

MODÉLISATION DE LA RENTABILITÉ FINANCIÈRE D'UNE CULTURE  
INTENSIVE DE SAULES EN ABITIBI ET ÉVALUATION DE LA VIABILITÉ DU  
PROJET DANS LE CONTEXTE DU DÉVELOPPEMENT D'UNE FILIÈRE DE  
PROXIMITÉ AXÉE SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Par :

THIERRY FARRUGIA

Mémoire présenté au programme de Maîtrise en administration

En vue de l'obtention du grade de Maître ès sciences

FACULTÉ D'ADMINISTRATION

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Le 9 mai 2011

# TABLE DES MATIÈRES

PAGE :

<b>CHAPITRE 1 – INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 2 – OBJECTIFS DE LA RECHERCHE .....</b>	<b>4</b>
<b>CHAPITRE 3 – CADRE THÉORIQUE .....</b>	<b>6</b>
3.1	DÉVELOPPEMENT DURABLE ..... 6
3.1.1	<i>Aménagement forestier durable</i> ..... 10
3.2	DÉVELOPPEMENT LOCAL..... 12
3.2.1	<i>La gouvernance</i> ..... 18
3.3	LIENS ENTRE LE PROJET À L'ÉTUDE ET LES PRINCIPES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DU DÉVELOPPEMENT LOCAL ..... 20
<b>CHAPITRE 4 – MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>22</b>
4.1	MODÉLISATION D'UNE FILIÈRE INDUSTRIELLE DE PRODUCTION DE SAULE ET DE TRANSFORMATION EN BIOMASSE FORESTIÈRE..... 23
4.1.1	<i>La Valeur Actuelle Nette (VAN)</i> ..... 24
4.1.1.1	Détermination du taux d'actualisation ..... 24
4.1.1.2	Détermination des sorties de fonds initiales ..... 26
4.1.1.3	Détermination des entrées nettes de fonds provenant de l'exploitation..... 27
4.1.1.3.1	Frais d'opération de la production de saules ..... 28
4.1.1.3.2	Frais d'opération de la transformation de saules en granules de bois ..... 32
4.1.1.4	Flux monétaires produits par l'allocation du coût en capital ..... 34
4.1.1.5	Sorties de fonds en cours de projet et entrées de fonds en fin de projet ..... 34
4.1.1.6	Entrées de fonds en fin de projet et traitement fiscal des dispositions d'actifs ..... 35
4.1.2	<i>Le Taux de Rendement Interne (TRI)</i> ..... 36
4.1.3	<i>Éléments spécifiques au modèle d'évaluation</i> ..... 36
4.2	ANALYSE DU RISQUE ..... 37
4.2.1	<i>Simulation Monte Carlo</i> ..... 37
4.2.2	<i>Analyse de sensibilité et analyse de scénarios</i> ..... 40
4.3	ÉVALUATION DU PARTAGE DE LA RENTE ÉCONOMIQUE ENTRE LES PARTICIPANTS DE LA FILIÈRE AGROFORESTIÈRE. .... 41
4.4	ÉVALUATION DE LA CRÉATION D'EMPLOIS..... 42
<b>CHAPITRE 5 – PRÉSENTATION DES RÉSULTATS .....</b>	<b>44</b>
5.1	RÉSULTATS DE L'ANALYSE DE LA RENTABILITÉ FINANCIÈRE DU PROJET ET VARIABILITÉ DES RÉSULTATS ..... 45
5.1.1	<i>Analyse de l'hypothèse d'exportation de la production de granules vers les grands marchés de consommation commerciale et industrielle d'Europe</i> ..... 45
5.1.2	<i>Analyse de l'hypothèse de développement de marché de consommation de granules commerciale et industrielle dans la région de Montréal</i> ..... 51
5.1.3	<i>Analyse de l'hypothèse de développement de marché de consommation local de granules de type commercial et industriel</i> ..... 57
5.2	RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES FACTEURS DE RISQUE ..... 62
5.3	RÉPARTITION DE LA RENTE ÉCONOMIQUE DU PROJET ENTRE LES PARTICIPANTS DE LA FILIÈRE ..... 68
5.4	IMPACT DU PROJET AU NIVEAU DE LA CRÉATION D'EMPLOIS ..... 73
<b>CHAPITRE 6 – LIMITES DU PROJET ET AVENUES DE RECHERCHES FUTURES .....</b>	<b>78</b>

<b>CHAPITRE 7 – CONCLUSION .....</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>87</b>

## CHAPITRE 1 – INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

---

Depuis déjà plusieurs années, l'industrie forestière québécoise est en profond état de crise. Selon le ministère des Ressources naturelles, près de 17 000 postes ont été supprimés depuis 2005 tant dans les papeteries que les scieries et les fabriques de meubles. En tenant compte des répercussions sur les emplois indirects, le Conseil de l'industrie forestière évalue à 65 000 le nombre d'individus qui se sont retrouvés au chômage au cours de cette période.<sup>1</sup> La hausse du prix du pétrole, la vigueur du dollar canadien ainsi que la baisse des prix du bois d'œuvre et du papier journal sont parmi les facteurs déterminants ayant contribué à l'enlisement de cette industrie en pleine crise structurelle.

