



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resource  
Canada

PROCÉDÉS AVANCÉS DE BIORAFFINAGE

# LOGICIEL I-BIOREF

Canada

# OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR L'ÉVALUATION DES STRATÉGIES DE TRANSFORMATION EN BIOÉCONOMIE



i-BIOREF est un outil d'aide à la décision de pointe pour créer, modéliser et analyser des projets de bioraffinerie industrielle et de bioéconomie. En suivant des étapes prédéterminées, l'outil permet de quantifier les performances techniques, économiques, environnementales et socio-économiques de ces projets.

i-BIOREF évalue les avantages liés aux procédés de bioraffinage les plus avancés, et aide l'utilisateur à identifier les solutions viables dans différents contextes de mise en œuvre.

i-BIOREF combine une architecture logicielle flexible, plus de 50 indicateurs multidisciplinaires de prise de décision, une évaluation de projet en fonction de son emplacement et de multiples bases de données. Le logiciel permet d'identifier des solutions de bioraffinage efficaces et durables pour la production de multiples produits biosourcés tels que la bioénergie, les carburants renouvelables, les produits biochimiques et les biomatériaux.

## LES DÉFIS DE LA TRANSFORMATION DES INDUSTRIES VERS LA BIOÉCONOMIE

Les voies et les stratégies conflictuelles qui évoluent dans un environnement commercial incertain peuvent rendre la prise de décision complexe, ce qui entrave l'intégration d'une économie sobre en carbone et de la bioéconomie pour une transformation industrielle durable. Un nouveau paradigme est donc nécessaire pour garantir la cohérence et la flexibilité tout au long de la chaîne décisionnelle.

Bien que la mise en œuvre de nouvelles stratégies implique une certaine prise de risque, les acteurs de la bioéconomie ne sont pas nécessairement enclins au risque. Au contraire, ils ont plutôt tendance à adopter des approches hybrides d'analyse de scénarios qui combinent des méthodes prospectives et ad hoc pour faire face aux incertitudes inhérentes aux risques techniques, économiques et politiques, ainsi qu'à l'acceptabilité sociale des projets de bioéconomie.

**L'intégration des technologies de bioraffinage dans les installations existantes et nouvelles soulève des questions essentielles :**



### AVANTAGES

Quels sont les avantages de l'intégration des technologies de bioraffinage dans une industrie donnée, et quelles sont les meilleures pratiques à établir?



### STRATÉGIES

Quelles sont les stratégies de mise en œuvre viables sur les plans économique et environnemental à court, moyen et long termes?



### POLITIQUES

Comment les mesures et les instruments politiques influencent-ils la définition et/ou la décision concernant la stratégie de bioraffinage?

## UNE PLATEFORME INTÉGRÉE D'AIDE À LA DÉCISION POUR LE BIORAFFINAGE

Le principal avantage pour les utilisateurs d'I-BIOREF est la possibilité de définir et de modéliser des projets de bioraffinage de pointe dans une multitude de contextes, et de les évaluer à l'aide d'un ensemble multidisciplinaire d'indicateurs de décision. Cela peut se faire en exécutant différents scénarios futurs et en représentant graphiquement les résultats, le tout au sein d'une **seule plateforme logicielle**.

Une bioraffinerie est largement définie comme un complexe industriel intégré utilisant diverses ressources de biomasse pour produire de multiples produits biosourcés, notamment de la bioénergie, des carburants renouvelables, des produits biochimiques et des biomatériaux. En tant qu'outil d'aide à la décision visant à faciliter l'évaluation des projets de bioraffinage, I-BIOREF permet à l'utilisateur de modéliser et d'évaluer facilement les voies de bioraffinage, y compris les solutions les plus avancées et technologiquement matures.

