

# POTENTIEL DE DÉVELOPPEMENT LIÉ AUX EXTRACTIBLES : ÉTAT DES CONNAISSANCES ET REVUE DES MARCHÉS



Quebec Wood Export Bureau

# 2010

## EN RÉSUMÉ



### Auteurs :

**Mariana Royer, Ph.D.**  
**Robert Houde, M.Sci**

**Tatjana Stevanovic, ing., Ph.D**  
Département des sciences du bois et de la forêt, CRB,  
Université Laval

### En Résumé



Centre de  
recherche  
sur le bois



UNIVERSITÉ  
LAVAL



---

# SOMMAIRE

---

1. <b>Le contexte</b> .....	1
2. <b>Le mandat</b> .....	1
3. <b>Les extractibles forestiers de Québec</b> .....	3
4. <b>Les technologies de conversion</b> .....	5
5. <b>Coûts d'implantation et rentabilité</b> .....	8
6. <b>État des marchés et réglementations : l'industrie des Produits Naturels</b> .....	9
6.1. Le marché des Produits de Santé Naturels (PSN) .....	9
6.2. Le marché des nutraceutiques .....	11
6.3. Le marché des cosmétiques .....	12
6.4. Le marché pharmaceutique .....	13
6.5. Les produits naturels en zootechnie et en santé animale .....	14
7. <b>Potentiel emploi</b> .....	14
8. <b>Conclusions et recommandations</b> .....	15
ANNEXES .....	18
ANNEXE 1 : Liste des essences étudiées .....	19
ANNEXE 2 : Les polyphénols .....	20
ANNEXE 3 : Teneur en polyphénols dans les extraits d' écorces de diverses essences canadiennes. ....	22
ANNEXE 4 : Tableau récapitulatif de l'état actuel des connaissances.....	23

ANNEXE 5 : Volumes de disponibilité forestière par essence.....	24
ANNEXE 6 : Techniques d'extraction.....	26
ANNEXE 7 : Quelques photos d'équipements industriels .....	27

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1: Possibles étapes de conversion de la matière première .....	6
Figure 2: Répartition des entreprises au Québec du marché des PSN par type d'activités principales .....	10
Figure 3: Marché des PSN aux E-U 2001-2008.....	11
Figure 4: Catégorisation des aliments fonctionnels et des nutraceutiques répertoriés en 2007. ....	12
Figure 5: Répartition des types de médicaments.....	13

## LISTE DES TABLEAUX

---

**Tableau 1:** Estimation de la main d'œuvre requise pour le procédé d'extraction d'écorces .. 15

## 1. Le contexte

---

La forêt est l'une des plus importantes ressources du Québec (90 % du territoire). Les divers secteurs de la production forestière ont chacun un rôle bien déterminé et primordial pour le développement socio-économique de chacune des régions. Cependant, l'industrie forestière canadienne vit présentement une crise. La production, l'emploi, les exportations et les bénéfices sont pratiquement tous en baisse.

Innover devient donc essentiel pour cette industrie. Pour le Québec, les nouvelles technologies de valorisation de la biomasse forestière présentent un intérêt particulier. La filière dite « **extractibles** » se présente alors comme une voie incontournable vers cette valorisation. Les molécules bioactives peuvent être extraites en grande quantité dans les résidus forestiers et notamment, dans les écorces. Actuellement, les écorces sont principalement brûlées pour satisfaire les besoins énergétiques de l'industrie du bois, mais une conclusion s'impose : l'extraction systématique des molécules bioactives avant la combustion des résidus constitue une étape essentielle qui ajoutera une valeur intrinsèque à la transformation du bois. Ces extraits bioactifs trouvent une kyrielle d'usages dans la formulation de produits pharmaceutiques, cosmétiques, agro-alimentaires et nutraceutiques.

En effet, la demande mondiale pour divers types de molécules naturelles bioactives est en forte progression. Notamment, le marché des produits de santé naturels (PSN) connaît une croissance remarquable dans les pays développés, et le Canada et le Québec suivent cette tendance. Nombre d'entreprises sont impliquées dans la fabrication de nutraceutiques, de produits dermo-cosmétiques, de produits homéopathiques, sans compter les produits bruts actifs destinés à la formulation de divers produits de santé naturels<sup>1</sup>. Les résultats d'enquêtes récentes indiquent que les consommateurs favorisent l'utilisation des produits de santé naturels comme façon de gérer de façon autonome leur propre santé.

## 2. Le mandat

---

Le mandat a pour objectif d'évaluer le potentiel de la filière « **extractibles** » pour les actuels ou futurs industriels concernés au Québec en se basant 1) sur les connaissances scientifiques relatives à la nature et aux propriétés des extractibles d'essences forestières québécoises 2)

---

<sup>1</sup> Développement économique, Innovation et Exportation (2005) L'industrie des Produits de Santé Naturel, Profil Industriel, Développement générale de l'industrie et du commerce économique, ISBN 2-550-44402-7, Québec.

sur le calcul des coûts d'implantation des technologies de conversion 2) sur l'état des marchés susceptibles de répondre à l'offre.

Le rapport est constitué de 3 volets :

- **Volet 1 : « Les extractibles forestiers québécois »**

Ce volet est une revue exhaustive de la littérature. Nous avons collecté et classé l'ensemble des informations scientifiques concernant :

- (i) La nature des extractibles isolés dans divers tissus (feuilles, écorces, bois, ramilles etc.) d'essences forestières d'intérêt commercial présentes dans la province de Québec. L'accent a été mis en particulier sur la composition chimique des écorces, tissu d'intérêt pour une valorisation des résidus de l'industrie de première transformation.
- (ii) Les activités biologiques des extraits d'écorces ou d'autres parties de l'arbre.
- (iii) Les données ethnopharmacologiques disponibles à ce jour donnant des indications sur l'utilisation traditionnelle des extraits forestiers, particulièrement ceux des écorces. Ces informations sont des « guides » pour développer des axes de recherche.

Dans ce volet, nous fournissons également des résultats propres au Laboratoire de Chimie du Bois du Centre de Recherche sur le Bois, dirigé par la Professeure Tatjana Stevanovic.

- **Volet 2 : « Technologies de conversion »**

Dans ce second volet, les acteurs concernés disposent :

- (i) D'une revue complète de l'ensemble des technologies existantes à ce jour et applicables aux diverses étapes de conversion et de transformation, de l'écorce à l'extrait puis de l'extrait à la molécule active ou au principe actif (fraction bioactive de l'extrait).
- (ii) Des modèles d'appareillage existants permettant de passer de l'échelle du laboratoire, à l'échelle pilote puis de l'échelle pilote à l'échelle industrielle.
- (iii) D'évaluer le coût d'implantation de telles technologies au sein même de l'industrie déjà implantée au Québec.

