

## PLAN DE COURS

# GBO-3021 : Bioraffinage du bois

NRC 15135 | Hiver 2019

Préalables : GBO 1020 ET GBO 2020

Mode d'enseignement : Présentiel

Temps consacré : 0-0-9    Crédit(s) : 3

Ce cours présente les nouvelles biotechnologies de transformation des glucides provenant de la saccharification de la biomasse lignocellulosique et des produits issus : éthanol cellulosique, acide lactique, acide succinique et autres. Il s'intéresse à la conception et aux propriétés de nouveaux matériaux composites contenant les biopolymères du bois : les lignines industrielles, la nanocellulose cristalline (NCC), microfibrillée, ainsi que les fibres (de pâtes, du bois, d'écorce). Il traite également de la transformation thermochimique du bois (pyrolyse, torréfaction, gazéification) et des applications des produits issus, des procédés d'extraction et des nouvelles applications des extractibles forestiers.

Veuillez noter que les rencontres seront au GHK-1358 du pavillon Gene H. Kruger.

## Plage horaire

Rencontre		
jeudi	09h00 à 10h20	Le 17 janv. 2019
	09h00 à 10h20	Le 14 févr. 2019
	09h00 à 10h20	Le 28 févr. 2019
	09h00 à 10h20	Le 14 mars 2019
	09h00 à 10h20	Le 28 mars 2019
	09h00 à 10h20	Le 11 avr. 2019
	09h00 à 10h20	Le 25 avr. 2019

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=102533>

## Coordonnées et disponibilités

Tatjana Stevanovic

*professeure*

Pavillon Gene-H. Kruger, local 2383

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

Tél. : 418-656-2131 poste 7337


Télec. : 418-656-2091

*Disponibilités*

Rendez-vous pris par courriel

## 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
But .....	4
Objectifs généraux .....	4
Approche pédagogique .....	4
Modalités d'encadrement .....	4
Charge de travail et calendrier .....	5
Étudiant ayant un handicap, un trouble d'apprentissage ou un trouble mental .....	5
<b>Contenu et activités</b> .....	<b>5</b>
<b>Évaluation et résultats</b> .....	<b>5</b>
Évaluation des apprentissages .....	5
Informations détaillées sur les évaluations sommatives .....	6
Questionnaire Module 1 .....	6
Questionnaire Module 2 .....	6
Questionnaire Module 3 .....	6
Questionnaire Module 4 .....	7
Questionnaire Module 5 .....	7
Rapport écrit sur un sujet choisi .....	7
Informations détaillées sur les évaluations formatives .....	8
Choix de sujet de recherche .....	8
Présentation d'une table des matières .....	8
Barème de conversion .....	8
Règles disciplinaires contre la tricherie et le plagiat .....	8
Correction linguistique, retard et présentation des travaux .....	9
Évaluation de l'enseignement .....	9
Utilisation d'appareils électroniques pendant une séance d'évaluation .....	9
Absence aux examens .....	9
<b>Matériel didactique</b> .....	<b>10</b>
Matériel obligatoire .....	10
Site web de cours .....	10
Matériel complémentaire .....	10
Spécifications technologiques .....	10
<b>Médiagraphie et annexes</b> .....	<b>10</b>
Bibliographie .....	10

# Description du cours

---

## Introduction

Le bioraffinage peut être défini « comme le concept global permettant au moyen de procédés spécifiques la conversion de la biomasse en de nombreux produits de haute valeur ajoutée » (US Department of Energy). Ou encore comme le « procédé qui intègre la conversion de la biomasse pour produire de l'énergie électrique et des produits chimiques » (National Renewable Energy Laboratory, NREL, USA). Ou encore, les bioraffineries peuvent être décrites comme « des industries bio-intégrées, produisant à partir de la biomasse et d'une variété de technologies, à la fois des produits chimiques, des biocarburants, de l'énergie, des agromatériaux (incluant les fibres végétales) et des aliments et ingrédients alimentaires (INRA, France). Dans le cadre du cours Bioraffinage du bois on porte une attention particulière sur les nouvelles voies de conversion des biopolymères du bois ainsi qu'au concept technologiques impliqués.

Ce cours optionnel se trouve dans la liste des cours à l'option force (liste I) des cours d'ingénierie donnés par un ingénieur. Ce cours reflète la réalité de l'évolution actuelle de l'industrie forestière, notamment de celle de pâtes et papiers. Cette dernière connaît une évolution vers la bioraffinerie forestière intégrée dans un premier temps, suivant le besoin de valoriser les constituants du bois dans des nouvelles applications.