I-BIOREF est doté d'une interface graphique conviviale et d'une bibliothèque complète de technologies de bioraffinage bien établies, ce qui rend possible la modélisation d'un large

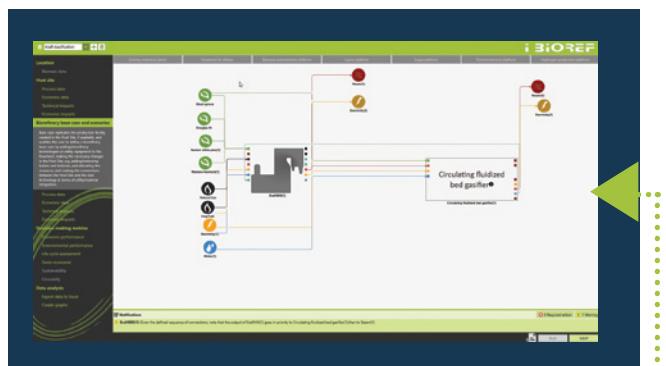
éventail de projets de bioéconomie ainsi que l'évaluation de leurs performances dans des scénarios où plusieurs paramètres du projet peuvent être modifiés simultanément. Ainsi, les utilisateurs d'I-BIOREF disposent de la flexibilité nécessaire pour modéliser l'intégration de petites unités de bioraffinage dans des installations industrielles existantes, tout aussi facilement que des « biohubs » à grande échelle comprenant diverses combinaisons de technologies sur un site nouvellement développé.

En outre, I-BIOREF permet aux utilisateurs d'effectuer des analyses comparatives multidisciplinaires de projets de bioraffinage en présentant des indicateurs de décision représentatifs des principaux problèmes d'incertitude auxquels sont confrontés les acteurs de la bioéconomie. L'ensemble actuel d'indicateurs couvre les perspectives technique, économique, environnementale et socio-économique. Les indicateurs représentatifs des perspectives de circularité et de durabilité sont également en cours de développement.



## TECHNOLOGIES DE BIORAFFINAGE INTÉGRÉES DANS I-BIOREF

En plus des modèles représentatifs des installations industrielles (p. ex. scieries, usines de pâte kraft et de pâte thermomécanique, etc.), I-BIOREF donne accès aux principaux paramètres de modélisation pour chaque étape du processus de valorisation de la biomasse, allant de la préparation et du prétraitement de diverses ressources de biomasse jusqu'à leur conversion en produits biosourcés intermédiaires ou finaux.



Technologie de bioraffinage intégrée dans une usine de pâte kraft

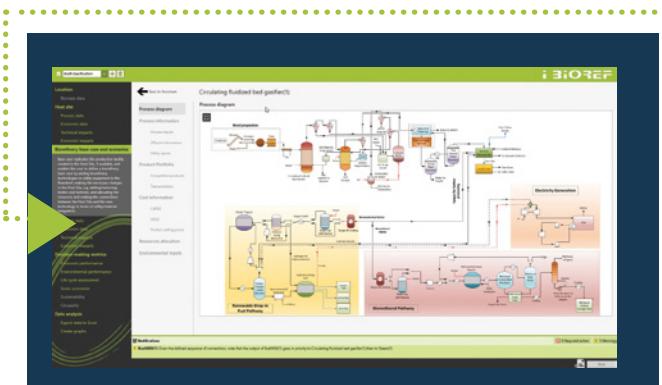
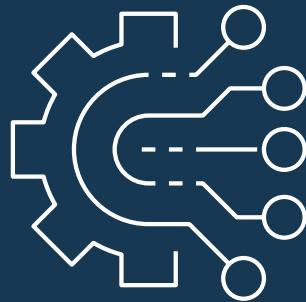


Diagramme des opérations d'une technologie de bioraffinage



### PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES DANS I-BIOREF :

- ➔ Procédés de prétraitement de biomasse non-chimiques (p. ex. extraction liquide à eau chaude) et chimiques (p. ex. organosolv, hydrolyse acide dilué)
- ➔ Technologies d'extraction et de valorisation de la lignine (p. ex. LignoBoost®, LignoForce System®, récupération et purification séquentielle liquide de la lignine [SLRP™], et récupération électrochimique de la lignine)
- ➔ Plateforme des sucres comprenant les procédés de conversion de flux riches en sucres, issus des unités de préparation et de prétraitement de biomasse, en produits de plus grande valeur tels le furfural ou le biobutanol
- ➔ Plateformes technologiques thermochimiques comprenant la pyrolyse rapide thermique et catalytique, les configurations de gazéification à lit fixe et à lit fluidisé circulant, et la liquéfaction hydrothermale
- ➔ Une plateforme d'hydrogène comprenant le reformage autothermique du méthane, le vaporeformage du méthane, l'électrolyse alcaline, l'électrolyse à membrane électrolyte polymère et la pyrolyse du méthane