- **Volet 3 : « Etat des marchés et potentiel emploi »**

L'analyse de l'état des marchés potentiels d'application des extraits forestiers a ciblé, en particulier, les secteurs à haute valeur ajoutée tels que :

- le marché des PSN (Produits de Santé Naturels)

- le marché cosmétique
- les nutraceutiques
- l'agroalimentaire (la zootechnie)

Dans cette étude, une revue générale des réglementations auxquelles sont soumis ces divers marchés est également proposée.

Le volet 3 évalue également le potentiel « emploi » que représenterait la mise en place de la filière « extractibles » au sein même de l'industrie forestière québécoise.

Le bilan de cette étude contribue à définir ce qui est disponible comme information sur l'un ou l'autre de ces volets et conséquemment identifier (i) les éléments manquants, et (ii) les éléments existants mais dont le niveau de précision est insuffisant, que ce soit pour réaliser des études de préfaisabilité technique et financière adéquates ou encore pour satisfaire les besoins des industriels intéressés d'investir à faible risque dans cette filière.

### **3. Les extractibles forestiers de Québec**

---

La forêt boréale compte environ 850 espèces végétales différentes dont une vingtaine d'essences forestières. Cette biodiversité constitue un important réservoir potentiel de nouveaux agents thérapeutiques, cosmétiques et bioalimentaires. En effet, on sait qu'une espèce végétale peut renfermer au-delà d'une centaine de métabolites secondaires de nature et de structures différentes, ce qui représente une panoplie indéniable de nouvelles molécules bioactives. Seulement 10% des espèces végétales à l'échelle mondiale ont fait l'objet d'études phytochimiques et l'Europe présente une avance certaine sur les pays nord-américains à cet égard. Ainsi, la nature des extractibles des essences québécoises ainsi que leurs propriétés biologiques restent encore très mal connues.

La revue de la littérature a permis de ratisser le sujet des extractibles des feuillus et des résineux présents dans les forêts québécoises et notamment, ceux des essences les plus commercialisées. L'annexe 1 présente la liste des genres - regroupant plusieurs espèces- de feuillus et de résineux (les plus abondants mais aussi quelques essences secondaires présentes au Québec) ayant fait l'objet du rapport.

Le bilan de cette étude nous amène aux points suivants :

- **La nécessité de poursuivre les recherches** sur la nature des extractibles et leurs propriétés biologiques. On constate un net manque de connaissances phytochimiques concernant les essences nord-américaines, comparativement aux informations accumulées sur les essences européennes du même genre.
- **Les données ethnopharmacologiques sont des pistes** indéniables pour guider les chercheurs vers les essences à fort potentiel biologique. Il s'agit par exemple d'établir les concordances entre d'une part, les traitements thérapeutiques traditionnels uniques aux amérindiens et se fondant sur les extraits de diverses essences, et d'autre part les observations scientifiques récentes sur les activités biologiques de ces mêmes extraits. Dans beaucoup de cas, les autochtones se nourrissaient de ces produits forestiers sur une base régulière, sans épisodes de toxicité.
- **Les essences feuillues et résineuses du Québec représentent des sources importantes d'extractibles** aux multiples propriétés biologiques pour la conception et la formulation de produits à haute valeur ajoutée.

Mentionnons chez les feuillus, l'acide bétulinique du bouleau blanc (anti-cancer, anti-VIH), les tannins du chêne rouge (astringent, antioxydant), les polyphénols dont les salicylates du peuplier (analgésique, antioxydant, tonique) et de nombreux autres....

D'un autre côté, les extraits (autres que les huiles essentielles) d'écorces des essences majoritaires de résineux sont riches en polyphénols dont les divers bénéfiques ont déjà été démontrés (voir annexe 2). Ces composés ont été identifiés en grande quantité dans les extraits d'écorce d'épinette, ces extraits possédant de remarquables propriétés antioxydantes - comparables voire supérieures au pycnogénol, un extrait de pin maritime déjà commercialisé. Les terpènes extraits de l'écorce du pin ont été identifiés comme anti-cholestérolémiques et anti-tumoraux alors que les phénols sont responsables en grande partie de l'activité antimicrobienne et surtout antioxydante de ces extraits. L'écorce de mélèze s'avère aussi une attrayante source de polyphénols à hautes activités antioxydantes.

- Les écorces ont été beaucoup moins étudiées que les parties aériennes des arbres (feuilles, fleurs, branches etc..). Pour établir des projets de valorisation des résidus « écorces », il sera nécessaire de favoriser et soutenir des programmes de recherches visant entre autre une identification rigoureuse des extractibles de ce tissu

(composition chimique des extraits) de même que l'évaluation des diverses bioactivités correspondantes.

- Il importe de faire une distinction nette entre les huiles essentielles et les extraits des tissus ligneux. En effet, les huiles essentielles sont obtenues par hydrodistillation (entraînement à la vapeur d'eau) majoritairement à partir des **aiguilles** de résineux. Les rendements d'extraction des huiles essentielles sont faibles : en moyenne de 1-5% de la matière végétale sèche. Quant à eux, les extraits dont on parle dans ce rapport sont obtenus par extraction par solvant (eau, éthanol ou mélange des deux). Les rendements sont généralement de l'ordre de 10-25%.

En annexe 3, un tableau de résultats obtenus par l'équipe de recherche du Laboratoire de Chimie du Bois du CRB, montre les rendements en extractibles ainsi que la teneur en polyphénols des extraits aqueux et éthanoliques d'écorces pour diverses essences importantes de la forêt canadienne. Celles-ci sont comparées à certains aliments riches en polyphénols. En annexe 4, un tableau récapitulatif expose l'état actuel des connaissances sur la composition chimique des extraits d'écorces de diverses essences québécoises (feuillues et résineuses) et leurs propriétés biologiques établies.

#### **4. Les technologies de conversion**

---

Le sciage et le placage génèrent divers types de résidus de coupe. Les copeaux du sciage sont réutilisés pour leur fibre en production de pâtes et papiers, les rabotures et sciures peuvent être reconvertis dans les panneaux et les écorces sont brûlées pour produire de l'énergie. L'étape d'extraction des écorces nous est donc apparue comme une voie essentielle de valorisation de ce résidu en amont de la combustion, sans nuire dès lors à son utilisation établie. En effet, les analyses préliminaires effectuées récemment au Laboratoire de Chimie du Bois de la Professeure Stevanovic ont pu démontrer que la perte en pouvoir calorifique due à l'extraction n'avoisinait en moyenne que de 2%.

Mettre en place l'extraction des écorces requiert plusieurs étapes de procédé nécessaires pour convertir la matière première brute en produit final commercialisable ; ce dernier peut-être un extrait standardisé ou une fraction bioactive de cette extrait. La figure 1 est une proposition des diverses étapes à envisager pour pouvoir effectuer l'extraction des écorces et obtenir un produit commercialisable de qualité.