Les fermetures d'usine et le ralentissement des activités ont forcé les acteurs de l'industrie à se réunir afin d'établir un plan d'action visant à définir une nouvelle orientation au secteur. Les solutions apportées ont cependant eu des conséquences dramatiques pour les communautés locales (souvent mono-industrielles) des régions fortement dépendantes de l'exploitation de ressources forestières. En effet, celles-ci ont

---

<sup>1</sup> <http://www.cyberpresse.ca/le-soleil/dossiers/retour-sur-la-decennie/200912/21/01-933132-lindustrie-forestiere-en-crise-comme-un-mal-de-dent-qui-seternise.php>

particulièrement souffert du mouvement de consolidation des usines de transformation et du chamboulement du lien forêt-usine. En retirant les droits de coupe en forêt aux usines bien ancrées dans les collectivités des régions au profit des entreprises propriétaires, le gouvernement du Québec permettait désormais à ces mêmes entreprises de transférer le bois récolté d'une région vers leurs autres usines ailleurs dans la province, compromettant par le fait même la garantie des retombés socio-économiques aux communautés dont le territoire est pourvoyeur de la ressource.

Le village de Champneuf situé en Abitibi-Témiscamingue figure parmi ces régions qui se sont vues déposséder des revenus tirés de la grande richesse forestière de leur territoire. Celles-ci se retrouvent désormais le dos au mur et se voient forcées de prendre en main leur propre développement. Afin d'y parvenir, il leur est nécessaire d'établir un plan de restructuration viable articulé en fonction de leurs caractéristiques spécifiques pouvant leur permettre de se réapproprier leurs richesses, d'assurer leur capacité à développer leur économie et ainsi rétablir la vitalité de leur communauté. La problématique de ce mémoire émane donc de cette réalité à laquelle font face ces régions forestières locales québécoises.

Plus spécifiquement, notre étude cherche à trouver réponse à l'interrogation suivante : Est-ce que l'application des concepts de développement durable et de développement local par le biais de la création d'une filière agroforestière permettant la

production énergétique pourrait assurer la pérennité d'une communauté régionale totalement dévitalisée comme celle de Champneuf?

Dans le présent document, nous définirons en premier lieu les objectifs généraux et détaillés qui nous permettront de répondre à la problématique précédemment énoncée. Nous établirons ensuite le cadre théorique de notre sujet de recherche et poursuivrons avec une présentation de la méthodologie employée afin d'apporter solution aux objectifs fixés. Enfin, nous présenterons et analyserons les résultats obtenus en relation avec les objectifs de l'étude avant d'aborder une discussion traitant des limites restreignant nos travaux de recherche. Nous conclurons par une discussion traitant de quelques idées pouvant servir à paver la voie à d'éventuelles recherches en lien avec la présente étude.

## **CHAPITRE 2 – OBJECTIFS DE LA RECHERCHE**

---

L'objectif principal de ce mémoire consiste à juger de la capacité d'une filière industrielle basée sur la production et la transformation du saule en circuit court à assurer la pérennité d'une communauté locale située en région forestière dans un contexte de développement durable. En d'autres termes, nous cherchons à évaluer les impacts économiques, sociaux et environnementaux que peut avoir sur une région l'implantation d'une filière agroforestière permettant la production énergétique en appliquant un modèle de développement local.

Plus spécifiquement, nous désirons modéliser cette filière industrielle afin d'en mesurer la rentabilité financière. Nous évaluerons séparément les flux monétaires générés par ses circuits de production de saule et de transformation en granule de bois. Le modèle permettra également d'identifier les principaux facteurs de risque liés à la rentabilité du projet. De plus, nous voulons déterminer le nombre d'emplois créés dans l'ensemble de la filière dans l'optique de quantifier les retombées sociaux-économiques du projet pour la communauté locale.

---

Enfin, nous cherchons à établir comment devrait être partagée, s'il y a lieu, la rente économique tirée du projet entre les participants de la filière et à vérifier si toutes les parties prenantes peuvent en dégager un bénéfice. Par le fait même, nous désirons évaluer si la filière devrait présenter une structure intégrée ou si la propriété de ses composantes devrait être distincte.



## **CHAPITRE 3 – CADRE THÉORIQUE**

---

Cette section est dédiée à la présentation des principales théories servant de fondement à notre sujet d'étude et définit comment ces théories s'intègrent à la gestion de l'industrie forestière ainsi qu'au développement de communautés forestières locales.

