

PLAN DE COURS

SBO-7008 : Matériaux de fibres cellulosiques

NRC 55214 | Été 2018

Mode d'enseignement : Présentiel

Temps consacré : 2-4-3

Crédit(s) : 3

Dans ce cours, on fait un survol de technologies classiques de la mise en pâtes en prenant la technologie kraft comme exemple de la plus ancienne bioraffinerie forestière. Les nouveaux développements dans le secteur de pâtes et papier qui contribuent à sa transformation en bioraffinerie forestière sont mis en lumière. Les nouveaux produits à base de cellulose : la nanocellulose et la cellulose microfibrillée, ainsi que les nouvelles pistes pour la valorisation des hémicelluloses. Les exemples des applications des lignines industrielles, ainsi que de celles issues de nouvelles bioraffinerie forestières sont présentés. Un court survol des extractibles forestiers et de leurs applications est également fait. L'étudiant qui a déjà suivi les cours de premier cycle GBO-4008 ou GBO-3040 ne peut s'inscrire à ce cours.

Plage horaire

Cours en classe			
lundi	08h30 à 12h20	GHK-1340	Du 7 mai 2018 au 22 juin 2018
	13h30 à 17h20	GHK-1340	Du 7 mai 2018 au 22 juin 2018
mardi	08h30 à 12h20	GHK-1340	Du 7 mai 2018 au 22 juin 2018

Il se peut que l'horaire du cours ait été modifié depuis la dernière synchronisation avec Capsule. [Vérifier l'horaire dans Capsule](#)

Site de cours

<https://sitescours.monportail.ulaval.ca/ena/site/accueil?idSite=95385>

Coordonnées et disponibilités

Tatjana Stevanovic

Enseignante

Pavillon Gene H. Kruger 2367/ 2383

tatjana.stevanovic@sbf.ulaval.ca

Tél. : 418-656-2131 poste 7337

Télec. : 418-656-2091

Eric Loranger

Enseignant

Eric.loranger.1@ulaval.ca

Tatjana Stevanovic Janezic

Enseignante

Tatjana.Stevanovic@sbf.ulaval.ca

Soutien technique

Équipe de soutien - Systèmes technopédagogiques (BSE)

<http://www.ene.ulaval.ca> 

418-656-2131 poste 14331

Sans frais: 1-877 7ULAAVAL, poste 14331

Automne et hiver	
Lundi au jeudi	8 h à 19 h
Vendredi	8 h à 17 h 30
Été	
Lundi au jeudi	8 h à 17 h
Vendredi	8 h à 16 h

Sommaire

Description du cours	4
Introduction	4
Objectifs généraux	4
Approche pédagogique	4
Étudiant ayant un handicap, un trouble d'apprentissage ou un trouble mental	5
Contenu et activités	5
Évaluation et résultats	7
Évaluation des apprentissages	7
Informations détaillées sur les évaluations sommatives	7
Rapport de Laboratoire	7
Rapport de visite industrielle	7
Rapport d'investigation	7
Examen final	8
Barème de conversion	8
Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat	8
Correction linguistique, retard et présentation des travaux	8
Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation	8
Absence aux examens	9
Matériel didactique	9
Matériel obligatoire	9
Matériel complémentaire	9
Bibliographie	9
Bibliographie	9

Description du cours

Introduction

Ce cours est une introduction dans le vaste domaine de la production des divers types de pâtes et de papiers. On discute principes des opérations technologiques impliquées dans les divers procédés de mise en pâtes, ainsi que de la fabrication d'une feuille du papier /carton. Ce cours est principalement axé sur les aspects chimiques de la fabrication des pâtes mécaniques, mi-chimiques et chimiques. La transformation actuelle de l'industrie des pâtes et papiers qui concerne l'introduction des divers éléments de bioraffinage pour mieux rentabiliser les procédés actuels et/ou pour ajouter la valeur à la mise en pâte et la fabrication des papiers est aussi adressée.

Objectifs généraux

Dans un premier chapitre, on présente d'abord un historique de la fabrication du papier, en illustrant la grande diversification des pâtes et papiers. On s'intéresse aussi aux matières premières utilisées traditionnellement ainsi qu'aux nouvelles sources des fibres lignocellulosiques. Un survol du procédé général de fabrication nous sert ensuite à discuter du côté écologique et de l'impact social des industries papetières.

