

Extractibles forestiers

Dossier n° 43343-R1

Rapport final (pour diffusion)

Extractibles forestiers

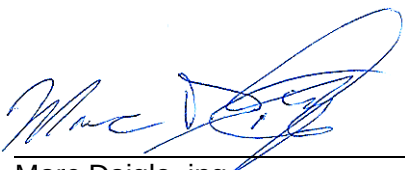
Dossier n° 43343-R1

Rapport final (pour diffusion)

Madame Mélanie Turgeon
MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS
Direction de la modernisation de l'industrie des produits forestiers
5700, 4^e Avenue Ouest, local A-202
Québec (Québec) G1H 6R1

Lyne Dubois, B.A.A., MBA
Vice-présidente, Investissement Québec – CRIQ

INVESTISSEMENT QUÉBEC



Marc Daigle, ing.
Gestionnaire de projet
Direction Performance environnementale
industrielle
Investissement Québec – CRIQ



Nicolas Turgeon, ing, M. Sc., EMBA
Directeur
Direction Performance environnementale
industrielle
Investissement Québec – CRIQ

Québec, le 13 septembre 2021

Extractibles forestiers

Équipe de projet

Principaux collaborateurs :

Pascal Dubé, chimiste, M. Sc., responsable de la famille « Antioxydants »
Hojjat Mahi Hassanabadi, chimiste, Ph. D., responsable de la famille « Mousses isolantes »
Suzanne Coulombe, chimiste, M. Sc., responsable de la famille « Résines, acide gras et phytostérols (tallöl) »
Marc Daigle, ing., gestionnaire de projet et responsable de la réalisation des études technico-économiques
Sylvain Bilodeau, ing., PMP, gestionnaire de projet « Extractibles forestiers »
Consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ), gouvernance des projets pour la famille « Biocides »

Pour tout renseignement concernant le projet

Gestionnaire de projet

Marc Daigle, ing.
333 rue Franquet, Québec (Québec) G1P 4C7
Téléphone : 418-659-1550 (2908)
Télécopieur : 418-652-2202
Courriel : marc.daigle@invest-quebec.com

Conseiller industriel

Guy Genest, ing.
333 rue Franquet, Québec (Québec) G1P 4C7
Téléphone : 418-659-1550 (2879)
Télécopieur : 418-652-2218
Courriel : guy.genest@invest-quebec.com

© IQ 2021, tous droits réservés.

Le présent rapport doit être reproduit dans son intégralité, toute utilisation partielle doit faire l'objet d'une autorisation préalable et écrite d'IQ.

Table des matières

1.	Mise en contexte	1
2.	Famille « Antioxydants »	1
3.	Famille « Mousses isolantes »	4
4.	Famille « Résines, acides gras et phytostérols (tallöl) »	7
5.	Famille « Biocides »	8
6.	Retombées du projet	9
6.1	Partenariats (retombés)	9
6.1.1	Partenariats publics	9
6.1.2	Partenaires industriels	10
6.1.3	Partenaires de recherche	11
6.2	Retombées scientifiques et techniques	12
6.2.1	Famille « Antioxydants »	13
6.2.2	Famille « Mousses isolantes »	13
6.2.3	Famille « Résines, acides gras et phytostérols (tallöl) »	13
6.2.4	Famille « Biocides »	14
6.3	Retombées économiques	16
6.4	Prix de reconnaissance	19

Liste des figures

Figure 1.	Unité pilote d'extraction d'IQ	3
Figure 2.	Exemples d'extraits obtenus lors des essais pilotes	3
Figure 3.	Schématisation de l'objectif du projet	5
Figure 4.	Pulvérisation	6
Figure 5.	Mur couvert de la mousse de polyuréthane biosourcée	7
Figure 6.	Contributions financières et répartition	17
Figure 7.	Répartition budgétaire entre les familles	18
Figure 8.	Assignment budgétaire entre les organismes de recherche	18
Figure 9.	Équipe de réalisation du projet	19

Liste des tableaux

Tableau I –	Liste des partenaires industriels	10
Tableau II –	Liste des partenaires de recherche	11



1. Mise en contexte

L'industrie forestière joue un rôle moteur dans l'économie du Québec, notamment en région. Ses retombées profitent aux communautés et constituent un facteur déterminant de l'occupation du territoire. L'importance pour cette industrie de se moderniser et de développer de nouveaux produits à valeur ajoutée n'est plus à justifier. De plus, la ressource forestière regorge de propriétés chimiques pour une multitude d'applications encore trop peu valorisées. D'ailleurs, le secteur industriel et les chercheurs explorent de nouvelles avenues pour valoriser ses ressources et un nombre important de manufacturiers cherchent à améliorer leur productivité tout en utilisant des matières premières plus « vertes ».

C'est en ce sens qu'Investissement Québec, par l'entremise de son unité d'affaires Investissement Québec – CRIQ, (« IQ ») a proposé un projet structurant intitulé « Le développement des extractibles et autre produit forestier à valeur ajoutée au Québec » afin de développer de nouveaux produits et de nouvelles technologies.

Le mandat principal pour l'ensemble du projet visait à accélérer le développement, l'optimisation et la mise à l'échelle de produits créés à partir de la biomasse forestière. Les travaux de ce projet ont été réalisés selon les quatre (4) grandes familles suivantes :

- Antioxydants;
- Mousses isolantes;
- Résines, acides gras et phytostérols (tallöl);
- Biocides.

En complément d'information, les retombées associées à la réalisation de ce projet sont également présentées à la dernière section.

2. Famille « Antioxydants »

Au cours de la dernière décennie, la préoccupation grandissante de la population concernant la santé et l'environnement a ouvert la porte à de nouveaux marchés de produits. En effet, plusieurs produits de source naturelle, dont certains ont des effets positifs sur la santé, sont disponibles sur le marché. Ces produits proviennent habituellement soit d'extraits aqueux ou d'extraits par solvant de diverses matières premières d'origine végétale ou animale. Ces produits se retrouvent, entre autres, comme suppléments alimentaires, additifs naturels, substances thérapeutiques, substances odorantes ou encore comme suppléments de saveurs.