### **3.1 Développement durable**

C'est vers la fin des années 1970 que l'on assiste à une transition importante de l'attitude du public par rapport à la question de la gestion environnementale. Un grand mouvement de questionnement sur les effets de l'intervention de l'homme sur l'environnement prend forme. Cette sensibilisation à la gestion responsable des ressources mène à l'organisation de nombreux rassemblements d'importance au cours des années 1980, dont celui de la Commission mondiale de l'environnement et du développement en 1987. C'est à partir de là que le concept de développement durable prend forme et se popularise partout dans le monde.

Selon le Rapport Brundtland [1989] intitulé « Notre Avenir à Tous » qui fut publié suite à cet important rassemblement, le concept de développement durable se définit comme « un mode de développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion :

- le concept de besoins, et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et
- l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir.»<sup>2</sup>

L'objectif primaire du développement consiste à satisfaire les besoins de l'humain. Dans le contexte mondial actuel, on remarque que les besoins essentiels d'une importante quantité d'individus ne sont pas satisfaits. Or, le développement durable vise la satisfaction des besoins essentiels et du désir d'atteinte de qualité de vie meilleure de tous et chacun. L'atteinte d'un niveau de vie supérieur exige néanmoins que les modes de consommation prennent en considération les limites des capacités écologiques de la planète.

---

<sup>2</sup> « Notre Avenir à Tous », Rapport Brundtland, chapitre 2

Afin de répondre aux besoins essentiels, le développement durable nécessite la réalisation de tout le potentiel de croissance économique spécifiquement dans les secteurs où ces besoins sont les plus criants. Les concepts de développement et de croissance économique peuvent être compatibles à condition que cette même croissance respecte les principes de durabilité et de non-exploitation d'autrui. Ainsi, pour que le développement durable soit applicable, il faut faire en sorte de subvenir aux besoins en accroissant la productivité mais également en s'assurant l'égalité des opportunités pour tous. Également, on note que le développement durable n'est réalisable que si l'évolution démographique s'accorde avec le potentiel productif de l'écosystème.

Le Rapport Brundtland [1989] souligne que certaines manières d'agir des sociétés, dont la surexploitation des ressources, peuvent compromettre leur capacité à répondre aux besoins de ses membres. On assiste de nos jours à une intensification prononcée des interventions nocives de l'être humain dans les écosystèmes, telles que l'émission de chaleur et de gaz toxiques et l'exploitation commerciale des forêts, par le biais d'activités de développement. Ces actions vont à l'encontre des principes du développement durable qui, dans son application la plus simpliste, exige ne pas mettre en danger les systèmes naturels qui nous font vivre, soient l'atmosphère, l'eau, les sols et les êtres vivants.

Au sujet de l'exploitation des ressources, il n'y a pas de limite déterminée dont le dépassement engendrerait une catastrophe écologique. Cependant, des limites existent quand même et il importe d'assurer l'équité dans l'accès à ces ressources et d'orienter les efforts technologiques, les techniques et les connaissances dans l'optique de consolider la base de ressources pour alléger les pressions exercées sur celles-ci si l'on désire éviter d'atteindre ces limites. En théorie, les ressources renouvelables telles que les forêts ne peuvent s'épuiser si le rythme de prélèvement n'excède pas la capacité de régénération naturelle. Ces ressources font partie d'un écosystème très complexe et il est primordial d'établir un seuil maximal d'exploitation afin d'assurer leur pérennité tout en prenant en considération les répercussions de l'exploitation sur l'ensemble du système écologique.

Pour ce qui est des ressources non renouvelables telles que les combustibles fossiles, il est évident que leur utilisation mène à une réduction du stock dont dispose les générations à venir. Il est impératif de les utiliser en considérant l'importance critique de la ressource. On doit aussi tenir compte de l'existence de diverses techniques permettant une utilisation efficiente et minimisant l'épuisement, et cela en gardant à l'esprit l'éventualité de trouver un produit de remplacement à ces ressources. Dans un souci de développement durable, il est nécessaire d'assurer que le rythme d'épuisement des ressources non renouvelables compromette le moins possible l'avenir des futures générations. Il importe ainsi de ne pas épuiser les sols au-delà du seuil de récupération et d'adopter des méthodes d'économie et de recyclage afin d'éviter que les ressources

comme les combustibles fossiles disparaissent avant d'avoir trouvé des substituts convenables et durables. Le développement durable exige également que les déchets provenant des activités de transformation de la matière première et qui ont des effets néfastes sur le système écologique global soient réduits au minimum.

En résumé, « le développement durable est un processus de transformation dans lequel l'exploitation des ressources, la direction des investissements, l'orientation des techniques et les changements institutionnels se font de manière harmonieuse et renforcent le potentiel présent et à venir permettant de mieux répondre aux besoins et aspirations de l'humanité. »<sup>3</sup> Le développement durable est ainsi économiquement viable, socialement juste et écologiquement correct.