Dans un deuxième chapitre, les différentes technologies utilisées dans production de pâtes et papiers seront abordées afin de démystifier les étapes clés soit : la mise en pâte, la production du papier et le blanchiment des pâtes.

Dans un troisième chapitre, la fabrication des pâtes mécaniques sera présentée en survol, pour expliquer leur place historiquement et leur importance pour la fabrication du papier magazine et cartons. Comme le Québec est un gros producteur de ce type de pâte, ces informations sont indispensables.

Dans un quatrième chapitre, on traitera des pâtes chimiques. En outre, la fabrication de la pâte Kraft est présentée en détail. À l'échelle mondiale, la production annuelle de ce type de pâte est la plus importante en termes des tonnages. Dans le cadre de travaux pratiques, les étudiants seront appelés à en fabriquer ainsi qu'à la caractériser avec l'aide de plusieurs indices. Le cycle des produits chimiques et de l'énergie du procédé Kraft sera présenté ainsi qu'un descriptif général du procédé et des paramètres influençant la qualité de la pâte produite. Les réactions de la lignine au cours de la cuisson seront brièvement commentées, pour mieux comprendre l'intérêt de la récupération de la liqueur noire dont le rôle est central pour la technologie Kraft. Cette présentation est d'autant plus importante en considérant que bon nombre de concept de bioraffinerie repose sur l'extraction de molécules d'intérêt de cette liqueur, et ce notamment, de la lignine Kraft issue de la précipitation. Un bref survol des technologies utilisées pour les pâtes sulfites sera fait en présentant les procédés acide, neutre et alcalin.

Dans un cinquième chapitre, les généralités sur les traitements des pâtes écrues seront présentées brièvement en classes (défibrage, lavage, classage, épuration, épaississage, séchage et stockage). Les étudiants seront en mesure de visualiser ces notions acquises lors de la visite industrielle, ce qui permettra davantage à ceux-ci de voir l'ingénierie impliquée dans les procédés de fabrication des pâtes.

Dans un sixième chapitre, les procédés généraux de désencrage et de remise en pâtes seront présentés avec une accentuation sur les procédés de flottation, technologie qui est vastement implantée dans l'industrie actuelle.

Dans un septième chapitre, les aspects environnementaux de la production des pâtes et papiers seront survolés. Les impacts écologiques, le traitement des effluents et des rejets ainsi que certains aspects de réglementation seront abordés.

Un dernier chapitre traitera de nouveaux aspects de l'industrie papetière au niveau des nouveaux matériaux à base de fibres cellululosiques. Des thématiques comme le bioraffinage, la valorisation de la lignine et des hémicelluloses ainsi que les nanocelluloses seront abordées.

Lien du cours avec les objectifs du programme

Ce cours répond aux objectifs du programme Baccalauréat coopératif en génie du bois :

1. Former un ingénieur apte à répondre aux exigences de la fabrication et de la mise en œuvre des produits forestiers actuels et en développement.
2. Former un ingénieur apte à contribuer de façon significative au transfert de technologie conduisant à de nouveaux produits.

Approche pédagogique

Ce cours comporte des cours magistraux le lundi et le mardi ainsi que des laboratoires le lundi de 8h30 à 17h00, selon l'horaire. **Les laboratoires** sont organisés en équipe et comportent la préparation d'une pâte kraft écru et les déterminations des indices chimiques sur la pâte produite par le procédé kraft. **Un rapport par équipe**, couvrant la description de la préparation et du dosage de la liqueur blanche et les calculs qui suivent, ainsi que la cuisson et la détermination des indices de la pâte produite lors de la cuisson kraft, un tableau récapitulatif et la discussion des résultats, doit être présenté avant le 5 juin 2017. Ce rapport compte pour 30 % de la note finale.

Un laboratoire individuel d'investigation sera réalisé sous forme de **l'atelier** dans les installations du Centre de Recherche sur les Matériaux Lignocellulosiques (CRML) de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) le 5 juin 2017. Dans cet exercice, vous serez amenés à développer votre capacité d'investigation en étudiant un problème complexe au moyen d'une méthode mettant en jeu la réalisation d'expériences, l'analyse et l'interprétation des données et la synthèse de l'information afin de formuler des conclusions valides. Ce rapport servira pour évaluer la qualité Q3 Investigation de l'ingénieur et sera comptabilisé pour 15% de votre note finale et il est à remettre la même journée que l'activité.