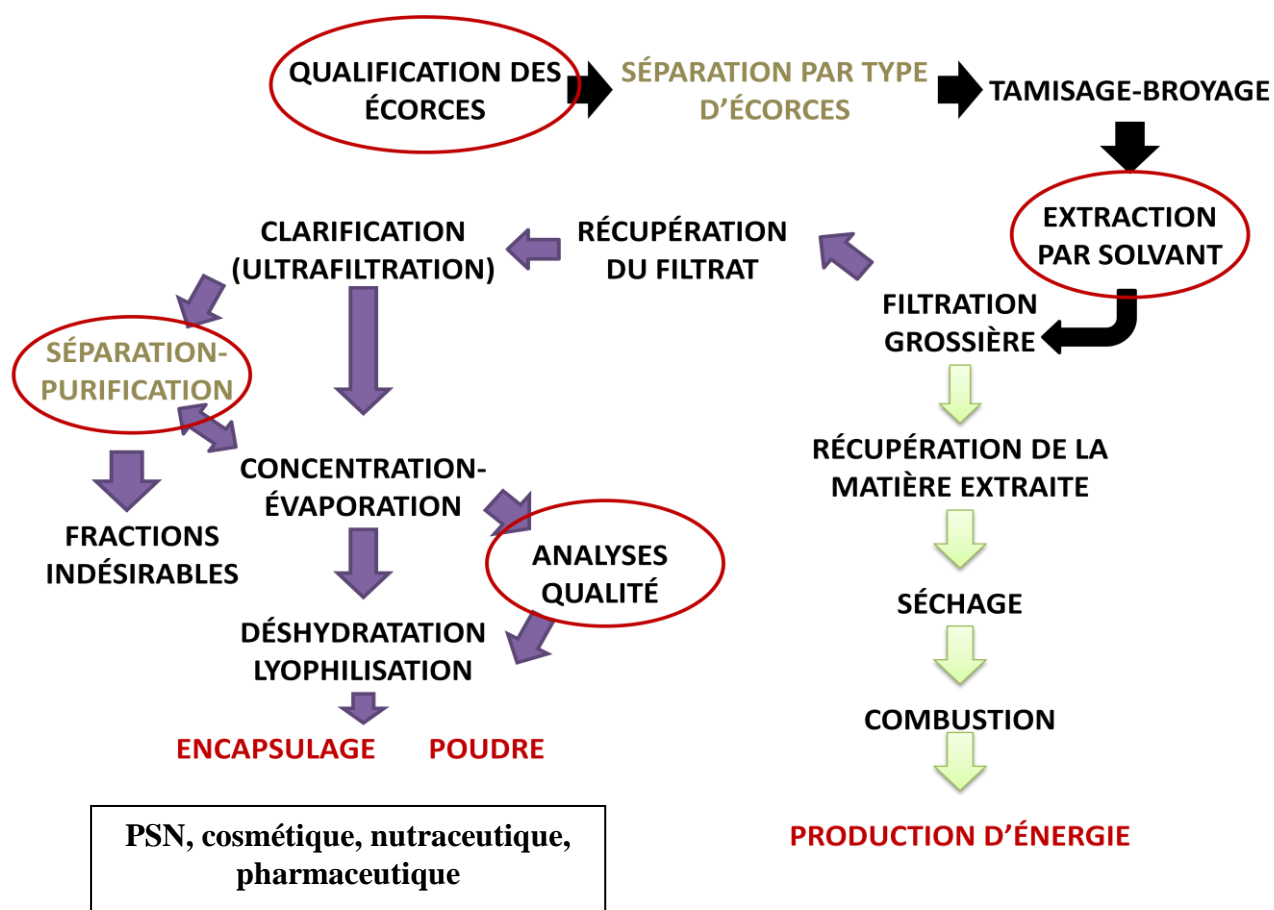


Figure 1: Possibles étapes de conversion de la matière première

Ainsi chaque étape met en application une ou des technologies plus ou moins coûteuses.

- (i) La qualification des écorces consiste à identifier et certifier l'origine de la matière première (suivi de qualité des lots) préalablement nettoyée et conditionnée.
- (ii) Dépendamment de l'essence, la séparation des types d'écorces est une étape à prévoir qui vise à séparer l'écorce interne de l'écorce externe. En effet, nous avons démontré l'influence du type d'écorces sur la composition chimique et les propriétés biologiques de l'extrait obtenu.
- (iii) La matière est broyée et tamisée pour être homogénéisée et faciliter l'extraction. Cette dernière est en effet plus efficace (un fort rendement d'extraction = plus de matière extraite commercialisable = meilleure production) lorsque la matière est broyée car la surface de contact entre la matière solide et le solvant est drastiquement plus élevée.
- (iv) L'étape d'extraction par solvant consiste donc à mettre la matière en présence d'un volume déterminé de solvant. Le choix du solvant dépend essentiellement de la

nature des molécules ciblées mais il dépendra également des réglementations qui régissent le secteur d'application visé.

Les solvants à prioriser dans le cadre de l'extraction des écorces sont l'eau et l'éthanol (ou tout mélange des deux). Ce sont des solvants verts qui sont peu coûteux et qui permettent une extraction facile des polyphénols.

Plusieurs techniques d'extraction existent aujourd'hui - voir annexe 6 - classiques ou modernes. La méthode est optimisée à l'échelle du laboratoire (optimisation des paramètres d'extraction) tandis que le procédé en soi doit être développé à l'échelle pilote avant de pouvoir effectuer une mise à l'échelle industrielle.

- (v) L'étape subséquente à l'extraction consiste à séparer la matière solide extraite de l'extrait liquide (filtration). La matière solide extraite ainsi récupérée va devoir être séchée pour être brûlée en vue de produire de l'énergie. L'extrait quant à lui va subir un certain nombre de traitements permettant d'assurer la qualité du produit final.
- (vi) La clarification ou l'ultrafiltration est une étape permettant de « purifier » l'extrait afin de le débarrasser entre autres des particules en suspension, virus, bactéries et autres micro-organismes présents.
- (vii) Quelques choix s'imposent alors à l'industriel, il peut (i) commercialiser son extrait brut en standardisant sa méthode de fabrication, (ii) fractionner/purifier l'extrait pour n'en commercialiser que la fraction ou la molécule bioactive d'intérêt, (iii) proposer les deux types de conversion en fonction du secteur visé. Il est clair qu'un secteur tel que la pharmaceutique, sera plus intéressé à l'achat d'un principe actif ou d'une molécule bioactive. Par contre des secteurs tels que les PSN, les cosmétiques ou les nutraceutiques peuvent très bien favoriser le commerce de l'extrait brut non fractionné. Certaines entreprises voudront acheter également l'extrait brut pour effectuer elles-mêmes leurs traitements de purification.
- (viii) L'extrait est souvent vendu sous forme de poudre ou sous forme liquide concentrée, des étapes d'évaporation du solvant et de déshydratation sont donc également à prévoir en fin de chaîne. Au long du processus de purification de l'extrait, des analyses doivent être effectuées ; le tout permettant de s'assurer de la

composition chimique de l'extrait d'un lot à l'autre, notamment des teneurs en composés bioactifs, en solvants résiduels, contaminants possibles, etc.....