Bioraffinage du bois s'intéresse alors pour les applications nouvelles et innovantes du bois, mais aussi de ses constituants polymères (cellulose, hémicelluloses et lignines), ainsi que des molécules « libres » de la structure poreuse du bois, les extractibles. Certains des technologies auxquelles on s'intéresse sont des anciennes technologies mais appliquées aujourd'hui avec des objectifs différents, principalement pour assurer un développement durable dans le domaine du génie du bois.

## But

Le but de ce cours est de familiariser les étudiants avec les possibilités de la valorisation complète du bois en appliquant les concepts de bioraffinage.

## Objectifs généraux

**On s'intéresse aux cinq volet de valorisations du bois et de ses constituants**

*Cellulose nano dans les nouveaux matériaux*

*Saccharification du bois et produits de fermentation des glucides*

*Valorisation des lignines dans les matériaux innovants*

*Extractibles forestiers pour des applications fines*

*Transformation thermique du bois*

Dans chacun de ces modules nous allons nous intéresser au degré de la maturité de la technologie (laboratoire, pilote ou industriel) et on va analyser les concepts d'ingénierie impliqués dans les technologies faisant l'objet de l'étude (opérations unitaires- extractions, séparations etc) et les équipements d'ingénierie appliqués.

## Approche pédagogique

Ce cours est donné en appliquant une formule hybride. On évalue la compréhension générale des concepts illustrés (sous forme de présentations vidéo) ou encore présentés dans les documents écrits (power point, articles, rapports) pour les 5 modules par des questionnaires, dont l'évaluation vaut 30% de la note. Les étudiants doivent réussir les questionnaires avant de procéder au choix du sujet de recherche approfondie. On donne jusqu'à 28 février pour finaliser les questionnaires.

Le 17 février la première rencontre avec la professeure pour identifier le sujet de recherche. Deux semaines plus tard on présente la table des matières et le choix de littérature.

## Modalités d'encadrement


Rencontres avec la professeure dans la salle de cours GHK 1358 selon le calendrier.

## Charge de travail et calendrier

Un cours de 3 crédits, travail individuel

## 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
<a href="#">Module 1 - Transformation thermique du bois</a> À terminer pour date: 28 Février 2019
<a href="#">Module 2 - Extractibles forestiers</a> À terminer pour date: 28 Février 2019
<a href="#">Module 3 - Produits issus de la saccharification des polysaccharides du bois</a> À terminer pour date: 28 Février 2019
<a href="#">Module 4 - Applications des lignines</a> À terminer pour date: 28 Février 2019
<a href="#">Module 5 - Les nanocelluloses et leurs applications</a> À terminer pour date: 28 Février 2019
<a href="#">Choix du sujet et table des matières</a> À terminer pour date: 28 Février 2019
<a href="#">Travail long</a> Soumettre par la date: 25 Avril 2019

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
Questionnaires (Moyenne des évaluations de ce regroupement)			30 %
Questionnaire Module 1	Du 17 janv. 2019 à 06h00	Individuel	---

	au 28 févr. 2019 à 23h59		
Questionnaire Module 2	Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59	Individuel	---
Questionnaire Module 3	Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59	Individuel	---
Questionnaire Module 4	Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59	Individuel	---
Questionnaire Module 5	Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59	Individuel	---
<b>Travail long (Somme des évaluations de ce regroupement)</b>			<b>70 %</b>
Rapport écrit sur un sujet choisi	Dû le 25 avr. 2019 à 23h59	Individuel	70 %

<b>Formatives</b>		
<b>Titre</b>	<b>Date</b>	<b>Mode de travail</b>
Choix de sujet de recherche	Dû le 28 févr. 2019 à 23h59	Individuel
Présentation d'une table des matières	Dû le 14 mars 2019 à 23h59	Individuel

## Informations détaillées sur les évaluations sommatives

### Questionnaire Module 1

Titre du questionnaire :	<a href="#">Questionnaire module 1</a>
Période de disponibilité :	Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59
Tentatives :	1 tentative permise
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	Cette évaluation fait partie du regroupement <i>Questionnaires</i> qui est basé sur la règle d'attribution <i>Moyenne des évaluations</i> . La pondération de ce regroupement est de 30 % de la session.