### **3.1.1 Aménagement forestier durable**

Les forêts représentent les ressources renouvelables les plus abondantes sur la planète et fournissent une multitude de richesses et de services économiques, sociaux et environnementaux. Cependant, par le passé, les habitants de partout à travers le monde ont puisé dans ces ressources afin d'assurer leur subsistance sans se soucier des effets

---

<sup>3</sup> « Notre Avenir à Tous », Rapport Brundtland, chapitre 2

pervers que pourraient entraîner la surexploitation de celles-ci. Les forêts se sont appauvries du fait de leur surexploitation que l'on explique par une démographie en croissance entraînant une hausse de la demande mondiale en ressources forestières. Le déboisement, la conversion des terres forestières à d'autres usages ainsi que la pollution aérienne sont d'autres facteurs qui ont contribué à la détérioration des forêts.

Comme mentionné dans la section précédente, la prise de conscience collective des impacts de l'activité humaine sur l'environnement a mené à l'élaboration du concept de développement durable. Le Service canadien des forêts indique qu'appliquée aux forêts, la notion de développement durable implique une gestion de la forêt qui maintient et améliore la santé à long terme des écosystèmes forestiers dans l'intérêt des êtres vivants en même temps qu'elle permet d'offrir des possibilités économiques, sociales et environnementales aux générations actuelles ainsi qu'à celles de demain. Formulé autrement, on parle de gestion durable forestière lorsque l'on utilise les terrains forestiers à un rythme permettant de préserver leur biodiversité, leur vitalité, leur productivité, leur capacité de régénération ainsi que leur potentiel de remplir les fonctions économiques, sociales et écologiques pertinentes et ce, autant dans le présent que dans le futur. Ainsi, les activités liées à la forêt ne doivent pas entraîner de dommages ayant pour effet de réduire la capacité des forêts à générer des produits et services. Pour ce faire, il est important de reconnaître les limites au-delà desquelles les

forêts deviennent inaptes à supporter les changements écologiques et il importe de gérer les interventions humaines afin de tirer le maximum d'avantages de ces limites. On cherche également à équilibrer les besoins de ses divers utilisateurs afin que les avantages qui en sont tirés et les coûts générés soient partagés équitablement.

Pour qu'il y ait foresterie durable, il est essentiel que les opérations d'exploitation forestière et de transport soient respectueuses de l'environnement. Ceci permet de maintenir la productivité naturelle de la forêt ainsi que tous les bénéfices qui en découlent. L'exploitation durable des forêts impose par le fait même l'application des connaissances disponibles les plus avancées aux étapes fondamentales des activités d'exploitation forestière, soient la planification de la récolte, la construction et l'entretien des chemins forestiers, la coupe ainsi que l'évaluation après récolte.

### **3.2 Développement local**

Le développement local est un concept qui est apparu suite au constat de l'échec de l'emploi de politiques macro-économiques comme instrument dans le but de résoudre les problèmes en matière de développement économique et social survenant à l'échelle

local et régional. L'avènement du phénomène de la mondialisation et l'utilisation à grande échelle de l'idéologie de développement économique visant à maximiser la production au plus bas coût possible ont contribué à créer d'importants écarts sociaux et économiques entre les régions du monde. De nombreuses collectivités se sont retrouvées dans un état de dépendance, n'étant pas en mesure d'intégrer leurs activités au système dominant de production. Ces collectivités se sont ainsi retrouvées complètement dévitalisées en conséquence de la concentration des revenus et de la production. Plusieurs éléments, dont la vulnérabilité des collectivités locales à des phénomènes comme le désinvestissement, l'épuisement des ressources naturelles, l'obsolescence des méthodes de production et le déclin industriel, ont notamment contribué à l'émergence d'une préoccupation à développer les communautés et régions défavorisées par un développement micro régional. Cela mène à l'élaboration d'approches de développement établies en fonction des situations sociales et économiques spécifiques vécues dans ces territoires dévitalisés. Celles-ci visent à placer les ressorts du développement au cœur même des communautés régionales

L'institut de formation en développement économique communautaire définit le concept de développement local comme une stratégie de revitalisation socio-économique d'une région par la valorisation de ses ressources humaines, techniques et financières et l'établissement de nouvelles solidarités entre les divers acteurs locaux de tous les secteurs, entraînant ainsi la création d'organisations contrôlées par les représentants de cette région et facilitant la représentation de celle-ci auprès des



institutions extérieures possédant un pouvoir d'influence sur la gestion des ressources locales. Ces représentants s'associent au sein d'une structure de travail sectorielle avec comme objectif principal de permettre la croissance de l'économie locale. Selon JEAN [1996], la notion de développement approprié ou développement local veut dire plus que simplement mettre en place un nouveau modèle d'intervention dans les régions afin de garantir l'efficacité des projets de développement ainsi que la durabilité de leurs effets socio-économiques sur les populations ciblées. Elle implique également la mise sur pied de projets de développement qui répondent aux besoins des communautés locales tout en s'harmonisant avec leur réalité socio-historique. Toujours d'après JEAN [1996], le développement local repose sur trois principes fondamentaux soient la viabilité économique, la vitalité sociale et la validité politique. Ainsi, la communauté locale doit posséder une base économique même si celle-ci est faible ou déficiente. Il faut également retrouver une vitalité sociale faisant en sorte que la qualité de vie soit perçue comme suffisante par la population qui y réside. On peut mesurer cette vitalité par la présence d'institutions dans les domaines social, éducationnel et communautaire. Enfin, il doit exister des rapports de solidarité et d'appui entre la collectivité locale et les différents niveaux de pouvoir politique.