Dans la catégorie de produits bénéfiques pour la santé, citons sans l'ombre d'un doute les substances polyphénoliques. Les polyphénols sont utilisés principalement dans différentes applications alimentaires, mais ils ont également d'autres applications dans les domaines cosmétiques et pharmaceutiques. Les polyphénols sont de puissants antioxydants naturels qui attirent beaucoup l'attention, ces dernières années, en matière de santé humaine et animale ainsi que pour les cosmétiques. Il est démontré qu'ils neutralisent les radicaux libres, et leurs propriétés antioxydantes ou anti-inflammatoires et participent à la prévention de diverses pathologies qui impliquent le stress oxydatif et le vieillissement cellulaire, les maladies cardiovasculaires ou dégénératives, l'ostéoporose, le cancer, l'arthrite et aussi le diabète (type II), etc. (potentiel de développement lié aux extractibles : état des connaissances et revue des marchés, Québec Wood Export Bureau, 2010, p. 20).



Le mandat des travaux de la famille « Antioxydants » visait à évaluer le potentiel antioxydant des polyphénols extraits des écorces de bois et à développer de nouveaux ingrédients actifs pour la santé humaine ou animale ainsi que les produits cosmétiques.

Les objectifs spécifiques consistaient à :

- Dresser une liste des espèces forestières au Québec et réaliser un dépistage du potentiel antioxydant (criblage);
- Mettre au point en laboratoire le procédé d'extraction et de fractionnement des polyphénols;
- Caractériser les extraits primaires et fractionnés;
- Réaliser des essais ciblés en lien avec les besoins des partenaires;
- Réaliser des essais à l'échelle pilote – laboratoire et produire des échantillons d'extrait;
- Réaliser des études de faisabilité technico-économiques d'extraction et de fractionnement des antioxydants;
- Réaliser des analyses de sensibilité pour identifier les principaux facteurs économiques d'influence et également les risques et incertitudes liés à une mise à l'échelle;
- Évaluer le potentiel commercial des extraits.

Ce sont 14 espèces d'arbres indigènes au Québec qui ont été sélectionnées pour réaliser des travaux de dépistage du potentiel antioxydant (écorces, aiguilles, feuilles, branches, fruits). Pour comparer les espèces entre elles, un procédé d'extraction a été optimisé à l'échelle laboratoire et a permis de produire des extraits, puis de mesurer les potentiels antioxydants par différentes méthodes et les rendements massiques. Par la suite, une grille multicritère considérant la concentration en antioxydants, les rendements massiques ainsi que la disponibilité des ressources a permis d'identifier les trois (3) écorces d'arbres qui présentent les meilleurs potentiels commerciaux.

Des travaux de mise à l'échelle pilote ont été réalisés en utilisant l'unité pilote industrielle d'extraction d'IQ présenté à la figure 1. Ces travaux visaient à valider les résultats obtenus à l'échelle laboratoire, à approfondir et obtenir certaines données non obtenues et à identifier les risques et incertitudes en vue d'une implantation commerciale.





Figure 1. Unité pilote d'extraction d'IQ

Les essais ont également été orientés en considérant l'amélioration des coûts de production. À ce sujet, les travaux touchaient la préparation des écorces, l'extraction et le fractionnement des extraits primaires. Des études complémentaires à l'extraction ont permis de déterminer les coûts relatifs à la gestion des coproduits post-extractions ainsi que la réduction de certains risques identifiés en cours de travaux.

Le marché des antioxydants, polyphénols et autres produits naturels est actuellement en hausse. Partant de ce fait, la détermination des utilisations potentielles de ces produits est critique et essentielle pour orienter et comprendre le positionnement de ces produits sur ce marché. Les applications cosmétiques et celles liées à l'alimentation animale s'avèrent les plus prometteuses. En cosmétique, l'utilisation d'extraits végétaux est fréquente et, en alimentation animale, il y a déjà l'utilisation d'antioxydants comme supplément alimentaire. De plus, en santé humaine, la consommation d'extraits forestiers est peu commune et il y a très peu d'allégations et d'études liées à leurs bienfaits possibles. La figure 2 présente l'aspect des extraits obtenus.



Figure 2. Exemples d'extraits obtenus lors des essais pilotes

Finalement, les essais et études ont permis de dépister, d'identifier et d'optimiser de manière générale l'extraction des antioxydants de différentes espèces forestières. Plusieurs pistes d'utilisation de ces nouveaux ingrédients ont été évaluées.

L'étude de faisabilité technico-économique avait pour mandat de comparer plusieurs scénarios de fabrication d'extraits primaires et de concentrés d'antioxydants. L'étude technico-économique a été réalisée pour trois (3) types d'écorces, et ce, pour trois (3) capacités nominales de production. Plus spécifiquement, les travaux visaient à évaluer le coût de production et les marges de profit pour la filière complète, soit de la matière première jusqu'aux produits finis. C'est à partir des travaux d'évaluation des prix de vente des antioxydants (polyphénols) se retrouvant sur le marché que les marges de profit associées aux scénarios ont été déterminées. Cette étude pourra être utilisée comme outil décisionnel pour entreprendre les démarches subséquentes en vue d'une éventuelle implantation à l'échelle industrielle au Québec.

Une analyse de sensibilité a été réalisée et a permis de faire ressortir les facteurs économiques d'influence. De plus, les principaux risques et incertitudes techniques et économiques de mise à l'échelle ont été identifiés. Il s'agit d'éléments à prendre en considération par les partenaires industriels, les fournisseurs de certains équipements, les consultants et firmes de génie-conseil responsables de l'élaboration des plans et devis de l'usine.

À la lumière de ces informations, les marges de profit pour la production à l'échelle industrielle d'antioxydants à partir d'écorces sur une base commerciale présentent une rentabilité économique intéressante sous certaines conditions.