### Questionnaire Module 2

Titre du questionnaire :	<a href="#">Questionnaire Module 2</a>
Période de disponibilité :	Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59
Tentatives :	1 tentative permise
Mode de travail :	Individuel
Pondération :	Cette évaluation fait partie du regroupement <i>Questionnaires</i> qui est basé sur la règle d'attribution <i>Moyenne des évaluations</i> . La pondération de ce regroupement est de 30 % de la session.

### Questionnaire Module 3

Titre du questionnaire :	<a href="#">Questionnaire Module 3</a>
Période de disponibilité :	Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59
Tentatives :	1 tentative permise
Mode de travail :	Individuel

Pondération : Cette évaluation fait partie du regroupement *Questionnaires* qui est basé sur la règle d'attribution *Moyenne des évaluations*. La pondération de ce regroupement est de 30 % de la session.

---

## Questionnaire Module 4

Titre du questionnaire : [Questionnaire module 4](#)  
Période de disponibilité : Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59  
Tentatives : 1 tentative permise  
Mode de travail : Individuel  
Pondération : Cette évaluation fait partie du regroupement *Questionnaires* qui est basé sur la règle d'attribution *Moyenne des évaluations*. La pondération de ce regroupement est de 30 % de la session.

---

## Questionnaire Module 5

Titre du questionnaire : [Questionnaire Module 5](#)  
Période de disponibilité : Du 17 janv. 2019 à 06h00 au 28 févr. 2019 à 23h59  
Tentatives : 1 tentative permise  
Mode de travail : Individuel  
Pondération : Cette évaluation fait partie du regroupement *Questionnaires* qui est basé sur la règle d'attribution *Moyenne des évaluations*. La pondération de ce regroupement est de 30 % de la session.

---

## Rapport écrit sur un sujet choisi

Date de remise : 25 avr. 2019 à 23h59  
Mode de travail : Individuel  
Pondération : 70 %

Critères de correction :

Critère	Notation
Structure et contenu	30
Qualité de présentation	20
Recherche bibliographique et citation correcte	35
Originalité	15

Remise de l'évaluation : [Boîte de dépôt](#)

Une copie imprimée à donner à la professeure

Directives de l'évaluation :

1. Résumé de document en 300 mots, suivi par 5-7 mots clé
2. Le résumé devrait avoir la structure suivante:
3. Introduction/mise en contexte - moins que 100 mots, principe de méthode - environ 50 mots, résultats - échelle de la technologie - environ 80 mots, discussion - environ 50 mots, conclusion - environ 20 mots
4. Résumé ...30% de la note finale
5. Le document principal doit contenir les éléments suivants:
6. Mise en contexte et historique..10%
7. Description de la technologie choisie, ses principes, équipement de génie utilisé, principe de base de génie, état de maturité de la bioraffinerie présentée: échelle laboratoire, pilote ou encore industrielle pionnière; Il faut introduire les schémas, image des équipements, ainsi que les figures sur les structures des produits chimiques ...30%
8. Discussion sur les produits issus de la bioraffinerie choisie et les applications ...10%
9. Conclusion et perspectives...10%

10. Références bibliographiques: leur bon placement dans le document, exactitude de leur citation, nombre...10%

Fichiers à consulter :

 [Évaluation rapport bioraffinage.pdf](#) (236,67 Ko, déposé le 10 déc. 2018)

## Informations détaillées sur les évaluations formatives

---


### Choix de sujet de recherche

Date de remise : 28 févr. 2019 à 23h59

Mode de travail : Individuel

Remise de l'évaluation : [tatjana.stevanovic@sbf.ulaval.ca](mailto:tatjana.stevanovic@sbf.ulaval.ca)

Directives de l'évaluation : Mettre en avant les aspects du génie dans le document

Fichiers à consulter :  [Borregaard-world's most advanced biorefinery in operation.pdf](#) (5,84 Mo, déposé le 10 déc. 2018)

 [BiorefiningTembec-2006.pdf](#) (1,27 Mo, déposé le 10 déc. 2018)

 [Oak Ridge Laboratory lignin to carbon fiber.pdf](#) (5,69 Mo, déposé le 10 déc. 2018)

---

### Présentation d'une table des matières

Date de remise : 14 mars 2019 à 23h59

Mode de travail : Individuel

Remise de l'évaluation : [tatjana.stevanovic@sbf.ulaval.ca](mailto:tatjana.stevanovic@sbf.ulaval.ca)

Directives de l'évaluation : Identifier déjà l'état de maturité de bioraffinerie à présenter : laboratoire, échelle pilote ou encore pionnier industriel