Le développement local se base principalement sur la mobilisation ainsi que la valorisation des potentialités d'une collectivité et cherche à trouver des solutions à sa situation précaire en relevant le défi du développement et de la création d'emploi. Les acteurs du développement local choisissent de s'impliquer dans le redressement social

et économique de leur communauté en misant sur les ressources, les compétences et les entreprises locales plutôt que sur les investissements publics provenant de l'extérieur. VACHON [2001] souligne que la stratégie globale de ce concept est d'accroître la volonté et la capacité d'une collectivité locale à s'établir comme moteur principal de son propre processus de développement. Il mentionne cependant que le développement local endogène doit pouvoir compter sur la contribution de deux groupes distincts : le groupe local chargé de stimuler les innovations, d'élaborer les projets, de mobiliser la population et de mettre en valeur les ressources disponibles ainsi que le groupe supérieur (gouvernements, etc.) qui doit fournir un appui au niveau du financement, de la formation et du support technique. Les enjeux du développement local se situent sur trois axes principaux. D'abord, du point de vue économique, on cherche à valoriser les ressources locales et à mettre le territoire et sa population en état de produire et de se développer afin de freiner le processus de dévitalisation. Au niveau social, on vise la création d'emplois, l'utilisation d'initiatives locales, de partenariats locaux et de nouvelles relations entre les différents acteurs des projets de développement. Enfin, au point de vue culturel, on cherche à créer un esprit d'initiative et de solidarité, de responsabilité, de création et de confiance en soi au niveau des individus et groupes d'individus membres de ces collectivités. VACHON [2001] mentionne qu'il ne faut pas croire que l'on puisse atteindre les objectifs d'une stratégie de développement local du jour au lendemain. Le redressement économique et social d'une collectivité représente un projet de longue durée qui requiert la détermination, la créativité ainsi que la patience de ses bailleurs de fonds et promoteurs.

Les différentes caractéristiques spécifiques au développement local sont abordées par VACHON [1993]. D'abord, il n'existe pas de modèle unique de développement puisque la diversité des ressources physiques, humaines, financières de même que l'historique, la dynamique et les aspirations de chaque collectivité définissent leur façon d'agir face aux problèmes qui leurs sont propres. Le développement local est également considéré comme un phénomène endogène provenant du dynamisme et des initiatives des communautés qui structurent leur démarche en fonction d'une décision collective. Ce concept valorise l'adoption de façons de faire très imaginatives ainsi que l'utilisation des ressources matérielles, humaines et financières locales, entraînant par le fait même un climat de prise en charge et d'esprit d'entreprise. De plus, la mise en œuvre de stratégies de développement local exige la création d'un partenariat entre tous les acteurs impliqués autour du projet commun. On doit assister à un décloisonnement des institutions participantes, de leurs fonctions et de leurs compétences à travers les réseaux d'échanges tout en assurant l'égalité entre les interlocuteurs. Le processus de développement local nécessite aussi la présence de leaders qui prennent en charge les démarches proposées par la collectivité. Ceux-ci sont indispensables et doivent être en mesure de rassembler les volontés des communautés. Ils sont les principaux responsables de la participation des membres de la collectivité au processus de changement et de développement. Le dernier élément apporté par VACHON [1993] pour caractériser le concept de développement local implique l'introduction du principe de solidarité nationale qui signifie qu'il doit y avoir un projet politique collectif mis en place pour toute une société et supporté par l'ensemble des composantes de celle-ci afin

que le développement se réalise. Le pouvoir doit être dans les mains de la société et les compétences des gouvernements supérieurs doivent être des pouvoirs attribués de bas en haut.

VACHON [1993] ajoute que certaines conditions sont indispensables à la mise en place d'un projet de développement local. Selon lui, il faut assister à une prise de conscience marquée de la part de la population et des élus locaux. Il doit y avoir l'expression d'une volonté commune d'intervenir de la part de nombreux partenaires ainsi qu'une capacité collective de soutenir des projets de développement. Il faut assurer le développement de l'esprit d'entreprise en plus de la diversification des activités de production. On doit également assurer la valorisation des ressources matérielles et humaines provenant du territoire. Enfin, il est important que les représentants locaux, régionaux, nationaux reconnaissent et appuient les initiatives locales de développement.