3. Famille « Mousses isolantes »

Sur le marché, la majorité des polyols utilisés pour la fabrication de mousses isolantes en polyuréthane provient des ressources pétrolières. En considérant les préoccupations croissantes quant à l'épuisement des combustibles fossiles et à l'empreinte environnementale qu'ils génèrent, il y a un intérêt mondial grandissant pour identifier des ressources renouvelables comme matières premières alternatives dans la fabrication de ces matériaux. Ainsi, des polyols à base d'huile naturelle ou d'huile végétale, tels que l'huile de soja, l'huile de ricin (*castor oil*) ou autres huiles naturelles, sont disponibles dans les commerces ou sont en cours de développement. Toutefois, il y a un intérêt grandissant concernant l'utilisation de ces ressources dans d'autres secteurs industriels que celui de l'alimentation.

Par conséquent, l'utilisation de ressources naturelles non alimentaires et disponibles en grande quantité, telle que la biomasse forestière, présente des solutions environnementales et écologiques intéressantes. En effet, il existe une grande quantité de résidus de bois provenant des usines de produits forestiers, tels que les écorces, le bran de scie, les copeaux, la farine de bois, etc., qui contiennent tous de la cellulose, de la lignine et de l'hémicellulose (principaux polymères du bois). D'ailleurs, ces polymères naturels possèdent tous des groupements hydroxyles ou polysaccharides dans leur structure primaire qui peuvent servir à la préparation de polyol et, ultérieurement, à la production de mousses de polyuréthane tel qu'illustré à la figure 3.





Figure 3. Schématisation de l'objectif du projet

Le mandat des travaux pour la famille « Mousse isolantes » vise la mise au point et la production d'un biopolyol et d'une mousse isolante (mousse de polyuréthane) à partir de biomasse forestière. En effet un tel substitut pourrait, notamment, contribuer au développement de l'industrie en forte croissance qu'est celle du « Bâtiment vert ».

Préalablement à la réalisation des travaux de développement, des études ont permis de vérifier la viabilité technique et économique préliminaire des procédés impliqués ainsi que les aspects de mise en marché des produits obtenus.

Les informations obtenues ont également permis d'identifier et de sélectionner les méthodes et conditions de base pour la fabrication d'un biopolyol et d'une mousse d'isolation à base de polyuréthane et d'isocyanate.

Pour les fins des études préliminaires, une recherche d'information a été réalisée sur la nature économique et commerciale du marché nord-américain des mousses d'isolation (par pulvérisation et moulées sous forme de panneaux), ainsi que sur le marché des polyols renouvelables. Cette étude a permis d'approfondir les connaissances techniques des isolants traditionnels, de bien connaître les acteurs de cette filière, de comprendre la manière dont ils interagissent et comment un nouveau producteur pourrait s'insérer dans la chaîne de distribution.

Les conclusions les plus importantes de cette étude sont les suivantes :

- Le marché nord-américain des mousses d'isolation à base de polyuréthane est en croissance;
- Le marché destiné à la construction est en croissance;
- La plupart des huiles utilisées actuellement pour la fabrication des biopolyols sont d'origine végétale. Toutefois, l'utilisation des terres agricoles requises pour la production de ces huiles végétales à vocation non alimentaire n'est pas bien perçue par la population;
- Le développement de biopolyol à partir de matières de base sans lien avec la chaîne alimentaire (le bois) présente une opportunité intéressante;
- Le développement et l'acceptation par le marché d'une nouvelle mousse isolante biosourcée constituent un défi, mais demeurent une opportunité malgré la forte concurrence.

Les mousses isolantes de polyuréthane sont constituées de divers produits dont les principaux constituants sont l'isocyanate (partie A) et le polyol (partie B, mélange de polyols et d'autres additifs). Les travaux de développement des formulations et d'optimisation du procédé ont permis d'obtenir un biopolyol fabriqué à partir de farine de bois. Les travaux ont également permis de formuler et de fabriquer une mousse isolante de polyuréthane pulvérisée conforme aux exigences demandées sur le marché canadien (norme CAN/ULC-S705).

Des essais à l'échelle pilote ont également été réalisés pour valider la formulation de la mousse isolante développée. Pour ce faire, les services d'une entreprise spécialisée en isolation résidentielle et commerciale ont été retenus pour réaliser cette démonstration en utilisant un appareil industriel de pulvérisation. Selon l'entreprise, le comportement de la mousse projetée est comparable aux produits disponibles sur le marché (vitesse de réaction, expansion, apparence, adhérence sur des substrats). Les figures 4 et 5 présentent la pulvérisation et l'aspect de la mousse isolante une fois séchée.



Figure 4. Pulvérisation



Figure 5. Mur couvert de la mousse de polyuréthane biosourcée

La formulation développée par IQ a été comparée aux différentes mousses sur le marché pour ce qui est du contenu biosourcé et du respect des normes à venir.

Le coût de production du biopolyol forestier (un des principaux constituants des mousses isolantes) a été évalué et a été comparé avec celui des polyols pétroliers industriels sur le marché. Également le coût de production d'une mousse de polyuréthane en utilisant le biopolyol forestier a été évalué et a été comparé avec celui d'une mousse industrielle sur le marché. À la lumière des résultats obtenus, la production de biopolyol et de mousse isolante sur une base commerciale présente chacune une rentabilité économique intéressante.

Il est important de souligner qu'avant une implantation industrielle, il faudra considérer les risques et les incertitudes techniques de mise à l'échelle soulevée.

Il importe de mentionner que la production d'une mousse isolante pulvérisée à base de biopolyol d'origine forestière sans lien avec la chaîne alimentaire serait une première au Québec. De plus, cela représenterait la naissance d'une nouvelle filière de valorisation des résidus de bois.