Ce cours comprend également une **visite industrielle**, 29 mai 2017 à l'usine Kruger Wayagamack à Trois Rivières. Dans cette usine nous allons pouvoir voir la fabrication du papier journal et du carton, Cette visite vous permettra de saisir l'importance de la protection de l'environnement au sein d'une industrie lourde qui est celle de pâtes et papiers et alors vous aurez à répondre spécifiquement pour permettre l'évaluation de la qualité **Impact du génie sur la société et l'environnement (Q9)**. **Les rapports individuels** sur la visite industrielle doivent contenir la description de différentes opérations unitaires, la particularité des installations visitée ainsi que des exemples de projets en cours. De plus, chaque étudiant devra choisir une étape en particulier par exemple, le défibrage, le lavage, le classage, l'épuration, l'épaississage, le séchage stockage, la filtration, la mise en pâte chimique ou mécanique, le désencrage, la fabrication de la feuille du papier, le séchage du papier ou encore les aspects de bioraffinage et en faire une description détaillée. Pour une opération technologique choisie, il faut présenter le principe, expliquer le fonctionnement de l'équipement choisi et mettre en avant l'aspect du génie. Les rapports devront être structurés pour couvrir les sujets posés. Ils doivent être présentés d'une façon claire et facilement lisible. L'originalité de l'approche est également un élément d'évaluation. Les rapports devront être remis au plus tard le 12 juin 2017 et compteront pour 15% de votre note.

Le premier conférencier invité Pr Bruno Chabot de l'UQTR vous exposera le mardi 30 mai 2017 sur «*Les machines à papiers tissus et à cartons*», ce qui complètera vos connaissances de base de l'industrie des pâtes et papiers. Cette activité sera suivi d'une période d'échange avec le conférencier. Le second conférencier invité Pr Éric Loranger de l'UQTR parlera le 6 juin 2017 des développements récents de la nanocellulose dans le contexte de la bioraffinerie forestière intégrée.

Vos connaissances seront vérifiées lors de la dernière séance de cours par un **examen classique** qui sera responsable de 40% de votre note.

Évaluation des qualités d'ingénieur

Dans le cadre des activités de ce cours les étudiants seront à la mesure de développer les qualités d'ingénieurs **Investigation (Q3)** et **Impact du génie sur la société et l'environnement (Q9)**. Les étudiants doivent développer les éléments portant sur la qualité **investigation** dans leur rapport sur laboratoire spécial sur la caractérisation des feuilles de papiers fabriquées avec la pâte kraft produite dans le cadre de laboratoire et celles industrielles (kraft et TMP) en se référant aux consignes se trouvant parmi les fichiers attachés. Dans le rapport sur la visite industrielle les étudiants doivent mettre en avant **Impact du génie sur la société et l'environnement (Q9)**

Étudiant ayant un handicap, un trouble d'apprentissage ou un trouble mental

Les étudiants qui ont une lettre d'Attestation d'accommodations scolaires obtenue auprès d'un conseiller du secteur Accueil et soutien aux étudiants en situation de handicap (ACSESH) doivent rencontrer leur professeur au début de la session afin que des mesures d'accommodation en classe ou pour les évaluations puissent être organisées. Ceux qui ont une déficience fonctionnelle ou un handicap, mais qui n'ont pas cette lettre doivent contacter le secteur ACSESH au 656-2880, le plus tôt possible.

Le secteur ACSESH vous recommande fortement de vous prévaloir des services auxquels vous avez droit afin de pouvoir réussir vos études, sans discrimination ni privilège. Pour plus d'information, voir la Procédure de mise en application des mesures d'accommodations scolaires à l'adresse suivante : <https://www.aide.ulaval.ca/situation-de-handicap/presentation/> 

Contenu et activités

Le tableau ci-dessous présente les semaines d'activités prévues dans le cadre du cours.