Les principales phases de l'établissement d'une stratégie de développement local sont résumées dans les travaux de CARVALHO DE FREITAS [1999]. La première étape consiste à la mobilisation et la prise de conscience d'une collectivité de la nécessité de procéder à des changements afin de faire face à la problématique qui leur est propre. VACHON [1993] souligne que c'est à cette étape que l'on cherche à établir dans la communauté un sentiment de fierté et d'appartenance indispensable au

développement endogène. En deuxième lieu, on cherche à diagnostiquer et définir le problème pour être en mesure de cerner les orientations à prendre pour le résoudre. Cette étape implique un ensemble d'initiatives susceptibles d'avoir un impact positif sur la collectivité. Ces initiatives sont appuyées par une démarche de gestion de projet présentant les phases d'établissement des dossiers de projet, l'élaboration d'un plan d'affaires, la planification, l'implantation et l'évaluation des résultats. La troisième étape vise à développer la crédibilité du processus politique local afin de pouvoir instaurer avec succès le changement à caractère collectif. Ensuite, il faut construire les stratégies d'action, les modèles de développement ainsi que les attitudes et valeurs entrepreneuriales soutenant les initiatives prises par la collectivité afin qu'elle se transforme en un milieu incubateur de l'entrepreneurship. Puis, on doit créer des associations entre les acteurs du développement de la collectivité afin de mettre en place les structures (fonds de démarrage, etc.) et réseaux permettant de stimuler la création de nouvelles entreprises. Enfin, on doit réaliser des activités de recherche et de développement favorisant l'appropriation des connaissances techniques générales et des connaissances spécifiques à la réalité locale afin de consolider le processus de changement.

### **3.2.1 La gouvernance**

La gouvernance est définie comme l'ensemble des institutions et des processus formant un mode de régulation sociale du pouvoir en ce qui concerne les finalités collectives négociées entre des partenaires. C'est un processus permettant d'arbitrer les divers intérêts en situation de conflit et d'entraîner une action coopérative. Dans une perspective de gestion de projet de développement local, la gouvernance locale représente toutes les interactions entre les différents acteurs d'une collectivité locale susceptibles de soutenir un projet commun ainsi que des initiatives de développement des communautés. Le type de gouvernance prévalant dans la gestion d'un projet est fonction du niveau de volonté des acteurs de la gouvernance à en arriver à un consentement à la suite d'un processus de conflits et de compromis ainsi que d'une entente quant aux objectifs visés du mouvement collectif et des actions à entreprendre afin de les réaliser. Ces actions collectives sont orientées dans l'optique d'atteindre des buts communs et sont rendues possibles temporairement par l'existence de nombreux compromis collectifs de nature instables entre des intérêts divergents. Ainsi, GILLY ET AL. [2004] soulignent que la gouvernance locale est le moteur d'une certaine cohérence parce qu'elle réduit les conflits en levant provisoirement certaines incertitudes inhérentes à toute action collective. Structurées pour la création d'un projet commun, les interactions entre les participants du développement local sont encadrées dans des rapports de pouvoir étant donné que les ressources matérielles et les connaissances sont distribuées de manière inégale entre les divers acteurs politiques, économiques et sociaux qui démontrent des intérêts variés. Ultiment, l'enjeu de la gouvernance locale est d'établir une coordination efficace dans un environnement où l'on retrouve une multitude de sources d'autorité et de pouvoir. Or, une gouvernance

efficace ne peut fonctionner que si elle est mobilisée par des acteurs démontrant des intérêts communs et disposant de marges de manœuvre suffisantes pour permettre des concessions. Il est donc nécessaire d'établir une culture commune ainsi que des rapports de force très favorables.

### **3.3 Liens entre le projet à l'étude et les principes du développement durable et du développement local**

La culture intensive de saules pour la production de biomasse vient directement rejoindre les principes fondamentaux du développement durable. Le saule représente une ressource forestière renouvelable possédant des caractéristiques qui en font un choix idéal pour la production d'énergie. Ce sont des arbres vivaces pouvant pousser au même endroit sur une très longue période de temps puisqu'ils possèdent la capacité de repousser après plusieurs récoltes. On peut ainsi procéder à leur récolte à tous les 3 ans sur une période de 25 à 30 ans. Une plantation de saules permet donc de générer une quantité importante de biomasse sur une vaste étendue de temps en plus de permettre la production d'énergie verte sur une base renouvelable qui réduit la pollution de l'environnement par rapport aux sources d'énergie provenant de combustibles fossiles. En effet, le bénéfice environnemental prédominant de l'utilisation de la biomasse comme source d'énergie est que la quantité de CO<sub>2</sub> émise dans l'atmosphère en utilisant cette énergie est entièrement compensée par la quantité de CO<sub>2</sub> absorbée lors de la

croissance de la plantation de saules. D'ailleurs, SAMSON [Non daté] mentionne que le chauffage à partir de biocombustibles solides comme les granules de bois permettrait une réduction des gaz à effet de serre allant jusqu'à 90% par rapport à un chauffage à partir de combustibles fossiles. Selon BOYD ET AL. [2000], la culture du saule permet également d'accroître la biodiversité particulièrement dans les endroits où elle remplace la production agricole. Les saules procurent des corridors écologiques pour tous types de faune et un abri naturel pour une diversité d'espèces animales.