Évidemment, à chaque étape envisagée, il faut donc prévoir des appareillages différents applicables selon la technologie choisie lors de l'étude d'ingénierie à l'échelle pilote (voir en annexe 7 quelques exemples d'appareillages). Chaque technologie compte un coût d'implantation lié à l'appareillage, l'énergie, l'entretien, la sécurité etc...

## 5. Coûts d'implantation et rentabilité

---

La rentabilité d'une ligne d'extraction adjointe à une usine de sciage est difficilement quantifiable et nécessite une étude exhaustive afin d'évaluer tous les aspects économiques immédiats ainsi que la prévision des revenus dans le temps. Cependant on peut faire une évaluation sommaire des coûts d'achat des principaux équipements ; ici encore se pose la problématique des données à l'échelle pilote comme étant incontournables avant de procéder avec les hypothèses de production commerciale.

Selon nos calculs nous avons pu déduire que l'installation d'une ligne complète d'extraction pourra se chiffrer, selon les volumes annuels à traiter, entre 6 et 12 millions de dollars. D'où l'intérêt de générer le maximum de données et de paramètres en essais pilote, une proposition en soi relativement économique.

En se basant sur l'exemple de l'extrait d'écorces de pin maritime français commercialisé sous le nom de pycnogénol® ou d'Oligopin®, un extrait standardisé se vend environ à 200 \$/Kg tandis que la substance pure peut se vendre au-delà de 1000\$/Kg. Selon les données d'une étude Néo-Zélandaise exhaustive<sup>2</sup> sur lesquelles nous nous sommes basés pour faire notre estimation, chaque 100 tonnes d'écorces traitées pourra générer jusqu'à 20 tonnes d'extrait sec *brut*.

Certains points sont à nuancer relativement aux conditions prévalant actuellement au Québec :

- i) Coûts des écorces : si le coût décrit dans l'étude Néo-Zélandaise sur le pin semble relativement en accord avec les données actuelles sur le territoire québécois, ceci est sujet à des variations qui dépendent de plusieurs facteurs. Entre autres, la demande parallèle pour la combustion directe, pour certains autres usages (papiers

---

<sup>2</sup> Li J. et F. Maplesden (1998) Commercial production of tannins from radiata pine bark for wood adhesives. IPENZ Trans. 25 (1) p. 46

fins), sans mentionner les fluctuations des volumes de billes passant à la transformation primaire en scieries.

- ii) Coûts de la main d'œuvre : le besoin d'emplois en région, de même que les programmes d'aide gouvernementaux permettent d'envisager une gestion saine des coûts de main d'œuvre et également un avantage au plan de la formation spécialisée à moyen et long terme.
- iii) Les détails des étapes du procédé final demeurent à préciser suite au succès en usine pilote.

## **6. État des marchés et réglementations : l'industrie des Produits Naturels**

---

Plusieurs secteurs d'activité peuvent être inclus dans l'industrie des produits naturels. Les secteurs à hautes valeurs ajoutées sont la cosmétique, la pharmaceutique, les nutraceutiques ou encore l'agro-alimentaire. La demande croissante dans ces marchés pour diverses molécules naturelles bioactives est due à un contexte favorable :

- Vieillissement de la population
- Augmentation des coûts des soins de santé
- Progrès des connaissances en technologies alimentaire et en nutrition
- Meilleure sensibilisation du lien entre le régime alimentaire et la santé.

Aujourd'hui, santé, beauté et alimentation représentent un même univers et une même volonté qui est la volonté de « mieux vivre ».

### **6.1. Le marché des Produits de Santé Naturels (PSN)**

Un Produit de Santé Naturel est une substance ou une combinaison de substances, un médicament homéopathique ou traditionnel, qui est destiné à produire une activité pharmacologique ou un autre effet direct dans :

- le diagnostic, le traitement, l'atténuation ou la prévention d'une maladie, d'un désordre ou d'un état physiologique anormal ou leurs symptômes chez l'humain;
- la restauration ou la correction des fonctions organiques chez l'être humain; ou

- la modification des fonctions organiques chez l'être humain de manière à maintenir ou à promouvoir la santé.

En d'autres termes, un ingrédient est considéré de nature médicinale s'il contribue à l'activité pharmacologique associée à l'usage ou à fins recommandées.

Les entreprises de cette industrie font de la recherche et du développement (R-D), fabriquent ou commercialisent des produits de médecines douces (herbes médicinales, nutraceutiques, produits dermocosmétiques et homéopathiques).

En 2005 une analyse du marché des PSN a été effectuée, illustrant la robustesse de ce secteur, notamment au Québec<sup>3</sup>. A l'époque, ce marché était représenté par 125 entreprises soit 3000 emplois (Fig. 2). La majorité des entreprises avait pour spécialité les herbes médicinales aux vertus thérapeutiques ou la vente de matières premières et de principes actifs.

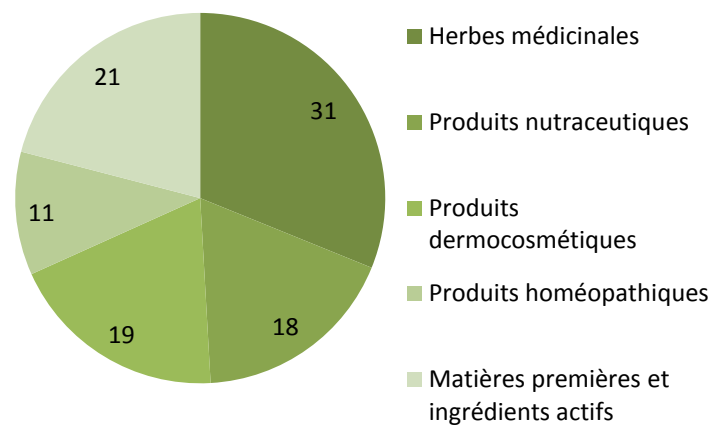


Figure 2: Répartition des entreprises au Québec du marché des PSN par type d'activités principales<sup>4</sup>

Depuis 2001, on constate une progression constante des ventes de produits de santé naturels aux Etats-Unis (Fig. 3).