Titre	Date
Documents électroniques	

<p>Cours 1 - Avant-midi (7 mai) Introduction:•Présentation du professeur•Plan du cours;Chapitre 1 - Introduction et généralités:•Historique et importance de la production de papier•Caractéristiques des fibres cellulosesiques•Sources de fibres cellulosesiques industrielles•Étapes de fabrication des pâtes et papiers•Écologie et impact social</p>	
<p>Cours 1 - Après-midi (7 mai) Chapitre 2 - Technologies pour la production de pâtes et papiers:•Mise en pâte du bois•Comparaison des différents types de pâtes et papier•Production du papier•Blanchiment de la pâte;Chapitre 4 - Pâtes chimiques: •Caractéristiques et comparaison•Pâtes Kraft</p>	
<p>Cours 2 (8 mai) Chapitre 4 - Pâtes chimiques:•Pâtes Kraft (suite)•Introduction aux laboratoires</p>	
<p>Laboratoire 1 - Université Laval (14 mai) Fabrication de pâte Kraft de feuillus et résineux</p>	
<p>Cours 3 (15 mai) Chapitre 2: Pâtes chimiques: Pâtes sulfites; Pâte Organosolv</p>	
<p>Laboratoire 2 - Université Laval (21 mai) Indices sur la pâte Kraft</p>	
<p>Cours 4 (22 mai) Chapitre 3 - Pâtes mécaniques:: Pâtes de meules;; Pâtes mécaniques de raffineur; Pâtes thermomécaniques; Pâtes chimico-thermomécaniquesPâtes mi-chimiques. Pâtes mécano- chimiques et pâtes à très haut rendement. Pâtes mi- chimiques proprement dites (CSSC, NSSC) et leurs applications. Pâtes chimiques à haut rendement.</p>	
<p>Cours 5 - Avant-midi (28 mai) Chapitre 4.5 - Blanchiment des pâtes et contraintes environnementalesChapitre 5 - Traitements secondaires de la pâte:•Classage•Épuration•Épaississage•Raffinage des rejets</p>	
<p>Cours 5 - Après-midi (28 mai) Conférence Papa Diouf: Pyrolyse comme voie de valorisation de la biomasse forestière•</p>	28 mai 2018
<p>Cours 6 (29 mai) Conférence de Bruno Chabot de l'UQTR:Fabrication du papier: généralités et cas du carton et papiers sanitaires</p>	
<p>Visite industrielle : Domptar Windsor (4 juin) Visite d'usine - Procédé kraft; Blanchiment; Fabrication de papier écriture; Installation destinées à la protection de l'environnement Rédaction d'un rapport de visite en lien avec la qualité Q9 (Impact du génie sur la société et l'environnement)</p>	
<p>Cours 7 (5 juin) Environnement et fabrication des pâtes et papiersÉcologie•Traitements des effluents et des rejets•Réglementation</p>	5 juin 2018
<p>Laboratoire Investigation (Q3) - Université du Québec à Trois-Rivières (11 juin) •Visite à UQTR : Tests sur différents type de feuilles de papier, Investigation, Plan cadre•Rédaction du rapport sur l'investigation impliquée dans les laboratoires (apporter vos ordinateurs portables)•Remise du rapport de laboratoire</p>	
<p>Cours 8 (12 juin) Chapitre 9 Bioraffinerie forestière des pâtes et papiers et l'environnementRemise du rapport sur la visite visite industrielle</p>	
<p>Cours 9 - Avant-midi (18 juin) Conférences:Chapitre 10 - Les nanocelluloses : Conférence du Pr Éric Loranger de l'UQTRIntroduction aux machines à papiers carton et tissus, Développement de nouveaux matériaux fibreux adsorbant: Conférence du Pr Bruno Chabot de l'UQTRNouvelles applications des lignines: Conférence de Georges Koumba de l'ULVALRemise du rapport sur l'atelier investigation</p>	
<p>Cours 9 - Après-midi (18 juin) •Révision et exercices pour l'examen</p>	
<p>Examen final (19 juin)</p>	

Note : Veuillez vous référer à la section *Contenu et activités* de votre site de cours pour de plus amples détails.

Évaluation et résultats

Évaluation des apprentissages

Sommatives			
Titre	Date	Mode de travail	Pondération
Rapport de Laboratoire	Dû le 11 juin 2018 à 23h55	En équipe	30 %
Rapport de visite industrielle	Dû le 12 juin 2018 à 23h55	Individuel	15 %
Rapport d'investigation	Dû le 18 juin 2018 à 23h55	Individuel	15 %
Examen final	Le 19 juin 2018 de 08h30 à 11h30	Individuel	40 %

Formatifs		
Titre	Date	Mode de travail
Cette liste ne contient aucun élément.		