D'un point de vue de développement local, l'établissement d'une filière agroforestière pour la production d'énergie dans une localité comme Champneuf permet la création et le maintien d'emplois directement en région rurale. Cette création d'activités économiques permet par le fait même de dynamiser et revitaliser toute une communauté et permet l'utilisation des terres et des équipements locaux en plus d'employer les compétences et l'expertise des habitants de cette communauté. De plus, la chaîne d'approvisionnement de la filière industrielle est très courte de par sa nature ce qui signifie que la production de saules doit être à proximité de l'usine de transformation. Il existe donc un lien étroit entre les producteurs locaux de saules et l'usine de transformation et l'argent versé aux producteurs locaux pour obtenir leur biomasse est dépensé localement ce qui encourage l'économie locale en procurant des revenus pour les entreprises locales (KEOLEIAN [2005]).



## **CHAPITRE 4 – MÉTHODOLOGIE**

---

Cette section présente la méthodologie employée afin de trouver réponse à l'interrogation émanant de notre problématique. Les trois sous-objectifs découlant de cette interrogation ont servi de structure à la démarche retenue afin de générer des résultats permettant d'apporter des éléments de solution à la problématique. Nous y élaborons ainsi les différentes étapes qui ont été parcourues afin d'atteindre les objectifs fixés.

#### **4.1 Modélisation d'une filière industrielle de production de saule et de transformation en biomasse forestière**

Afin de parvenir à construire un modèle d'analyse permettant de juger de la rentabilité financière d'un projet de plantation et de transformation de saules en biomasse, nous nous basons sur deux critères bien précis de sélection de projet d'investissement: la valeur actuelle nette (VAN) et le taux de rendement interne (TRI). Six scénarios de base ont été identifiés et nous procédons à l'analyse des critères de VAN et TRI pour chacun d'entre eux. Les différents scénarios établis sont les suivants :

Construction d'une usine de transformation avec une capacité de 50 000 tonnes/an et :

- 1) exportation pour clientèle industrielle dans les marchés européens
- 2) développement d'une clientèle industrielle dans la région de Montréal
- 3) création d'un marché local pour consommation de proximité (Amos, Val-d'Or)

Construction d'une usine de transformation avec une capacité de 100 000 tonnes/an et :

- 4) exportation pour clientèle industrielle dans les marchés européens
- 5) développement d'une clientèle industrielle dans la région de Montréal
- 6) création d'un marché local pour consommation de proximité (Amos, Val d'Or)

#### **4.1.1 La Valeur Actuelle Nette (VAN)**

La valeur actuelle nette d'un projet d'investissement est une méthode d'évaluation qui soustrait la valeur actuelle des sorties de fonds de la valeur actuelle des entrées de fonds qui surviennent tout au long de la durée de vie du projet. Ainsi, on calcule les revenus et les dépenses générés par l'investissement pour chaque période future et détermine par le fait même les flux économiques annuels que l'on actualise à la date de l'investissement initial. Le taux d'actualisation employé correspond au taux de rendement exigé en fonction du risque spécifique du projet. On compare ensuite l'ensemble des flux monétaires actualisés au capital initial investi. Si le résultat de la VAN est plus grand ou égal à zéro, cela signifie que le projet est acceptable puisque le rendement généré est supérieur ou égal au rendement exigé sur celui-ci. Cette façon de faire nous permet donc d'évaluer la valeur générée par le projet en tenant compte de la valeur de l'argent dans le temps. Nous présentons ci-dessous les différentes étapes de notre approche permettant de procéder à l'analyse de la valeur actuelle nette du projet sous étude.

##### **4.1.1.1 Détermination du taux d'actualisation**

Le taux d'actualisation sert à calculer la valeur actuelle de chacun des flux monétaires générés par le projet d'investissement tout au long de sa durée de vie. Il représente le taux de rendement exigé sur le projet et est déterminé en fonction du risque spécifique à celui-ci. Le projet à l'étude vise à restructurer l'économie d'une région en appliquant les concepts de développement durable et de développement local. On cherche ainsi à tester la rentabilité financière de l'établissement d'une filière agroforestière mais aussi à identifier les retombées socioéconomiques d'un tel projet pour une communauté locale. Puisque le projet est de nature publique, il est donc pertinent de considérer un coût social du capital à titre de taux d'actualisation. Le coût social du capital est obtenu à partir du modèle de croissance de Ramsey [1928] et est fonction de la détermination des niveaux de consommation, d'épargne et de production optimaux dans le temps ainsi que de l'importance relative que la société accorde à la consommation immédiate par rapport à la consommation future. En ce qui a trait à l'inclusion du facteur risque dans l'évaluation d'un projet public, on note qu'il n'existe pas de méthode éprouvée pour intégrer la prime de risque spécifique au projet au coût social du capital. Conséquemment, nous incorporons le facteur risque au niveau des flux monétaires associés au projet, soit au numérateur de l'équation d'actualisation. De cette manière, il nous est possible de caractériser à l'aide de simulations le risque propre à chaque revenu et chaque coût et d'en estimer les équivalents certains qui peuvent par la suite être actualisés avec un taux sans risque. Ce taux d'actualisation est un taux réel puisque les flux monétaires associés au projet ont été établis sous une base réelle, donc en ne tenant pas compte de l'effet de l'inflation dans le temps.