Chaque technologie de bioraffinage peut être facilement reliée à différentes matières premières (biomasse, biogaz, dioxyde de carbone, hydrogène, gaz naturel d'origine fossile, gaz naturel renouvelable et gaz de synthèse), aux utilitaires (électricité, diverses sources de carburant, vapeur, eau) et aux systèmes utilitaires (digestion anaérobique, chaudière à vapeur et traitement des eaux usées) nécessaires à son fonctionnement.

## FONCTIONNALITÉS D'ANALYSE

Chaque modèle d'installation industrielle ou de technologie de bioraffinage s'appuie sur des bilans massiques et énergétiques détaillés ainsi que sur les caractéristiques clés des procédés, notamment l'électricité, la vapeur, l'eau, les biomasses, les carburants, les produits chimiques et les effluents. Les diagrammes d'opérations des procédés industriels sélectionnés sont également fournis pour visualiser les principales opérations unitaires qui y sont impliquées.

Afin de garantir la validité de la communication des données, une fonctionnalité de contrôle automatique est incorporée pour effectuer des diagnostics de la qualité et de la spécification des données. Cette fonctionnalité fournit des avertissements et des actions requises pour guider les utilisateurs dans la création d'un projet de bioraffinage, étape par étape.

Les analyses de scénarios actuels et ex-ante, motivées par des changements dans des variables techniques et économiques contrôlées, font également partie des avantages de l'outil d'aide à la décision I-BIOREF.

Lors du développement d'un projet de bioraffinage, I-BIOREF fournit une évaluation complète des aspects technique, économique, environnemental, socio-économique, du cycle de vie, de durabilité et de circularité.



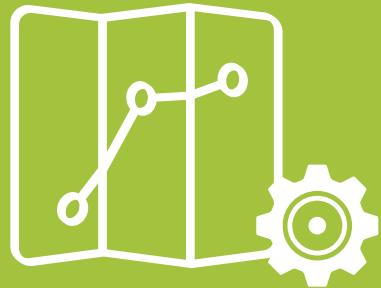
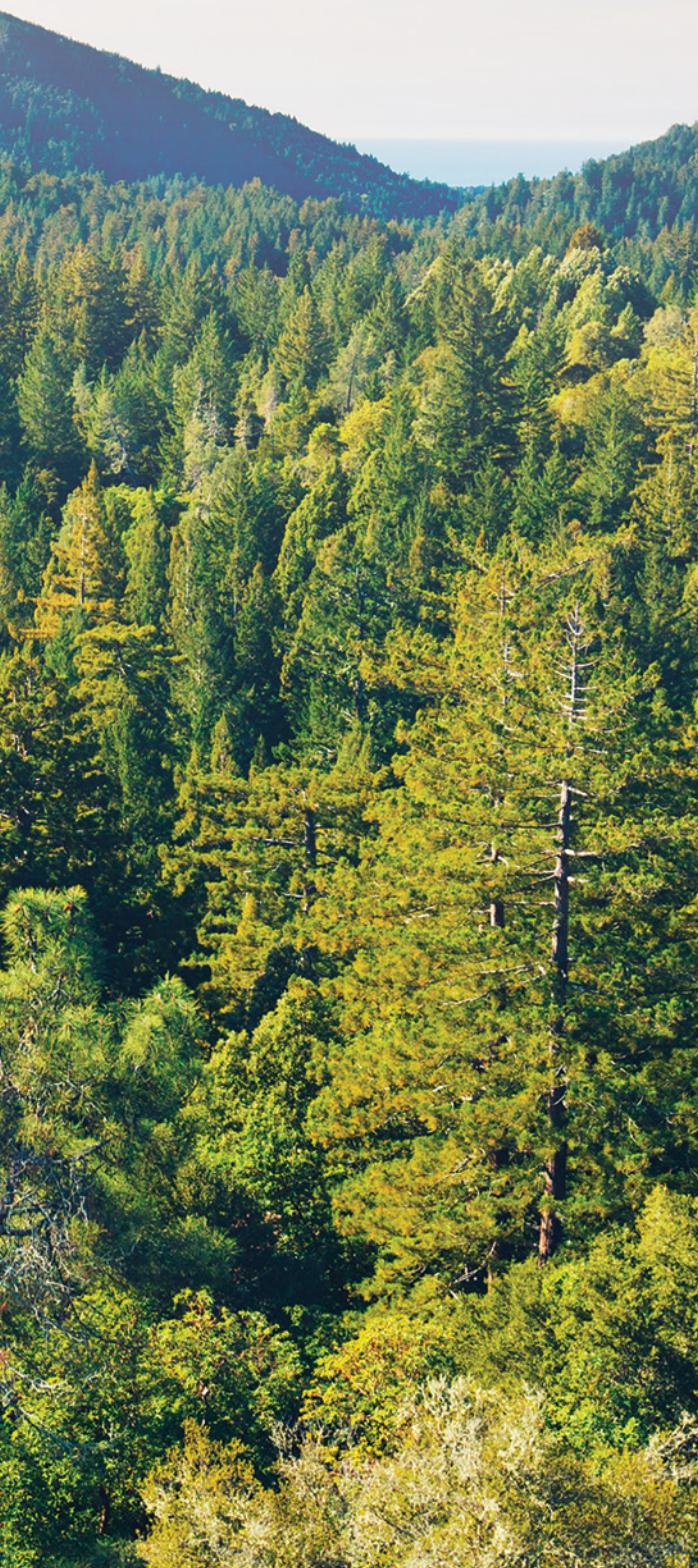
Analyse de scénarios