<sup>3</sup> Développement économique, Innovation et Exportation (2005) L'industrie des produits de santé naturels, Québec, Canada

<sup>4</sup> Développement économique, Innovation et Exportation (2005) L'industrie des produits de santé naturels, Québec, Canada

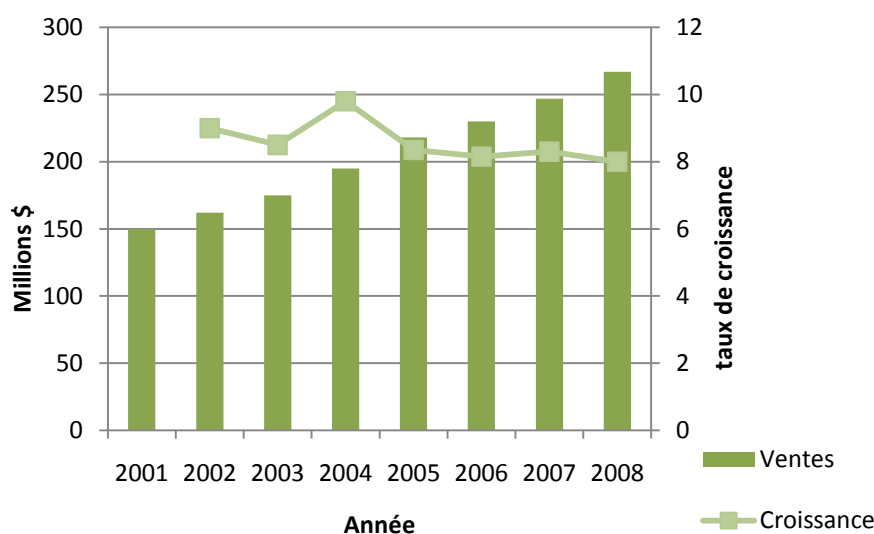


Figure 3: Marché des PSN aux E-U 2001-2008

En 2009, environ 140 entreprises fabriquaient ou commercialisaient au Québec des produits de santé naturels (PSN). Cinquante-huit d'entre elles (41,4 %) exerçaient des activités manufacturières ou de production d'ingrédients actifs, alors que 82 entreprises (58,6 %) agissaient comme grossistes, distributeurs ou importateurs. Les producteurs les plus importants sont Laboratoires Confab, Pharmetics et Pharmedlab.

L'industrie québécoise des PSN emploie aujourd'hui 3 500 personnes. Près des deux tiers de ces travailleurs (2 180) effectuent des tâches liées à la production de PSN ou d'ingrédients actifs et environ 130 exercent des fonctions en R-D. La majorité des établissements de fabrication compte moins de 50 employés. Deux régions regroupent plus de la moitié des entreprises et des emplois de ce secteur, soit Montréal et la Montérégie. On y dénombre, respectivement, 36 et 35 établissements qui emploient 796 et 1 047 travailleurs<sup>5</sup>.

Au Canada, ce marché est régi par Santé Canada et son *Règlement sur les Produits de Santé Naturels*<sup>6</sup>.

## 6.2. Le marché des nutraceutiques

Les nutraceutiques sont des produits non associés à des aliments qui sont fabriqués à partir de substances naturelles et conditionné sous forme de : comprimés - poudres - potions - autres

<sup>5</sup> <http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=2420>

<sup>6</sup> <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/prodnatur/about-apropos/index-fra.php>

formats médicaux. Ce sont souvent des antioxydants (polyphénols, flavonoïdes) qui sont consommés par voie orale en suppléments alimentaires dans le but de prévenir ou de traiter diverses pathologies humaines liées au stress oxydatif.

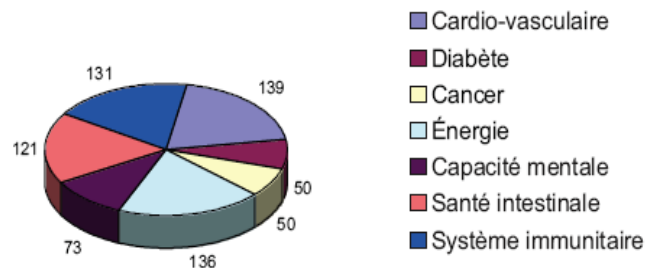


Figure 4: Catégorisation des aliments fonctionnels et des nutraceutiques répertoriés en 2007<sup>7</sup>.

Au Canada, environ 300 entreprises dont 72 au Québec étaient actives sur le marché des nutraceutiques en 2007.

Du point de vue réglementaire au Canada, l'objectif actuel des autorités est d'établir un cadre conceptuel devant permettre une réglementation des allégations relatives aux effets sur la santé liées à ce type de produits. Bien qu'aucune réglementation officielle n'existe encore, des définitions ont été proposées dans un document de politique, selon lesquelles ce qui distingue le nutraceutique de l'aliment fonctionnel est que ce dernier a comme caractéristique d'être un produit qui se consomme sous forme d'aliment, alors que le nutraceutique se présente sous forme de comprimés, de poudre, de supplément ou d'autres formes médicinales.

### 6.3. Le marché des cosmétiques<sup>8</sup>

La tendance au naturel dans les cosmétiques est également en forte croissance. Les cosmétiques dits naturels représentent 6% du marché global ce qui représente un potentiel significatif vu la taille énorme du marché. Aux États-Unis, le marché des cosmétiques naturels représente 7.9 Milliards de \$ US avec une croissance rapide de 16% par an. Par ailleurs 60% du marché mondial se situe en Amérique du Nord alors que l'Europe détient 30% (principalement en Allemagne) et l'Asie, seulement 5%.

Parmi les produits cosmétiques naturels, 55 à 70% sont des produits applicables sur la peau, et sont ainsi nommés ``dermo-cosmétiques``.

<sup>7</sup> Statistique Canada (2007) Functional Foods IX, Nutrition Business Journal

<sup>8</sup> Berthiaume, D. (2009) TransFair Canada-publication

## 6.4. Le marché pharmaceutique

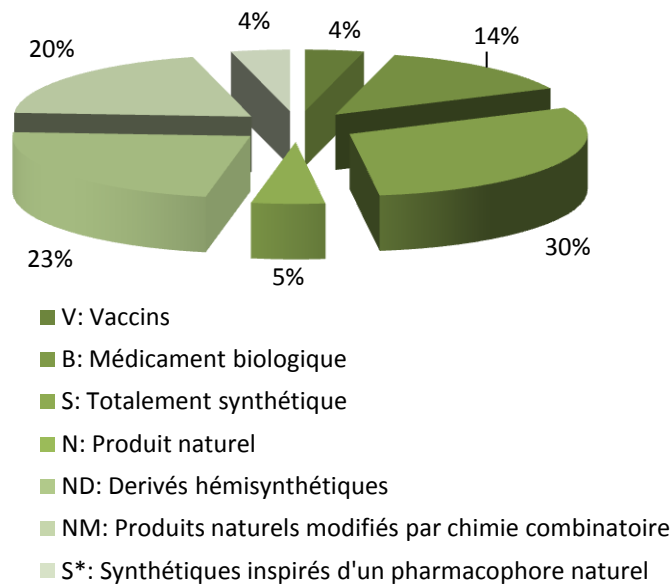


Figure 5: Répartition des types de médicaments

Il est estimé que 52% des médicaments actuels sont constitués ou dérivés de produits naturels. La recherche de nouveaux agents pharmaceutiques actifs par le screening des ressources naturelles telles que les extraits de plantes a conduit à la découverte de beaucoup de médicaments cliniquement efficaces et qui jouent un rôle majeur dans le traitement de plusieurs maladies chez l'humain. Un exemple éloquent qui supporte l'axe extractible-pharmacologie demeure le cas du taxol, un terpénoïde isolé de l'if du Canada (*Taxus canadensis*) par une équipe québécoise il y a déjà une vingtaine d'années<sup>9</sup>.