Informations détaillées sur les évaluations sommatives

Rapport de Laboratoire

Date de remise : 11 juin 2018 à 23h55
Mode de travail : En équipe
Pondération : 30 %
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)



Rapport de visite industrielle

Date de remise : 12 juin 2018 à 23h55
Mode de travail : Individuel
Pondération : 15 %
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)
Fichiers à consulter : [DevisÉchelle_Q9_18_mars_15.pdf](#) (318,49 Ko, déposé le 3 avr. 2018)
[Plan_cadre-GBO-3040-Q9.pdf](#) (269,18 Ko, déposé le 3 avr. 2018)
[Grille_Eval_VisiteIndustrielle GBO3040-Q9.pdf](#) (216,94 Ko, déposé le 6 mai 2018)

Rapport d'investigation

Date de remise : 18 juin 2018 à 23h55
Mode de travail : Individuel
Pondération : 15 %
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)

Fichiers à consulter :

-  [DevisÉchelle_Q3_20_mai_15.docx.pdf](#) (327,01 Ko, déposé le 3 avr. 2018)
-  [Eval_RapportInvestigation_GBO3040-Q3.pdf](#) (213,29 Ko, déposé le 6 mai 2018)
-  [Plan_cadre-GBO-3040-Q3.pdf](#) (288,25 Ko, déposé le 3 avr. 2018)

Examen final

Date et lieu :	Le 19 juin 2018 de 08h30 à 11h30 , GHK-1340
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	40 %
Remise de l'évaluation :	Au professeur
Matériel autorisé :	Aucuns

Barème de conversion

Le barème n'a pas encore été ajouté par votre enseignant.

Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat

Tout étudiant(e) qui commet une infraction relative aux études, au sens du Règlement disciplinaire à l'intention des étudiants de l'Université Laval, dans le cadre du présent cours, notamment en ce que constitue du plagiat, est passible des sanctions qui sont prévues par ce Règlement. Il est très important que chaque étudiant(e) prenne connaissance des articles 22 à 32 dudit Règlement, à : http://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secrtaire_general/Reglements/Reglement_disciplinaire.pdf

Tout étudiant(e) est tenu, en réalisant tout travail écrit requis dans un cours, de respecter les règles relatives à la protection du droit d'auteur et à la prévention du plagiat dans ses travaux formateurs soumis à l'évaluation. Constituent notamment du plagiat les faits de :

- i. copier textuellement un ou plusieurs passages provenant d'un ouvrage sur support de papier ou électronique sans mettre ces passages entre guillemets ni en hors-texte et sans en mentionner la source;
- ii. résumer l'idée originale d'un auteur(e) en l'exprimant dans ses propres mots (paraphraser) sans en mentionner la source;
- iii. traduire partiellement ou totalement un texte sans en mentionner la provenance;
- iv. remettre un travail copié partiellement ou totalement d'un autre étudiant(e) (avec ou sans son accord);
- v. remettre un travail téléchargé partiellement ou totalement d'un site d'achat ou d'échange de travaux scolaires.

[Sources: En application de l'article 161 du Règlement des études de l'Université Laval, http://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secrtaire_general/Reglements/reglement-des-etudes-03062014.pdf, entré en vigueur le 3 juin 2014. Commission de l'Éthique de la science et de la technologie, *La tricherie dans les évaluations et les travaux à l'université: l'éthique à la rescousse* (rédaction: Denis Boucher), Québec, 15 mai 2009; texte adapté ici le 16 juillet 2009.]

Correction linguistique, retard et présentation des travaux

Un maximum de 15% pourra être enlevé aux résultats de chacun des examens et des travaux pour des fautes de grammaire, d'orthographe, de ponctuation ou de syntaxe, ainsi que pour la propreté du document, et cela à raison d'un demi-point (0.5%) par faute ou erreur constatée. La correction des travaux d'étudiants non francophones fera l'objet d'une considération particulière. Aucun retard injustifié à la remise des travaux ne sera toléré.

Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation

Le seul appareil électronique toléré pendant une séance d'évaluation est la calculatrice.