Indicateurs de prise de décision multicritères



## CAPACITÉS DU LOGICIEL



### POUR LA SIMULATION DES OPÉRATIONS DE LA CHAÎNE DE VALEUR DU BIORAFFINAGE, I-BIOREF COMPREND :

- ➔ Une fonctionnalité à caractère cartographique pour aider aussi bien les experts que les non-experts dans le domaine du bioraffinage et de la bioéconomie à localiser les projets et avoir accès aux données de recensement local pour l'évaluation socio-économique.
- ➔ L'approvisionnement en biomasse et la planification logistique qui minimisent les coûts d'acquisition, de stockage, de déchiquetage et de transport de la biomasse forestière tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Ce modèle prend en compte différents fournisseurs et acheteurs de biomasse opérant sur le territoire où le projet de bioraffinage est ou sera mis en œuvre.
- ➔ Les diagrammes d'opérations représentant les multiples unités de procédés de chaque technologie de bioraffinage et d'usine.
- ➔ Les bilans chimiques, énergétiques et massiques ainsi que les boucles de recyclage et les contraintes opérationnelles.
- ➔ La ventilation des équipements impliqués dans chaque technologie de bioraffinage y compris, mais sans s'y limiter, la préparation de la matière première (tamisage par convoyeur, désintégrateur mécanique, séchoir), les réacteurs chimiques et biochimiques, systèmes de membrane et de distillation, pompes, compresseurs, réservoirs de stockage, filtres-presses, unités d'électrolyse, systèmes de combustion au gaz, chaudières, échangeurs de chaleur, etc.
- ➔ Les informations sur les procédés (intrants, effluents et utilitaires), le portefeuille de produits (produits concurrents, transport), les renseignements sur les coûts (prix de vente des produits, dépenses d'exploitation et d'investissement), l'allocation des ressources, les données environnementales, etc.
- ➔ Les configurations technologiques complexes de bioraffinage intégrées et les systèmes de bioparcs interconnectés peuvent être modélisés et évalués d'un point de vue technico-économique, socio-économique, du cycle de vie et de l'environnement. Ces interconnexions facilitent l'évaluation de la durabilité des systèmes de bioparcs et l'analyse de scénarios pour optimiser les actifs existants.