4. Famille « Résines, acides gras et phytostérols (tallöl) »

Les molécules lipophiles présentes dans la biomasse forestière sont constituées d'acides gras, de résines acides (rosin en anglais), de phytostérols, de cires, de stérols esters et de triglycérides. Lors de la mise en pâte Kraft, ces molécules sont libérées dans la liqueur noire et peuvent facilement être récupérées par écrémage lors de l'évaporation de la liqueur. Le mélange des molécules lipophiles ainsi récupérées se nomme « savon de tallöl », lequel est transformé en tallöl par acidification. D'ailleurs, les entreprises qui font de la mise en pâte kraft brûlent systématiquement leur liqueur noire sans se préoccuper d'en extraire le savon de tallöl considérant que la quantité présente n'est pas importante et que ce tallöl est de mauvaise qualité et de faible valeur marchande.

Les entreprises qui utilisent des procédés thermomécaniques pour faire leur mise en pâte (la grande majorité) sont, elles aussi, confrontées à l'éloignement de leurs sources d'approvisionnement en fibres. Conséquemment, elles devront envisager dans le futur, l'utilisation d'un plus grand nombre d'essences forestières. Il ne sera plus possible d'éviter l'utilisation en grande quantité de copeaux de pin gris ou d'autres essences contenant beaucoup de matières extractibles. La présence accrue de composés lipophiles dans les copeaux se traduira par une plus grande consommation d'énergie lors du raffinage, une amplification des problèmes de dépôts gommeux sur la machine à papier et le papier lui-même ainsi qu'une plus grande consommation de produits chimiques lors du blanchiment de la pâte. Pour éliminer toutes ces problématiques, les composés lipophiles (acides gras, résines acides et non saponifiables) pourraient être extraits directement des copeaux avant leur mise en pâte. Une fois extraits, les produits pourraient être valorisés comme le tallöl des usines Kraft et apporter des revenus additionnels.

Les travaux de la présente étude visaient à confirmer la faisabilité technique d'extraire les molécules lipophiles contenues dans les copeaux de bois pour les valoriser et constituer des revenus additionnels.

Les résultats de l'étude ont démontré une réduction de la qualité du papier fabriqué à partir des copeaux dont les molécules lipophiles ont été extraites. Les travaux de cette famille n'ont donc pas été poursuivis à la suite d'une décision conjointe avec le partenaire industriel, IQ et le MFFP.

5. Famille « Biocides »

Le projet structurant des extractibles forestiers a également permis de supporter la réalisation par le Consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ) de plusieurs appels à projets afin de travailler sur les activités biocides de différentes biomasses forestières. Ces appels à projets ont permis d'assurer la réalisation de sept (7) projets portant sur cette famille tels que :

- 1) Développement de biocides à base d'huiles essentielles d'hydrolat de *Thuya occidentalis* (référence CRIBIQ 2015-016-C14);
- 2) Développement de biocides à base d'extractibles d'écorces forestières du Québec – Phase 1 (2015-017-C14);
- 3) Développement de biocides à base d'extractibles d'écorces d'essences forestières du Québec – Phase II (2017-043-C30);
- 4) Production de molécules biocides issues d'extractibles forestiers pour la fabrication de produits d'assainissement (2015-033-C16);
- 5) Prouver le concept que des extractibles forestiers peuvent être utilisés comme biopesticides en pomiculture au Québec (2016-011-C20);
- 6) Projet La Tuque: valorisation des huiles pyrolytiques à base de résidus forestiers en bitumes renouvelables (2016-012-C20);
- 7) Caractérisation et alternatives de valorisation de la biomasse contaminée (2016-039-C21).

Ces projets et les résultats de ceux-ci sont sous la gouvernance du CRIBIQ.



6. Retombées du projet

Le projet structurant intitulé « Le développement des extractibles et autre produit forestier à valeur ajoutée au Québec » a généré de nombreuses retombées autant financières que techniques et scientifiques.

Les travaux ont été l'occasion d'élaborer de nouveaux produits à base de résidus ou d'extractibles du bois. Dans ce contexte, le projet s'inscrit dans une perspective de développement d'une économie plus écoresponsable en maximisant l'utilisation de la ressource et en disposant de manière profitable, des résidus que le secteur produit. De plus, ils ont permis aux chercheurs multidisciplinaires d'explorer de nouvelles avenues de collaboration. Les connaissances acquises par une équipe s'intéressant à une famille de produits ont ainsi été partagées aux autres travaillant sur des thèmes complémentaires afin de gagner du temps et de l'efficacité. Qu'ils proviennent des universités, des centres de recherche ou de transfert du domaine forestier, les chercheurs ont été mobilisés autour de thématiques précises et pertinentes pour l'industrie. Tous les travaux avaient une forte orientation appliquée.

Plusieurs représentants du secteur forestier ont d'ailleurs participé financièrement et techniquement aux recherches, convaincus du potentiel d'amélioration de leur productivité et de la performance de leurs produits. Des entreprises, des fournisseurs de biomasse forestière, des producteurs d'extractibles et des utilisateurs se sont impliqués et des collaborations sont en cours de développement entre ces partenaires industriels. D'ailleurs, des licences d'exploitation des résultats ont également été octroyées et d'autres sont en cours de négociation. Il est à souligner que le prix Innovation 2018 de l'Association pour le développement de la recherche et de l'innovation du Québec (ADRIQ) a été remporté (discuté plus en détail à la section 6.4).

Il faudra assurément plusieurs années pour mesurer toutes les retombées de ces efforts conjoints, car les connaissances scientifiques et techniques accumulées serviront de tremplin à d'autres chercheurs et entrepreneurs pour repousser les limites de l'innovation et de la science concernant les produits forestiers.

6.1 Partenariats (retombés)

Plusieurs partenaires publics, industriels et de recherche ont été impliqués dans ce projet structurant collaboratif.

6.1.1 Partenariats publics

Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), le CRIBIQ et IQ sont les partenaires publics ayant contribué financièrement au projet.

IQ a été l'initiateur de ce projet et a su bâtir un projet mobilisateur sachant rallier des partenaires industriels et de recherche pour répondre à un besoin de développement du secteur forestier. IQ a également assuré les différents travaux de développement pour les familles des antioxydants, des mousses isolantes, des résines, des acides gras et des phytostérols (tallöls), en plus d'assurer la gestion du projet global.



