

## PLAN DE COURS

# GBO-3040 : Matériaux de fibres cellulosiques

NRC 57904 | Été 2017

Préalables : GBO 2020

Mode d'enseignement : Présentiel

Temps consacré : 3-2-4

Crédit(s) : 3

Importance et historique de la fabrication du papier. Description des procédés de mise en pâte chimique et mécanique à partir de copeaux et de billons de bois. Pâtes chimiques : kraft, sulfites et organosolv. Technologie de mise en pâte chimique kraft. Laboratoire sur la fabrication de la pâte kraft et détermination de ses indices (indice kappa et taux d'holocellulose). Opérations technologiques impliquées dans la mise en pâte (écorçage, tamisage, lavage, essorage). Pâtes mécaniques de meule et de raffineur (pâte thermomécanique). Blanchiment des pâtes chimiques et mécaniques et l'environnement. Éléments de fabrication du papier et du carton. Caractérisation (DBO, DCO, toxicité etc.) et traitement des eaux usées. Concept de bioraffinerie intégrée. Nouvelles applications de la cellulose (cellulose microcristalline, nanocellulose), des hémicelluloses et des lignines dans le secteur de matériaux.

## Plage horaire

Cours en classe			
lundi	08h30 à 12h20	<a href="#">GHK-1340</a>	Du 1 mai 2017 au 16 juin 2017
	13h30 à 17h20	<a href="#">GHK-1340</a>	Du 1 mai 2017 au 16 juin 2017
mardi	08h30 à 12h20	<a href="#">GHK-1340</a>	Du 1 mai 2017 au 16 juin 2017

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=80641>

## Coordonnées et disponibilités

Tatjana Stevanovic

*Enseignante*

Pavillon Gene H. Kruger 2367/ 2383

[tatjana.stevanovic@sbf.ulaval.ca](mailto:tatjana.stevanovic@sbf.ulaval.ca)

Tél. : 418-656-2131 poste 7337

Télec. : 418-656-2091

Eric Loranger

*Enseignant*

[Eric.loranger.1@ulaval.ca](mailto:Eric.loranger.1@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

---

<b>Description du cours</b> .....	<b>4</b>
Introduction .....	4
Objectifs généraux .....	4
Approche pédagogique .....	4
<b>Contenu et activités</b> .....	<b>5</b>
<b>Évaluation et résultats</b> .....	<b>6</b>
Évaluation des apprentissages .....	6
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
<b>Matériel didactique</b> .....	<b>9</b>
Matériel obligatoire .....	9
Matériel complémentaire .....	9
<b>Bibliographie</b> .....	<b>10</b>
Bibliographie .....	10

# 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 complétera 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)**

## Contenu et activités

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

Titre	Date
<a href="#">Documents électroniques</a>	1 mai 2017
<a href="#">Cours 1 - Avant-midi</a> Introduction:•Présentation du professeur•Plan du cours;Chapitre 1 - Introduction et généralités:•Historique et importance de la production de papier•Caractéristiques des fibres celluloses•Sources de fibres celluloses industrielles•Étapes de fabrication des pâtes et papiers•Écologie et impact social	1 mai 2017 Introduction
<a href="#">Cours 1 - Après-midi</a> 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	1 mai 2017 Procédés de mise en pâte