### 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 23 à 46 dudit Règlement, à : [http://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secretaire\\_general/Reglements/Reglement\\_disciplinaire\\_a\\_l\\_intention\\_des\\_etudiants\\_CA-2016-91.pdf](http://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secretaire_general/Reglements/Reglement_disciplinaire_a_l_intention_des_etudiants_CA-2016-91.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 :



1. 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;
2. résumer l'idée originale d'un auteur(e) en l'exprimant dans ses propres mots (paraphraser) sans en mentionner la source;
3. traduire partiellement ou totalement un texte sans en mentionner la provenance;
4. remettre un travail copié partiellement ou totalement d'un autre étudiant(e) (avec ou sans son accord);
5. 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/Secretaire\\_general/Reglements/reglement-des-etudes-2014.pdf](http://www2.ulaval.ca/fileadmin/Secretaire_general/Reglements/reglement-des-etudes-2014.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.

## Évaluation de l'enseignement

En conformité avec la [Politique de valorisation de l'enseignement et Dispositions relatives à l'évaluation de l'enseignement à l'Université Laval](#), il est possible que le cours que vous suivez soit évalué. Si tel est le cas, vous recevrez une invitation à remplir un questionnaire d'appréciation en ligne [ou transmis par la poste selon le cas]. Votre opinion est très importante car elle permettra d'améliorer la qualité de ce cours. Nous comptons donc grandement sur votre collaboration.

## 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 ou à des horaires de voyage conflictuels (billets d'avion déjà achetés, par exemple) 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

Tout le matériel didactique est disponible en ligne dans la section « Contenu et activités »

### Site web de cours

Nanocellulose :

[https://www.youtube.com/watch?v=vxqbuOjWV2s&index=3&list=PLlIb5W4lIdwd\\_TFdIzRAFkq09uLavOM\\_w&t=56s](https://www.youtube.com/watch?v=vxqbuOjWV2s&index=3&list=PLlIb5W4lIdwd_TFdIzRAFkq09uLavOM_w&t=56s)

Pyrolyse:

[https://www.youtube.com/watch?v=lvZFfx7XhQE&index=13&list=PLlIb5W4lIdwd\\_TFdIzRAFkq09uLavOM\\_w&t=0s](https://www.youtube.com/watch?v=lvZFfx7XhQE&index=13&list=PLlIb5W4lIdwd_TFdIzRAFkq09uLavOM_w&t=0s)

Transformation biochimique:

[https://www.youtube.com/watch?v=ziYKhp3Clm0&index=14&list=PLlIb5W4lIdwd\\_TFdIzRAFkq09uLavOM\\_w&t=0s](https://www.youtube.com/watch?v=ziYKhp3Clm0&index=14&list=PLlIb5W4lIdwd_TFdIzRAFkq09uLavOM_w&t=0s)

Bioraffinage (ZeaChem):

[https://www.youtube.com/watch?v=HOZDFWIIW8U&index=15&list=PLlIb5W4lIdwd\\_TFdIzRAFkq09uLavOM\\_w&t=324s](https://www.youtube.com/watch?v=HOZDFWIIW8U&index=15&list=PLlIb5W4lIdwd_TFdIzRAFkq09uLavOM_w&t=324s)

Tonnellerie RADOUX :

[https://www.youtube.com/watch?v=PDbWdveo4bM&index=6&list=PLlIb5W4lIdwd\\_TFdIzRAFkq09uLavOM\\_w&t=97s](https://www.youtube.com/watch?v=PDbWdveo4bM&index=6&list=PLlIb5W4lIdwd_TFdIzRAFkq09uLavOM_w&t=97s)

### Matériel complémentaire

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

#### site internet

<http://www.energy.gov/eere/bioenergy/integrated-biorefineries>

### Spécifications technologiques

- Ordinateur
- Connection web à haut débit

## Médiagraphie et annexes

---

## Bibliographie

L'objectif principal de ce cours est de développer la capacité de recherche bibliographique de l'étudiant, pour faire un rapport succinct sur les lectures. Le document doit contenir l'information sur le principe de base et l'ingénierie du procédé, ses produits et leurs applications. La maturité de la bioraffinerie choisie devrait aussi être identifiée dans le document. choisi



[Bioraffinerie forestière.pdf](#)

*(1,24 Mo, déposé le 10 déc. 2018)*



[Borregaard-world's most advanced biorefinery in operation.pdf](#)

*(5,84 Mo, déposé le 10 déc. 2018)*



[DRT bioraffinerie.pdf](#)

*(4 Mo, déposé le 11 déc. 2018)*