6.1.2 Partenaires industriels

Tout au long du projet structurant, IQ s'est associé à des partenaires industriels innovateurs intéressés à commercialiser de nouveaux ingrédients ou produits de source naturelle ou encore qui disposent de matières pouvant être utilisées pour la transformation. Ces partenaires ayant contribué financièrement et activement à l'avancement technologique et commercial du projet pourront profiter des retombées.

Le tableau I présente la liste des entreprises ayant collaboré à la réalisation de ce projet. Les projets supportés par le CRIBIQ sont aussi une source de nouveaux partenaires industriels et sont donc répertoriés dans le tableau I.

Tableau I – Liste des partenaires industriels

Entreprise	Secteur d'activité
Toutes les familles	
Kruger inc.	Pâtes et papiers
CRÉ Côte-Nord ¹	Développement régional
Famille « Mousses isolantes »	
Groupe Isofoam inc.	Produits d'isolation
Tritex Canada	Adhésifs
Famille « Antioxydants »	
Aliksir inc.	Huiles essentielles
Boisaco inc.	Industrie forestière
Lucas Meyer Cosmetics Canada inc.	Cosmétiques
Probiotech International inc.	Nutrition animale
Silicycle inc.	Chimie fine, purification, extraction
Centre d'expérimentation et de développement en forêt boréale (CEBFOB)	Industrie forestière
Groupe Nutra	Produits de santé naturels
Argile Eau Mer inc.	Produits de santé naturels
Famille « Biocides »	
Airex Énergie	Efficacité énergétique
Arbressence inc.	Huiles de conifères
Les laboratoires Bio ForeXtra inc. ¹	Extraits naturels
Produits Calorex	Granule



Entreprise	Secteur d'activité
Coopérative pour la valorisation de la biomasse	Industrie forestière
Éthanol Greenfield inc.	Alcools de spécialité
Fédération des producteurs de pommes du Québec	Produits alimentaires
Forêt modèle du Lac-Saint-Jean	Industrie forestière
Groupe de scieries G.D.S. inc.	Industrie forestière
LGL Mécanique	Mécanique
Lucas Meyer Cosmetics Canada inc. ¹	
Groupe Maskimo inc.	Fournitures de construction
Nordbord inc.	Panneaux de bois
Premier Tech	Équipements et produits pour l'environnement
Sanexen	Environnement
Sani Marc inc.	Produits d'assainissement
Sciences Computers Consultants inc.	Simulations de procédés industriels
Soprema inc.	Produits de construction
Uniboard Canada inc.	Panneaux
Famille « Résines, acides gras et phytostérols (tallöl) »	
Kruger inc.	Pâtes et papiers

¹ Lucas Meyer Cosmetics Canada inc. a fait l'acquisition des Laboratoires BioForeXtra inc. en 2018.

Dans le cas spécifique des travaux sur la famille biopolyol, une entreprise experte a été consultée en raison de son expertise dans l'utilisation de mousse de polyuréthane giclée fabriquée à partir de matériaux recyclés et de matières naturelles. Elle a réalisé des essais avec la mousse développée chez IQ et a ainsi pu nous guider en comparant l'application de notre produit par rapport aux produits couramment utilisés sur le marché.

6.1.3 Partenaires de recherche

Plus d'une quinzaine de centres de recherche publics ont été impliqués dans la réalisation du projet structurant. Ils sont répertoriés au tableau II.

Tableau II – Liste des partenaires de recherche

Partenaire de recherche	Secteur de recherche	Famille de produits
IQ	Innovation manufacturière	Antioxydants Tallöl Mousses isolantes
TransBioTech	Biotechnologies	Antioxydants



Partenaire de recherche	Secteur de recherche	Famille de produits
Centre de recherche de l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec (CRIUCPQ)	Santé	Antioxydants
Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels de l'Université Laval (INAF)	Alimentation	Antioxydants
Université Laval (ULaval)	Général	Antioxydants
Centre d'études des procédés chimiques du Québec (CÉPROCQ)	Extractibles agroforestiers	Antioxydants
SEREX	Transformation des produits forestiers	Biocides Antioxydants
Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR)	Général	Antioxydants Tallöl
FP Innovations	Transformation des produits forestiers	Mousses isolantes Antioxydants
Laboratoire LASEVE de l'UQAC	Pharmacologie	Antioxydants
Innofibre	Biomasse forestière et technologies papetières	Biocides
Biopierre	Bioressources	Biocides
Centre de recherche sur les biotechnologies marines (CRBM)	Biotechnologies	Biocides
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)	Agroenvironnement	Biocides
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)	Général	Biocides
Centre technologique des résidus industriels (CTRI)	Valorisation de résidus industriels	Biocides

6.2 Retombées scientifiques et techniques

Les retombées scientifiques et techniques ont été divisées dans les sections suivantes selon les quatre (4) familles :

- Antioxydants;
- Mousses isolantes;
- Biocides;
- Résines, acides gras et phytostérols (tallöl).



6.2.1 Famille « Antioxydants »

Les travaux ont permis de mettre en lumière le potentiel technique et économique en vue de la création de nouvelles filières commerciales au Québec pour la production d'extraits d'antioxydants fabriqués à partir des écorces (cosmétique et alimentation animale et humaine). Les travaux de caractérisations des extraits permettent de mieux cibler les différents marchés potentiels et, de ce fait, diversifier l'offre pour les producteurs locaux de biomasses ligneuses forestières renouvelables.

Les travaux ont permis de développer une méthode d'extraction novatrice permettant la réduction considérable du temps d'extraction et de réduire les coûts d'investissement en capital tout en assurant une qualité du produit comparable à ceux sur le marché.

D'un point de vue développement durable, le procédé ne produit pas de résidus solides. En effet, les coproduits d'extraction générés par le procédé peuvent être valorisés.