Les calculatrices autorisées durant les séances d'examen pour tous les cours offerts par la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique sont les suivantes :

- Hewlett Packard HP 20S, HP 30S, HP 32S2, HP 33S, HP 35S
- Texas Instrument TI-30Xa, TI-30XIIB, TI-30XIIS, TI-36X (plus fabriqué),
- BA35

- Sharp EL-531**, EL-535-W535, EL-546**, EL-510 R, EL 516*, EL-520**
- Casio FX-260, FX-300 MS, FX-350 MS, FX-300W Plus, FX-991MS, FX-991ES (plus fabriqué), FX-991W*, FX-991ES Plus C*

* Modèles qui ne seront plus autorisés dès 2016.

** Calculatrices Sharp: sans considération pour les lettres qui suivent le numéro.

Absence aux examens

Un étudiant absent à un examen ou à toute autre séance d'évaluation obtient automatiquement la note zéro à moins qu'il ait des motifs sérieux justifiant son absence.

Les seuls motifs acceptables pour s'absenter à un examen et avoir droit à un examen de reprise sont les suivants :

- **Convocation par une cour de justice** durant la plage horaire prévue pour l'examen avec preuve de convocation.
- **Maladie durant la plage horaire prévue pour l'examen avec un billet de médecin** précis incluant les dates d'invalidité et les coordonnées du médecin.
- **Mortalité d'un proche** avec preuve de décès et lettre d'une tierce personne attestant du lien de parenté ou autre lien entre l'étudiant et la personne décédée.

Les pièces justificatives doivent être des originaux et doivent être présentées à l'enseignant, au directeur de programme ou au secrétariat des études (1250 pavillon Abitibi-Price) le plus rapidement possible.

Aucune justification d'absence reliée à des événements sportifs (sauf pour les athlètes du Rouge et Or, sur approbation préalable de la direction de programmes) ou reliée à un emploi, à un conflit d'horaire avec d'autres cours ou examens, à des horaires de voyage conflictuels (billets d'avion déjà achetés, par exemple) ou à des motifs religieux quelconques n'est acceptable.

Les conflits d'horaire doivent être résolus au tout début de la session, avant la fin de la période de modification du choix de cours, par l'étudiant lui-même. Un étudiant inscrit au cours après cette date est réputé ne pas avoir de conflit d'horaire et pourra se présenter à tous ses examens.

L'étudiant dont l'absence est dûment justifiée a l'obligation de se rendre disponible pour un examen de reprise à la date fixée par l'enseignant sans quoi il obtiendra la note zéro pour cet examen.

Matériel didactique

Matériel obligatoire

G.A. Smook:: Manuel du technicien et de la technicienne en Pâtes et papiers (traduction de l'anglais). CÉGEP de Trois- Rivières, 1989. Disponible à la librairie universitaire.

Matériel complémentaire

Rydholm, S. (1965): Pulping Processes, Interscience Publ., New York

T. Stevanovic et D. Perrin (2009) : « Chimie du bois », Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Suisse, 241 pp. ISBN 978-2-88074-799-2

T. Stevanovic (2012) : « Lignines et bioraffinage : nouvelles perspectives d'applications ». CQVB, Bio-Tendance, BTD-2 Janvier 2012 (15 pages) (document disponible sur le portail de cours pour la lecture personnelle des étudiants)

Bibliographie

Bibliographie

-  [BiorefiningTembec-2006.pdf](#)
(1,28 Mo, déposé le 3 avr. 2018)
-  [BTD-BI-Lignine_vF2 \(2\).pdf](#)
(919,3 Ko, déposé le 3 avr. 2018)
-  [Fermentation of sulfite liquor to ethanol-Biotechn.Bioengin-1987.pdf](#)
(512,67 Ko, déposé le 3 avr. 2018)
-  [Comparison of yeast strains for fermentation of spent sulphite liquor-J.Ind.Microb. Biotechn.-1997.pdf](#)
(120,1 Ko, déposé le 3 avr. 2018)
-  [Plan_cadre-GBO-3040.pdf](#)
(300,86 Ko, déposé le 3 avr. 2018)
-  [DevisÉchelle_Q9_18_mars_15.pdf](#)
(315,66 Ko, déposé le 3 avr. 2018)
-  [DevisÉchelle_Q3_20_mai_15.pdf](#)
(326,21 Ko, déposé le 3 avr. 2018)