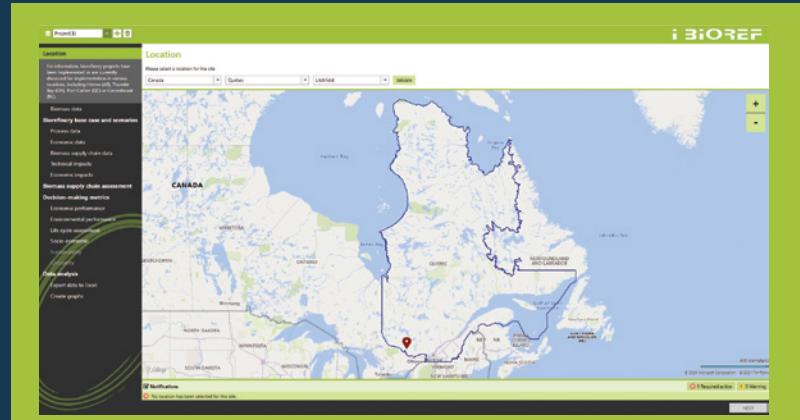
Évaluation multidisciplinaire des indicateurs de la prise de décision, notamment économiques (rentabilité, robustesse, efficacité du capital, proposition de valeur commerciale), environnementaux (stress sur l'environnement, émissions de GES, séquestration du carbone), de l'analyse du cycle de vie (santé humaine, qualité des écosystèmes, changement climatique, ressources, empreinte de la rareté de l'eau) et socio-économiques (création d'emplois directs et totaux, l'attrait du projet pour la main-d'œuvre, la probabilité d'un soutien local au projet de bioraffinage, partenariats avec les communautés autochtones).



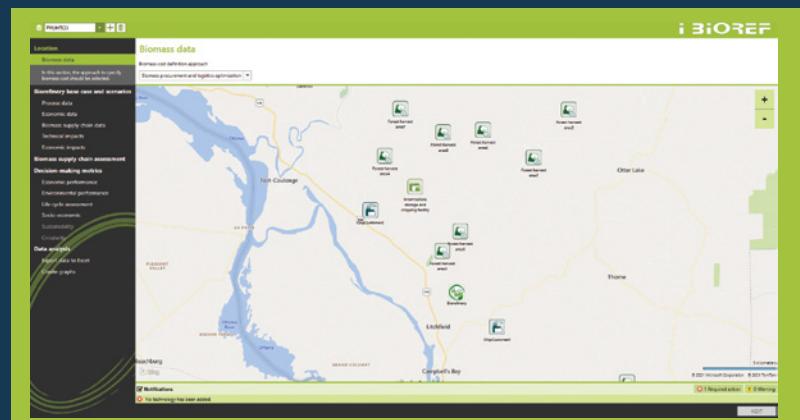
Les différents résultats et les indicateurs calculés dans I-BIOREF pour tous les scénarios peuvent être présentés côte à côte dans des tableaux pratiques et dynamiques. I-BIOREF dispose également d'une fonctionnalité permettant de créer et d'éditer des graphiques 2D (p. ex. des diagrammes linéaires, en barres et en secteurs circulaires) pour faciliter la comparaison de différents scénarios et pour effectuer des analyses de sensibilité des paramètres clés.



Fonction d'exportation des données vers Excel qui permet à l'utilisateur d'analyser plus en profondeur les différents résultats et d'étendre les calculs pour répondre à des besoins spécifiques qui ne sont pas représentés dans I-BIOREF.



Cartographie de l'emplacement des projets de bioraffinage



Modèle d'approvisionnement en biomasse et de planification logistique



Fonctionnalité pour créer des graphiques



**COGEN** – Pour maximiser l'efficacité et les revenus des systèmes de cogénération.

**INTÉGRATION** – Pour optimiser la récupération de chaleur dans les usines.

**EXPLORE** – Pour améliorer le fonctionnement des procédés en utilisant la puissance de l'analyse avancée des données.

**I-BIOREF** – Pour évaluer la viabilité économique ainsi que les impacts environnementaux et socio-économiques des technologies de bioraffinage.

**Pour plus de renseignements, veuillez consulter notre site Web ou nous contacter : [www.rncan.gc.ca](http://www.rncan.gc.ca) | 1-450-652-4621**

Courriel : [i-bioref@nrcan-rncan.gc.ca](mailto:i-bioref@nrcan-rncan.gc.ca)

Cat. : M154-144/2021F-PDF | ISBN : 978-0-660-40164-5