6.2.2 Famille « Mousses isolantes »

Les travaux ont permis de développer un biopolyol fabriqué à partir de résidus de bois. De plus, une formulation de mousse isolante de polyuréthane pulvérisée a également été développée en utilisant ce biopolyol.

La plupart des biopolyols retrouvés sur le marché sont fabriqués à partir d'huile végétale. Ainsi, la production d'une mousse isolante pulvérisée à base de biopolyol d'origine forestière sans lien avec la chaîne alimentaire serait une première au Québec et sur le marché nord-américain. De plus, cela représenterait la naissance d'une nouvelle filière de valorisation des résidus de bois.

Les méthodes de fabrication imaginées et mises à l'essai à l'échelle pilote ont permis de valider les exigences requises du marché pour le secteur de l'isolation résidentielle, commerciale et industrielle. La formulation tient également compte de la nouvelle réglementation qui est entrée en vigueur en janvier 2021 au Canada et touchant le remplacement des agents de gonflement de troisième génération par la quatrième génération (articles 64.5 et 65.03 du « Règlement sur les substances appauvrissant la couche d'ozone et les halocarbures de remplacement »).

Ces travaux ont également permis d'approfondir les connaissances sur les aspects techniques reliés à la chimie des mousses de polyuréthane ainsi que sur la liquéfaction du bois.

6.2.3 Famille « Résines, acides gras et phytostérols (tallöl) »

Les travaux ont démontré que les molécules lipophiles retrouvées dans les copeaux présentent un potentiel qui devrait être étudié davantage. Cependant, il faudra identifier des procédés de pâtes et papiers autres que thermomécaniques, car la qualité du papier est affectée.



6.2.4 Famille « Biocides »

Les retombées des sept (7) projets obtenus par des appels d'offres à projet du CRIBIQ sont les suivantes.

- Développement de biocides à base d'huiles essentielles d'hydrolat de Thuya occidentalis (référence CRIBIQ 2015-016-C14) – Projet terminé.

Plusieurs formulations à base d'huiles essentielles et d'hydrolat de cèdre ont été développées et sont en cours de commercialisation. Elles sont utilisées comme intrants pour l'agriculture biologique.

Les résultats de ce projet ont permis de renforcer une demande de brevet. De plus, une approbation de la biomolécule active en tant qu'intrant pour l'agriculture biologique a été obtenue par Québec Vrai qui est accrédité pour la certification biologique des produits selon la norme internationale du Guide ISO/CEI 17065:2012.

Ce projet a permis de créer un emploi en commercialisation chez un industriel. De plus, le projet a permis de créer au sein du CÉPROCQ, un poste de chercheur scientifique et un poste de technicien de laboratoire. En termes de transfert, les résultats du projet ont fait l'objet de trois (3) conférences lors de colloques.

- Développement de biocides à base d'extractibles d'écorces forestières du Québec – Phase 1 (2015-017-C14) – Projet terminé.

Le projet a permis d'identifier des agents biocides à base d'extractibles d'écorces du Québec pour des applications industrielles.

Les partenaires industriels ont convenu de réaliser une phase II du projet suite aux résultats probants obtenus.

En plus d'impliquer deux (2) étudiants dans la réalisation des travaux, ce projet a permis de créer trois (3) nouveaux emplois de techniciens de laboratoire au SEREX.

- Développement de biocides à base d'extractibles d'écorces d'essences forestières du Québec – Phase II (2017-043-C30) – Projet terminé.

Les travaux visent à optimiser l'efficacité des extraits naturels retenus lors de la première phase. Des tests d'extraits purifiés réalisés à l'échelle laboratoire ont démontré une efficacité supérieure à celle des normes mesurant l'activité antimicrobienne. Des échantillons d'extractibles ont été développés à court terme pour être testés par les industriels.

Ainsi, ce projet a permis de développer des formulations expérimentales d'agents antimicrobiens dont l'efficacité est comparable aux produits commerciaux.



Dans le cadre de ce projet, un étudiant de niveau collégial a été recruté. De plus, ce sont huit (8) emplois qui ont été maintenus par la réalisation de ce projet.

- Production de molécules biocides issues d'extractibles forestiers pour la fabrication de produits d'assainissement (2015-033-C16) – Projet terminé.

Le projet a permis de développer un procédé d'extraction de molécules biocides de résidus d'écorces du lac Saint-Jean afin de produire un ingrédient pouvant substituer des désinfectants synthétiques dans des formulations d'un industriel.

Suite au succès de ce projet, les promoteurs ont soumis une deuxième demande de subvention au CRIBIQ afin de diversifier les applications. Ainsi, une phase II du projet visant le développement d'un produit à base de biocides d'extraits d'écorces pour la conservation des pommes de terre lors du stockage a été acceptée pour financement par le CRIBIQ, le MAPAQ (RITA), MITACS et le CRSNG. L'objectif de ce nouveau projet vise la protection des semences de pomme de terre en entreposage grâce aux molécules biocides sélectionnées lors la phase I du projet. Un nouveau partenaire industriel est impliqué dans cette phase II du projet, et ce, en tant qu'industriel principal.

Le projet a permis la formation de deux (2) étudiantes à la maîtrise, dont une a été embauchée par l'industriel et une autre par Innofibre, un étudiant au baccalauréat et deux (2) stagiaires, un (1) technicien, un (1) chercheur et un (1) professionnel de recherche.

Les résultats du projet ont fait l'objet de trois (3) articles scientifiques ainsi que 16 présentations et affiches lors de colloques.

- Prouver le concept que des extractibles forestiers peuvent être utilisés comme biopesticides en pomiculture au Québec (2016-011-C20) – Projet terminé.

De nouveaux extraits ont été sélectionnés dans le cadre du projet pouvant s'avérer utile comme biopesticides.

La prochaine étape sera de tester les différentes formulations lors d'essais dans des environnements opérationnels réels.

- Projet La Tuque: valorisation des huiles pyrolytiques à base de résidus forestiers en bitumes renouvelables (2016-012-C20) – Projet terminé avec modifications majeures.