Il importe de faire une nette distinction entre la production d'extraits bruts ou partiellement purifiés d'une part, et d'autre part l'isolement à partir de ceux-ci, de molécules hautement purifiées. Dans le premier cas, la réglementation des Produits de Santé Naturels (PSN) (phytothérapie) s'applique, alors que dans le second cas il s'agit plutôt de produit pharmaceutique au sens strict du terme : ceci implique un long et fort coûteux parcours (incluant plusieurs phases d'essais cliniques et la mise en œuvre de ressources considérables). Dans l'éventualité où une molécule spécifique démontrerait des propriétés pharmacologiques d'intérêt, le groupe ou l'organisme désirant en développer le potentiel devra s'adresser à Santé Canada. Avant qu'un nouveau médicament ne soit autorisé pour la vente au Canada,

<sup>9</sup> Jean F.I. (1992). Analyse de produits naturels de *Taxus canadensis*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, QC.

l'agence en évalue l'innocuité, l'efficacité et la qualité. Le terme « médicament » comprend les produits pharmaceutiques sur ordonnance et sans ordonnance, les désinfectants et des produits d'hygiène revendiquant un pouvoir désinfectant.

Avant de recevoir le numéro d'identification des drogues spécifique (DIN) et l'autorisation de commercialiser un produit, le fabricant doit présenter une preuve scientifique *substantielle* de l'innocuité, de l'efficacité et de la qualité du produit comme le requiert la *Loi sur les aliments et drogues*.

### **6.5. Les produits naturels en zootechnie et en santé animale**

La zootechnie est l'ensemble des *sciences* et des *techniques* mises en œuvre dans l'élevage des animaux pour l'obtention de *produits* ou de *services* à destination de l'homme : viandes, lait, oeufs, laine, traction, loisirs et agréments, sport hippique, etc. Dans les pratiques alimentaires pour l'animal de ferme et l'animal domestique, l'utilisation des antioxydants chimiques conventionnels dans les diverses rations est une pratique fort répandue, et vise à protéger la stabilité des fractions lipidiques dans l'aliment : huiles végétales ou animales et certaines vitamines liposolubles. De plus, il est maintenant reconnu que l'apport en antioxydants dans la ration est critique chez les animaux dont le taux de croissance est rapide et qui sont par le fait même soumis à des niveaux de stress constants.

L'introduction d'un extractible forestier comme antioxydant sur le marché de la nutrition animale au Canada peut se faire selon deux scénarios, le premier permettant un accès relativement rapide au marché :

- (1) Comme additif nutritionnel avec allégations mineures
- (2) Comme médicament vétérinaire avec dossier complet pour appuyer des allégations plus complexes.

## **7. Potentiel emploi**

---

Dans la démarche de valorisation des principes actifs que recèlent les extractibles d'écorces, une stratégie par étape s'impose, pour faire suite aux données et confirmations initiales obtenues en laboratoire. En particulier, la validation de tout procédé ET des produits

résultants à travers des essais en usine pilote est essentielle afin de minimiser le risque dans la démarche.

Nous nous sommes permis d'extrapoler avec précaution ce que pourrait représenter une implantation de production commerciale, et le tableau suivant est présenté uniquement à titre d'exemple, les données exigeant des vérifications périodiques au fur et à mesure que les travaux de recherche progressent du laboratoire au pilote.

Par ailleurs, la composition de la main d'œuvre sera reliée à des facteurs tels que l'étendue des infrastructures déjà existantes, le niveau d'automatisation et la complexité des montages et équipements à mettre en place.

Ces chiffres pourront guider la discussion avec les intervenants locaux intéressés par ce type d'opportunité économique.

**Tableau 1: Estimation de la main d'œuvre requise pour le procédé d'extraction d'écorces**

<b>Étape du procédé et autres</b>	<b>Usine pilote <sup>(1)</sup></b>	<b>Site de production <sup>(2)</sup></b>
Réception des écorces, broyage, tamisage	1	2
Extraction, filtration, concentration	2	4
Séchage et emballage	1	2
Supervision	1	2
Travail de laboratoire	0 – 1	2
Entretien	1	3
Administration	1	3
<b>TOTAL</b>	<b>7 – 8</b>	<b>18</b>

(1) Hypothèse : implantation dans un bâtiment existant

(2) Hypothèse : installation de tous les équipements sur le même site, dans bâtiments existants. Traitement d'environ 15,000 – 25,000 tonnes anhydres d'écorces par année

## **8. Conclusions et recommandations**

---

A la lecture de ce rapport, on constate que le Québec possède une richesse forestière à fort potentiel de valorisation additionnelle, et qu'il est maintenant possible d'aller au-delà de l'exploitation conventionnelle du bois et de la pâte. Bien entendu, les biocarburants jouissent d'une mode grandissante, et plusieurs intervenants préconisent les résidus forestiers comme

nouveaux intrants dans cette filière. Sur ce point, notons toutefois la disponibilité de plusieurs autres biomasses comme sources économiques de glucides et de fibres convertibles vers l'éthanol ou autres molécules énergétiques. L'exploitation intégrée des molécules bioactives d'écorces à des fins thérapeutiques chez l'humain et l'animal offre une opportunité inégalée de progrès économique particulièrement en région.

Le secteur des extractibles forestiers au Québec est voué à un avenir prometteur. A cette fin, un cheminement prudent et rigoureux permettra d'en établir clairement les forces et faiblesses de même que les opportunités locales et à l'international.

Nos recommandations sont les suivantes :

© **A PARTIR DE L'ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES**

- Identifier des extractibles porteurs et quantifier les stocks disponibles dans chaque région.

© **RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

- Développement de bioproduits dérivés de la biomasse forestière – préalablement identifiés comme rentables selon chaque région.

© **POLITIQUE D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE**

- Surveillance de la gestion de l'accès à la ressource. Un des facteurs de risque demeure la pérennité des volumes nécessaires de matière première.

© **REGROUPEMENT DES LIEUX DE STOCKAGE DE LA MATIÈRE PREMIÈRE**

- Ceci afin de s'assurer de la production de volumes commercialisables
- Se référer au projet de centre de valorisation de la fibre du CRIQ

© **MAINTIEN D'UNE VEILLE PRÉCISE DE L'ÉVOLUTION DES TECHNOLOGIES ET DES RÉGLEMENTATIONS**

© **EFFORTS DE SENSIBILISATION AUPRÈS DES TRANSFORMATEURS ET DES CONSOMMATEURS**

- Sur la nature et sur les bénéfices des extractibles et leurs composantes.