<b>Cours 2</b> Chapitre 4 - Pâtes chimiques:•Pâtes Kraft (suite)•Introduction aux laboratoires	2 mai 2017
<b>Laboratoire 1 - Université Laval</b> Fabrication de pâte Kraft de feuillus et résineux	8 mai 2017
<b>Cours 3</b> Chapitre 2: Pâtes chimiques: Pâtes sulfites; Pâte Organosolv	9 mai 2017
<b>Laboratoire 2 - Université Laval</b> Indices sur la pâte Kraft	15 mai 2017
<b>Cours 6 Pâtes mécaniques et mi-chimiques de haut rendement</b> 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.	16 mai 2017
<b>Cours 4 Blanchiment des pâtes chimiques et mécaniques et traitement secondaire de la pâte</b> Chapitre 5 - Traitements secondaires de la pâte: •Classage•Épuration•Épaississage•Raffinage des rejets	22 mai 2017
<b>Cours 5 - après midi</b> Chapitre 6 - Désencrage:•Généralités•Remise en pâte•Désencrage par flottationRédaction de rapport de laboratoire	22 mai 2017
<b>Cours 5</b> Conférence du Pr Bruno Chabot	23 mai 2017
<b>Visite industrielle : Kruger Wayagamack</b> Visite de l'usine - procédé kraft; installation destinées à la protection de l'environnement Rédaction de rapport: Impact du génie sur la société et l'environnement Q9	29 mai 2017
<b>Cours 7</b> Chapitre 7 - Environnement et la production des pâtes et papiers:•Écologie•Traitements des effluents et des rejets•Réglementation	30 mai 2017
<b>Laboratoire Investigation - Université du Québec à Trois-Rivières</b> •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	5 juin 2017
<b>Cours 8 Bioraffinerie forestière</b> Chapitre 9 Bioraffinerie forestière des pâtes et papiers et l'environnementExemples d'application des fibres et des constituants du boisConférence : Denis Rodrigue, professeur au département de génie chimique: Nouveaux développement dans le domaine des composites avec les fibres et les biopolymères du bois, Remise du rapport sur la visite visite industrielle	6 juin 2017
<b>Cours 9 - Avant-midi</b> Chapitre 10 - Bioraffinerie forestière: Les nanocelluloses Conférence du Pr Éric Loranger de l'UQTRTatjana Stevanovic:Nouvelles applications des ligninesRemise du rapport sur l'atelier investigation	12 juin 2017
<b>Cours 9 - Après-midi</b> •Révision et exercices pour l'examen	12 juin 2017
<b>Examen final</b>	13 juin 2017

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 6 juin 2017 à 23h59	En équipe	30 %
Rapport de visite industrielle	Dû le 6 juin 2017 à 23h59	Individuel	15 %
Rapport d'investigation	Dû le 12 juin 2017 à 23h59	Individuel	15 %
Examen final	Le 13 juin 2017 de 08h30 à 11h30	Individuel	40 %

## Formats

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

## Informations détaillées sur les évaluations sommatives

### Rapport de Laboratoire

Date de remise : 6 juin 2017 à 23h59  
Mode de travail : En équipe  
Pondération : 30 %  
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)  
GHK -1340

### Rapport de visite industrielle

Date de remise : 6 juin 2017 à 23h59  
Mode de travail : Individuel  
Pondération : 15 %  
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)  
GHK-1340

Fichiers à consulter : [DevisÉchelle\\_Q9\\_18\\_mars\\_15.pdf](#) (318,49 Ko, déposé le 16 mars 2017)  
[Plan\\_cadre-GBO-3040-Q9.pdf](#) (269,18 Ko, déposé le 3 mai 2017)  
[Grille\\_Eval\\_VisiteIndustrielle GBO3040-Q9.pdf](#) (145,69 Ko, déposé le 3 mai 2017)

### Rapport d'investigation

Date de remise : 12 juin 2017 à 23h59  
Mode de travail : Individuel  
Pondération : 15 %  
Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)  
GHK-1340

Fichiers à consulter : [DevisÉchelle\\_Q3\\_20\\_mai\\_15.docx.pdf](#) (327,01 Ko, déposé le 16 mars 2017)

## Examen final

Date :	Le 13 juin 2017 de 08h30 à 11h30
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	40 %
Remise de l'évaluation :	Au professeur
Matériel autorisé :	Aucuns

## Barème de conversion

Cote	% minimum	% maximum
A+	89,5	100
A	86,5	89,49
A-	83,5	86,49
B+	80,5	83,49
B	77,5	80,49
B-	74,5	77,49

Cote	% minimum	% maximum
C+	71,5	74,49
C	68,5	71,49
C-	64,5	68,49
D+	60,5	64,49
D	54,5	60,49
E	0	54,49

## 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](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](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 16 mars 2017)



[BTD-BI-Lignine\\_vF2 \(2\).pdf](#)

(919,3 Ko, déposé le 16 mars 2017)



[Fermentation of sulfite liquor to ethanol-Biotechn.Bioengin-1987.pdf](#)

(512,67 Ko, déposé le 16 mars 2017)



[Comparison of yeast strains for fermentation of spent sulphite liquor-J.Ind.Microb. Biotechn.-1997.pdf](#)

(120,1 Ko, déposé le 16 mars 2017)