Le projet a visé la production de l'huile pyrolytique à l'échelle laboratoire à partir de résidus forestiers de La Tuque. Des essais ont été réalisés et des résultats probants ont été obtenus.

En plus de l'équipe de chercheurs multidisciplinaires, le projet a permis la formation d'un étudiant à la maîtrise, d'un étudiant au doctorat, de deux (2) stagiaires postdoctoraux, de même que l'emploi d'un technicien à temps plein.

- Caractérisation et alternatives de valorisation de la biomasse contaminée (2016-039-C21) – Projet terminé.



Les objectifs du projet étaient de :

- Classifier et caractériser le bois contaminé en utilisant des outils de caractérisation non destructive notamment les outils acoustiques et spectroscopiques;
- Développer un procédé de décontamination mécanique notamment par sciage du bois traité afin de séparer les parties contaminées et les parties saines;
- Adapter le procédé de pyrolyse du bois d'Airex pour le traitement du bois contaminé;
- Développer un procédé de décontamination du bois traité par bioremédiation;
- Évaluer le potentiel de la biomasse décontaminée pour la fabrication de bois d'œuvre, de biocharbon, de panneaux composites à base de bois dont les panneaux de particules, de fibres à moyenne densité, de lamelles orientées et des composites bois-polymère.

Les entreprises participantes sont satisfaites des résultats obtenus dans le cadre du projet, et des transferts de connaissances ont été effectués. Le projet a également permis la formation de personnel hautement qualifié (huit (8) étudiants) ainsi que la publication de 10 articles scientifiques.

6.3 Retombées économiques

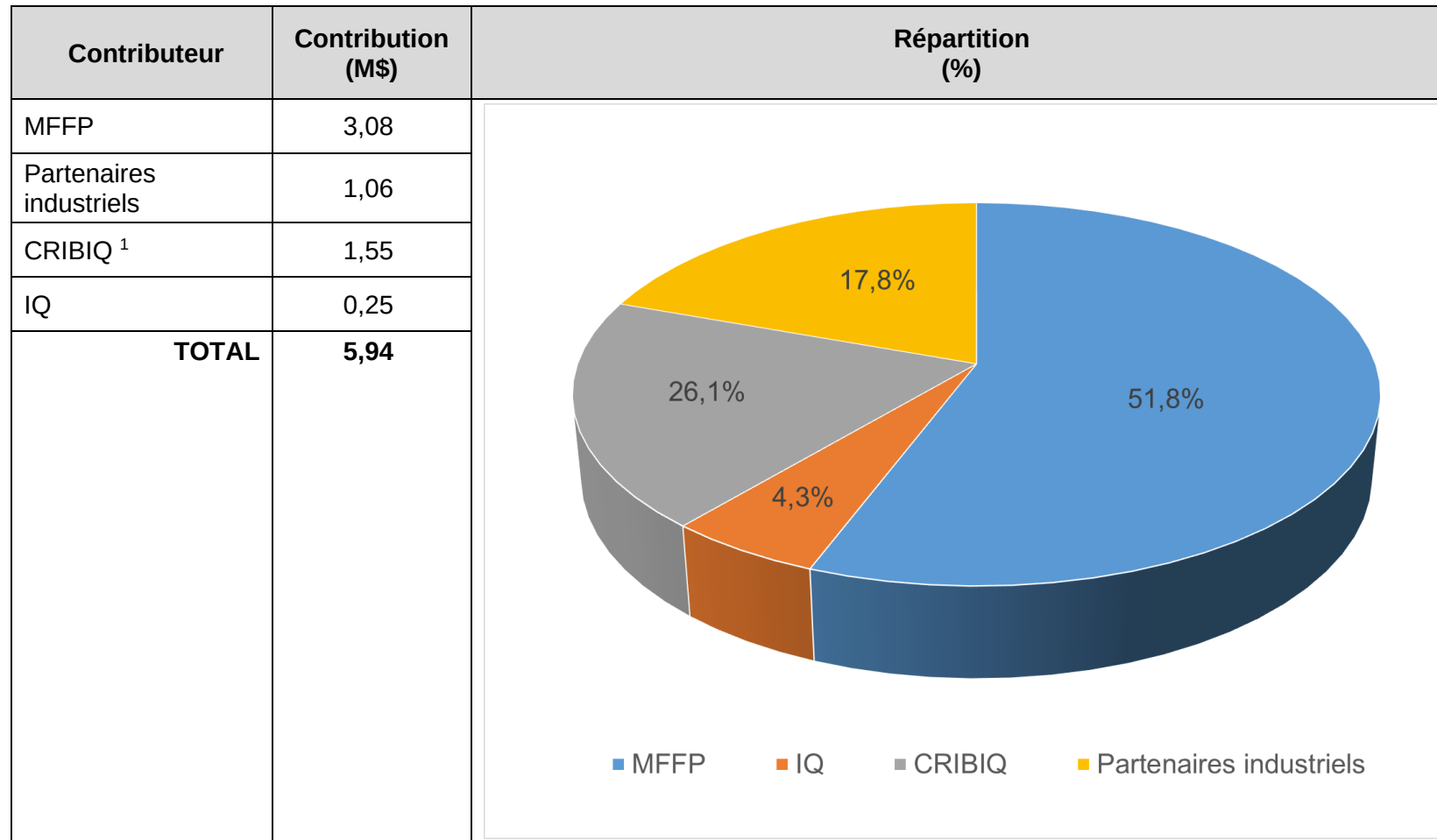
Le projet structurant a permis des investissements importants en recherche et développement appliqués pour le secteur forestier du Québec et a généré des retombées économiques dans plusieurs régions.

Il découle de la filière des extractibles forestiers comme étant un sous-secteur d'activité prometteur pour le Québec. L'objectif était de diversifier les marchés accessibles pour l'industrie forestière en développant de nouveaux produits à partir de la ressource et des résidus de sa transformation et aussi d'identifier des opportunités de développement économique du secteur forestier et des régions du Québec pour favoriser l'occupation du territoire québécois et la qualité de vie des populations qui s'y trouvent.

