercices sont organisées (TP).<br>La lecture d'articles scientifiques est proposée aux étudiants comme sources d'informations complémentaires et plus spécialisées pour certaines parties du cours.<br>Les étudiants peuvent être amenés à effectuer une visite de terrain dans une entreprise de leur choix afin d'étudier en pratique une opération unitaire de leur choix. Dans ce cas, un rapport didactique, concis et critique, sous forme de poster, leur est demandé. Ce rapport est présenté oralement aux autres étudiants. Certains cours peuvent être donnés en distanciel (Teams).  |
| Contenu                                     | <b>Introduction</b><br>Objectif du cours, consignes, définitions du génie des procédés et des opérations unitaires, principe des opérations de séparation - modes opératoires de base, contexte, classification des opérations, introduction aux procédés durables et aux indicateurs de durabilité.<br><b>Partim A</b><br><b>Procédés mécaniques de séparation</b><br>Particules dans les fluides (Contexte, Description d'un solide divisé, Particule isolée, Lot de particules, Caractérisation d'un lit de particules)<br>Sédimentation et Centrifugation (Définitions ' Interactions fluide/particule unique, Régime d'écoulement, Vitesse de sédimentation)<br>Ecoulement en milieux poreux (Loi de Darcy, Modèle de Kozeny Carman, Régime turbulent, Relation d'Ergun)<br>Filtration (Contexte, Filtration sur support, Couplage entre variables, Rapport d'humidité, Dimension du gâteau, Résistance à l'écoulement, perte de charge, Modes opératoires, Technologies de filtration)<br>Séparations membranaires (Description, Applications, Principe de diffusion, Matériaux pour les membranes, Transfert de masse en séparation membranaire, exemple pratiques d'application (Dialyse, Electrodialyse, Osmose inverse, Perméation de gaz, Pervaporation), Les membranes dans les bioprocédés<br><b>Procédés de séchage</b><br>Motivation / Définitions et concepts (solide humide, équilibre gaz-liquide-solide, enthalpie de mouillage, isothermes de sorption, diagrammes d'équilibre) / Techniques et appareillages (classification, appareillage les plus répandus dans l'industrie, séchage par ébullition, séchage par entraînement, lyophilisation, |

|                              |   |
|------------------------------|---|
|                              | <p>séchage de bio-produits) / Principes théoriques du séchage (cinétique de séchage, hygrométrie, utilisation du diagramme de l'air humide, cas pratique du séchage en silo) / Modes alternatifs d'apport d'énergie / séchage supercritique</p> <p><b>Partim B</b></p> <p><b>Séparations fluide/fluide et fluide/solide avec transfert de matière</b></p> <p>Equilibre liquide-gaz des systèmes binaires (Rappels, Loi de Raoult, Déviation par rapport à l'idéalité, Influence de la pression, Systèmes à plus de deux constituants)</p> <p>Distillation: Principe de la distillation, Distillation simple discontinue (batch), Distillation continue (flash distillation), Distillation fractionnée: Principe, Colonne à plateaux, Méthode de Sorel, Méthode de Lewis, Méthode de McCabe &amp; Thiele, Etude du fonctionnement de la colonne au moyen du diagramme d'équilibre, Chauffage par injection de vapeur vive, Méthode de Ponchon-Savarit, Etude du fonctionnement de la colonne au moyen du diagramme enthalpique, Rectification des systèmes formant un mélange azéotropique, Rectification des mélanges à plus de deux constituants, Efficacité d'une colonne de distillation</p> <p>Extraction liquide-liquide: Rappels sur les diagrammes ternaires, Extraction dans un seul étage de contact, Extraction à contacts multiples, Extraction à contre-courant et à contacts discontinus, Extraction à contre-courant et à contact continu, Extraction à contre-courant avec reflux</p> <p>Absorption des gaz par les liquides: Condition d'équilibre, Représentation graphique, Calcul du nombre de plateaux théoriques, Transfert continu, Absorption de plusieurs constituants, Absorption avec réaction chimique</p> <p>Adsorption: Adsorption sur un solide, Equilibre d'adsorption d'un corps pur gazeux, Equilibre d'adsorption d'un mélange gazeux binaire, Equilibre d'adsorption d'un mélange liquide binaire, Adsorption en étages séparés, Adsorption en lit fixe</p> <p>Cristallisation: Définitions, L'état cristallin, Courbe de solubilité, Courbes de sursaturation, Principe de la cristallisation en solution, Procédés de cristallisation, Contrôle de la pureté et du faciès des cristaux</p> |
| Ressources en ligne          | <p>Moodle:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les slides sont fournis à l'avance</li> <li>- liste d'exercices (TP)</li> <li>- instructions pour la visite d'entreprise</li> <li>- rappel de formules, etc.</li> </ul>   |
| Bibliographie                | <p>Aucun support payant n'est obligatoire.</p> <p>Une impression des diapositives (powerpoint) utilisées au cours et préalablement mises à disposition sur Moodle est vivement recommandée.</p> <p>Comme supports de cours facultatifs et disponibles en bibliothèque :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction au génie des procédés de D. Ronze (Editions Tec et Doc, 2008), ISBN : 978-2-7430-1066-9</li> <li>- Separation process principles de E.J. Henley, J.D. Seader, D.K. Roper (Wiley, 2011) ISBN : 978-0-470-64611-3</li> <li>- Le pétrole - Raffinage et génie chimique I de P. Wuithier (Editions Technip, 1972) ISBN : 2-7108-0198-1</li> <li>- Procédés de séparation de J.P. Wauquier ((Editions Technip, 1998) ISBN : 2-7108-0671-1</li> </ul>   |
| Autres infos                 | Ce cours peut être donné en anglais.  |
| Faculté ou entité en charge: | AGRO  |

| <b>Programmes / formations proposant cette unité d'enseignement (UE)</b>   |         |         |           |   |
|--|---------|---------|-----------|---|
| Intitulé du programme  | Sigle   | Crédits | Prérequis | Acquis d'apprentissage  |
| Master de spécialisation en génie brassicole                               | BRAS2MC | 3       |           |  |
| Master [120] : bioingénieur en sciences et technologies de l'environnement | BIRE2M  | 3       |           |  |
| Master [120] : bioingénieur en sciences agronomiques                       | BIRA2M  | 3       |           |  |