© **RÉSEAUTAGE QUÉBÉCOIS**

- Développer un pôle d'expertise du secteur « extractibles ».

© **ÉTUDE DE MARCHÉS EXHAUSTIVE**

- Saisir l'importance des produits dérivés des extractibles d'origine forestière dans l'économie québécoise: à la fois sur le territoire et à l'international.

---

# **ANNEXES**

---

## ANNEXE 1 : Liste des essences étudiées

---

<b>Espèces feuillues</b>	<b>Nom botanique</b>
Érable	Acer spp.
Bouleau	Betula spp.
Peuplier	Populus spp.
Chêne	Quercus spp.
Frêne	Fraxinus spp.
Orme	Ulmus spp.
Tilleul	Tilia spp.
Noyer	Juglans spp.
Caryer	Carya spp.

<b>Espèces résineuses</b>	<b>Nom botanique</b>
Épinette	Picea spp.
Pin	Pinus spp.
Mélèze	Larix spp.
Sapin	Abies spp.
Pruche	Tsuga spp.
Thuja	Thuja spp.

## ANNEXE 2 : Les polyphénols

---

Les polyphénols se retrouvent dans les divers tissus de l'arbre et en grande quantité dans le bois et les écorces. Par ailleurs, ces composés jouent un rôle certain dans la durabilité naturelle inhérente à certaines essences de bois grâce aux synergies créées par leurs diverses propriétés<sup>10,11</sup> : mentionnons leur capacité à piéger les radicaux libres (ce sont de puissants antioxydants), leur capacité à bloquer les processus enzymatiques, de même que leur activité fongicide.<sup>12,13</sup> Les composés polyphénoliques suscitent depuis une dizaine d'années un intérêt croissant de la part des nutritionnistes, des industries agro-alimentaires et du consommateur averti<sup>14</sup>. Ce sont les antioxydants les plus abondants dans les aliments puisque nous en consommons environ 1 g/jour, soit près de dix fois plus que la vitamine C et 100 fois plus que la vitamine E ou les caroténoïdes. Ils peuvent avoir une incidence sur la conservation des produits, en particulier cosmétiques<sup>15</sup>, alimentaires ou pharmaceutiques ; dans tous ces produits la conservation doit être optimale pour protéger le consommateur. Les polyphénols neutralisent les radicaux libres et leurs propriétés antioxydantes ou anti-inflammatoires 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.<sup>16, 17,18, 19, 20</sup> En industrie alimentaire, l'ajout d'antioxydants naturels est une intervention relativement nouvelle mais vouée à une

---

<sup>10</sup> Royer M. (2008) Les molécules responsables de la stabilité des bois: cas des bois tropicaux de Guyane Française. Unité Mixte de Recherche Ecologie des Forêts de Guyane (UMR ECOFOG), Université des Antilles et de la Guyane, Cayenne, pp. 242.

<sup>11</sup> Aloui F., Ayadi N., Charrier F. and Charrier B., 2004. Durability of European oak (*Quercus petraea* and *Quercus robur*) against white rot fungi (*Coriolus versicolor*): relations with phenol extractives. *Holz Roh Werkst* 62(4): 286-290.

<sup>12</sup> Schultz P. and Darrel D.N. (2000) Naturally durable heartwood: evidence for a proposed dual defensive function of the extractives. *Phytochemistry* 54: 47-52.

<sup>13</sup> Schultz T.P. and Nicholas D.D. (2002) Development of environmentally-benign wood preservatives based on the combination of organic biocides with antioxidants and metal chelators. *Phytochemistry* 61(5): 555-560.

<sup>14</sup> Stevanovic T., Diouf P.N. and Garcia-Perez M.E., (2009). Bioactive polyphenols from healthy diets and forest biomass. *Current Nutrition and Food Science* 5(4): 264-295.

<sup>15</sup> Arct J. and Pytkowska K. (2008) Flavonoids as components of biologically active cosmeceuticals. *Clinics in Dermatology* 26(4): 347-357.

<sup>16</sup> Federico A, Morgillo F, Tuccillo C, Ciardiello F and Loguercio C. (2007) Chronic inflammation and oxidative stress in human carcinogenesis. *International Journal of Cancer* 121(11): 2381-2386.

<sup>17</sup> Ammar R.B., Bhourri W., Sghaier M.B., Boubaker J., Skandrani I., Neffati A., Bouhlel I., Kilani S., Mariotte A.-M., Chekir-Ghedira L., Dijoux-Franca M.-G. and Ghedira K. (2009) Antioxidant and free radical-scavenging properties of three flavonoids isolated from the leaves of *Rhamnus alaternus* L. (Rhamnaceae) : A structure-activity relationship study. *Food Chemistry* 116(1): 258-264.

<sup>18</sup> Atmani D., Chafer N., Berboucha M., Ayouni K., Lounis H., Boudaoud H., Debbache N. and Atmani D., (2009) Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chemistry* 112(2): 303-309.

<sup>19</sup> Goetz P. (2007) Phytothérapie du diabète. *Phytothérapie* 5: 212-217.

<sup>20</sup> Halliwell B. (1996) Antioxidants in human health and disease. *Annual Review of Nutrition*, pp. 33-50.

expansion certaine. Depuis les années 1980, les antioxydants naturels sont apparus comme alternative aux antioxydants synthétiques dont l'innocuité est remise en cause en nutrition humaine et animale<sup>21</sup>. La tendance est irréversible : les antioxydants d'origine naturelle sont aujourd'hui généralement préférés par les consommateurs.

---

<sup>21</sup> Moure A., Cruz J.M., Franco D., Manuel Domínguez J., Sineiro J., Domínguez H., Núñez M.J. and Carlos Parajó J. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry* 72(2): 145-171.