Les retombées du projet s'inscrivent également dans une perspective de développement d'une économie plus écoresponsable en maximisant l'utilisation de la ressource et en disposant de manière profitable des résidus que le secteur produit.

La figure 6 présente les contributions financières au projet ainsi que la répartition entre les contributeurs pour un total de 5,94 M\$.





¹ Organismes contributeurs de la portion CRIBIQ : CRIBIQ 1,08 M\$, CRSNG 0,31 M\$, MITACS 0,15 M\$ et MAPAQ, 0,01 M\$

Figure 6. Contributions financières et répartition

La figure 7 présente la répartition de la contribution entre les familles de produits et la figure 8 celle entre les partenaires de recherche et IQ.

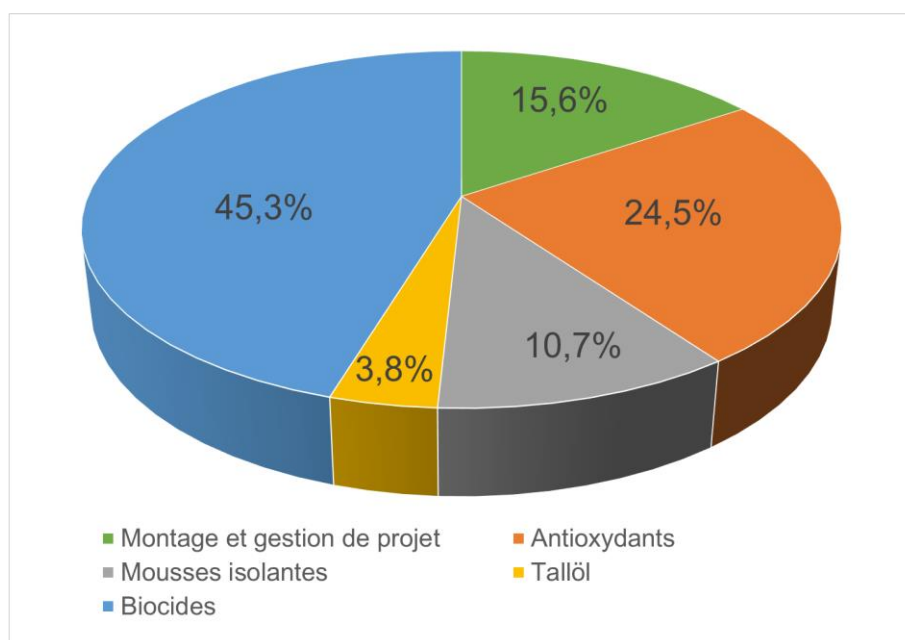


Figure 7. Répartition budgétaire entre les familles

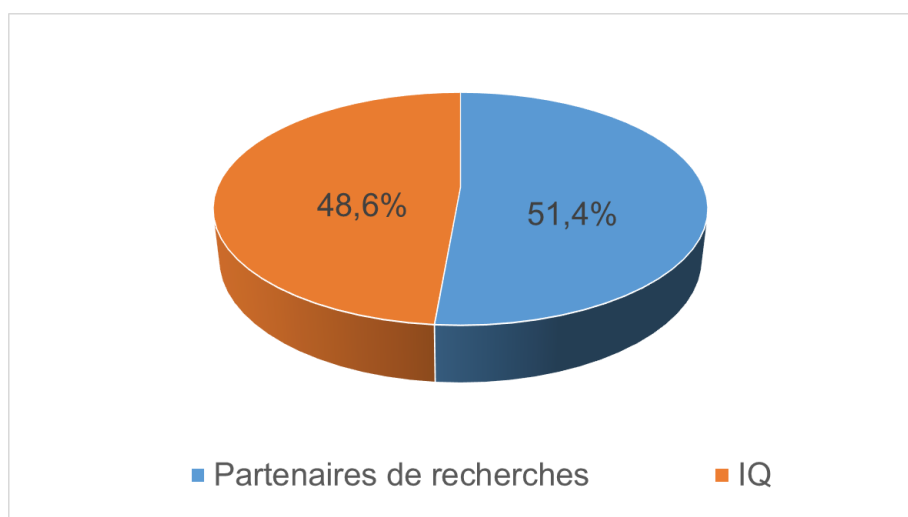


Figure 8. Assignment budgétaire entre les organismes de recherche

6.4 Prix de reconnaissance

Il importe de souligner qu'un projet d'élaboration de désinfectants d'origine naturelle dérivée des recherches sur les biocides a reçu le Prix partenariat technologique – coup de cœur du public de l'Association pour le développement de la recherche et de l'innovation du Québec (ADRIQ) lors du gala 2018 qui s'est tenu le 22 novembre 2018.

Ce projet a été financé par le CRIBIQ à même les sommes dévolues au projet des extractibles forestiers. Il a été réalisé conjointement par l'entreprise Sani Marc, l'UQTR, Innofibre, la Forêt modèle du lac Saint-Jean, la Coopérative pour la valorisation de la biomasse, Greenleaf et IQ.

Deux (2) ans de travaux collaboratifs ont permis de développer un extrait de résidus d'écorces ayant les propriétés antimicrobiennes requises pour une homologation par Santé Canada. La commercialisation de cet ingrédient permettra à Sani Marc d'offrir à sa clientèle des produits biosourcés performants, en plus de contribuer à l'essor de la filière des extractibles forestiers.

Chez IQ, les experts Pascal Dubé et Stéphane Breton ont identifié les composés phytochimiques antimicrobiens dans les extraits forestiers choisis.



Figure 9. Équipe de réalisation du projet



QUÉBEC 333, rue Franquet, Québec (Québec) G1P 4C7 T 418 659-1550 / 1 800 667-2386 F 418 652-2251

MONTRÉAL 1201, boul. Crémazie Est, bur. 1.210, Montréal (Québec) H2M 0A6 T 514 383-1550 / 1 800 667-2386 F 514 383-3250

infocriq@invest-quebec.com