**ANNEXE 3 : Teneur en polyphénols dans les extraits d' écorces de  
diverses essences canadiennes.**

---

	<b>Rendement en extractibles (%)</b>	<b>Phénols totaux (mg/g d'extrait sec)</b>
Érable rouge	21.2	323.6
Bouleau jaune	7.0	309.1
Sapin baumier	28.9	182.1
Pin gris	34.2	232.6
<b>Épinette noire</b>	<b>12.7</b>	<b>404.3</b>
Peuplier faux tremble	14.0	113.5
Thé noir	-	162.9
Canneberge (100 g)	-	527.2
Brocoli (100 g)	-	106.1

## ANNEXE 4 : Tableau récapitulatif de l'état actuel des connaissances

### MATRICE (A) RÉSINEUX du Québec

Essence	Principales molécules actives	Principales activités biologiques des extraits d'écorces
<b>Épinette noire</b>	Astringénine, Isorhapontine, Isorhapontigénine, Taxifoline, lignanes	Activités antioxydante, antifongique, termicide, antileucémique, anti-inflammatoire, anti-hypercholestérolémie, antioxydant, antimicrobien
<b>Pin gris</b>	$\beta$ -sitostérol, oxyde (+)-13-epimanoyle, torulosol, dihydrostérol	Activités anti-hypercholestérolémie, propriétés antitumorales, antifongique
<b>Mélèze laricin</b>	<i>Trans</i> -3,5-diméthoxystilbène, labdanes diterpènes	Activité antioxydante
<b>Sapin baumier</b>	<i>Cis</i> -3,5-diméthoxy- -stilbène, polyphénols non identifiés	Activité antidiabétique

### MATRICE (B) FEUILLUS du Québec

Essence	Principales molécules isolées dans l'écorce	Principales activités biologiques des extraits d'écorces
<b>Érable rouge</b>	(+)-catéchine, acide gallique, procyanidines, proanthocyanidines, pyrogallol, tannins hydrolysables	Activités antimicrobienne, antifongique, antiradicalaire
<b>Bouleau jaune</b>	(+)-catéchine, kaempferol-O-glycoside, rhododendron, salidroside, syringaldéhyde, acide chlorogénique, triterpènes (lupanes : aldéhyde bétulonique, lupéol, bétuline, acide bétulinique etc)	Activités anti-inflammatoire, antioxydante, antitumorale, anxiolytique, antivirale (VIH), antibactérienne, cytotoxique.
<b>Peuplier faux-tremble</b>	salicine, trémuloïdine, salireposide, alcool salicylique, alcool gentsylique, acide benzoïque, sucres simples	Activités antioxydante/antiradicalaire, anti-inflammatoire
<b>Chêne blanc, chêne rouge</b>	tannins condensés (proanthocyanidines), (+)-catéchine, (+) gallocatéchine, leucopelargonidine, leucocyanidine, leucodelphinidine, acide gallique	Activités astringente, antiseptique, caractère tonique, antioxydante/antiradicalaire

## ANNEXE 5 : Volumes de disponibilité forestière par essence

Vol m <sup>3</sup>												
	Essence	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
10	Épinettes	7 703 606	9 559 758	10 757 315	10 840 869	12 144 911	11 248 096	8 946 408	8 703 716	6 499 342	6 184 195	92 588 218
30	Mélèzes	30 535	58 424	62 343	84 954	84 878	61 072	36 700	61 695	33 505	43 854	557 961
41	Pin blanc	458 442	417 666	428 074	304 239	287 904	162 598	238 487	140 302	36 482	40 999	2 515 194
42	Pin rouge	59 766	53 706	52 675	43 523	39 081	23 774	33 257	23 743	13 884	8 037	351 447
43	Pin gris	2 370 769	2 716 689	2 689 047	2 629 564	2 748 722	2 247 060	1 503 442	1 679 831	1 396 619	960 405	20 942 148
50	Pruche de l'est	75 694	93 019	49 697	34 757	44 419	31 718	81 423	44 272	48 045	3 086	506 130
60	Sapin baumier	1 302 819	1 492 095	1 644 702	1 865 233	2 008 872	1 998 031	1 902 957	1 485 905	1 507 452	1 276 464	16 484 531
80	Thuya de l'est	138 810	108 026	156 944	126 974	185 018	131 038	71 799	70 261	51 310	39 598	1 079 776
104	Bouleau jaune	483 489	448 078	435 200	415 798	497 537	301 916	242 048	325 231	301 163	238 964	3 689 424
105	Bouleau à papier	1 111 108	1 170 602	1 162 254	1 469 564	1 752 796	1 491 962	1 101 308	1 053 296	930 402	773 843	12 017 136
110	Cerisiers	1 292	2 133	1 727	2 098	1 226	1 261	1 269	817	446	328	12 599
120	Chênes	66 066	63 616	59 813	38 892	31 544	14 378	9 077	12 833	7 604	4 691	308 513
130	Érables	2 630	2 456	5 924	3 461	4 120	3 019	1 178	1 273	996	1 948	27 004
132	Érable à sucre	731 139	740 860	682 308	655 808	758 752	456 590	411 875	417 272	427 883	298 026	5 580 514
133	Érable rouge	121 903	125 349	125 355	139 432	224 729	143 960	146 739	136 411	138 521	77 109	1 379 507
135	Autres érables	3		0	59	128	148	43	0	16		396
140	Frênes	2 637	2 495	3 786	3 067	2 258	190	15	117			14 566
141	Frêne d'Amérique	1 372	1 479	2 084	1 331	1 614	1 801	1 747	641	796	451	13 317
142	Frêne noir	5 165	6 107	6 997	4 757	6 469	3 626	4 679	3 716	4 943	2 565	49 023

150	Hêtre à grandes feuilles	142 408	175 308	132 460	189 295	166 620	134 066	113 964	126 727	84 462	55 408	1 320 717
160	Noyers	437	296	195	158	213	73	78	41	7		1 499
165	Caryers		5	1	130	1	0					136
170	Ormes	222	253	178	99	141	129	143	166	41	48	1 420
180	Ostryer de Virginie	405	372	422	307	362	236	498	357	195	17	3 171
190	Peupliers	2 144	2 122	1 855	2 405	2 417	2 208	1 938	1 449	1 056		18 413
		893	550	408	176	799	887	901	788	506	814 030	938
191	Peuplier baumier	12 465	12 592	2 612	7 253	398	5 439	4 694	9 346	3 608	5 692	64 100
210	Tilleul d'Amérique	34 186	32 650	32 537	21 470	17 151	11 776	13 442	9 291	4 820	2 360	179 681
370	Épinette - sapin - pin gris - mélèze	14 573	10 294	10 302	8 982	10 157	8 324	7 371	5 113	4 205	3 259	82 585
		599	199	969	635	486	048	399	797	672	888	691
495	Tous feuillus (1)	10 509	10 340	5 014	766		16 532	17 292	16 441	45 201	39 537	161 631
Total		31 586	29 711	30 658	30 271	33 585	29 023	24 194	20 887	16 799	14 131	260 849
		371	122	042	667	147	425	861	286	924	543	387

## ANNEXE 6 : Techniques d'extraction

---

Méthodes classiques	Méthodes spécifiques
<b>Par solvant organique :</b>	
Percolation	Fluide supercritique
Macération	Micro-ondes
Soxhlet	Ultrasons
<b>A l'eau</b>	Sublimation
Infusion	Par énergie électrique
Décoction	Phytonics
Hydrodistillation	Enfleurage
	Expression
	Extraction à contre-courant

---

## **ANNEXE 7 : Quelques photos d'équipements industriels**

---



**Exemple d'une unité de pilote d'extraction**



**Exemple d'un système d'extraction par macération**



**Système d'ultrafiltration**



**Evaporateurs industriels**



**Colonne de fractionnement**