#### **4.1.1.2 Détermination des sorties de fonds initiales**

La principale sortie de fonds considérée à cette étape est le coût d'acquisition des actifs nécessaires à la réalisation du projet. Le modèle prend d'abord soin d'inclure le coût en capital des terres acquises au cours des premières années pour l'établissement des plantations de saules. Dans le scénario où l'on utilise des terres appartenant déjà aux entrepreneurs, on doit plutôt employer le coût d'opportunité actualisé de celles-ci. Défini simplement, le coût d'opportunité représente la valeur de la meilleure option à laquelle on doit renoncer lorsque l'on fait un choix. Le coût d'acquisition<sup>4</sup> de la machinerie employée dans tout le processus de production de saules est aussi incorporé dans l'évaluation. Il est à noter que les machines utilisées pourraient être louées. Si tel est le cas, on ne retrouve pas de dépense en capital en début de projet pour ces actifs. Les frais de location occasionnés lors de chaque utilisation sont alors considérés comme des coûts de production et déduits à une étape ultérieure, soit dans la détermination des entrées et sorties nettes de fonds provenant de l'exploitation. Les dépenses en capital liées aux activités de transformation du saule en granules de bois sont également prises en compte. Celles-ci incluent notamment le coût du terrain et de l'aménagement du site de l'usine de transformation en plus des frais associés aux infrastructures, bâtiments et équipements requis. Enfin, les liquidités nécessaires investies dans le fonds de

---

<sup>4</sup> Lorsque applicable, les frais d'installation et de transport sont inclus dans le total du coût d'acquisition des actifs.

roulement sont comptabilisées en début de projet. Cette injection de capital sera récupérée à la fin de celui-ci.

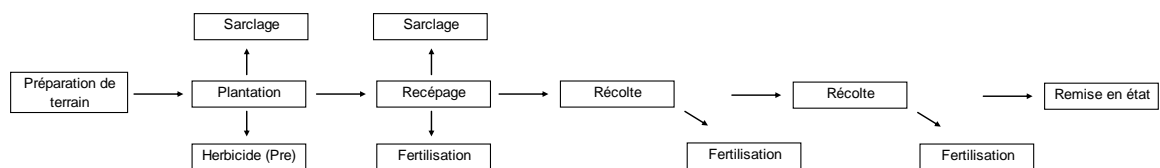
#### **4.1.1.3 Détermination des entrées nettes de fonds provenant de l'exploitation**

Les revenus et les dépenses d'opération annuels varient en fonction de la décision des entrepreneurs en ce qui concerne l'allocation de la matière récoltée vers les débouchés disponibles. Cette allocation est à son tour influencée par de nombreux paramètres dont la quantité de tonnes vertes disponibles pour la récolte, la capacité de transformation de l'usine de granulation et l'état de l'offre et de la demande sur les marchés au niveau des extrants produits. En ce qui a trait aux débouchés du saule récolté, notre étude évalue la rentabilité de deux avenues disponibles soient la vente de copeaux bord de chemin ainsi que la transformation de la matière en granules de bois destinées à la revente pour une clientèle commerciale et industrielle. Les entrées de fonds tirées de ces produits sont établies selon la prévision des quantités de tonnes vendues annuellement au prix du marché estimé. Notre analyse suppose un ajustement de la quantité d'hectares mis en production en fonction du marché que nous croyons pouvoir créer pour les produits de la filière. On assume donc que la totalité de la production de produits finis sera vendue. Les détails de la méthodologie employée afin de déterminer les coûts d'opération de la production de copeaux de saule et de granule de bois sont quant à eux présentés ci-dessous.

#### 4.1.1.3.1 Frais d'opération de la production de saules

D'abord, nous nous sommes inspirés des travaux réalisés par le département des sciences environnementales et de la foresterie de l'Université de l'état de New York (SUNY-ESF) afin d'établir les coûts d'exploitation de la production de saules. Leur modèle économique intitulé « EcoWillow », fondé sur plus de 20 ans de recherches et d'expérimentations au niveau de l'établissement de plantation de saules, vise à calculer les flux monétaires provenant de tous les éléments de la chaîne de production de saules en partant de la préparation du site jusqu'à la livraison des copeaux de bois au destinataire final. Dans le même ordre d'idée, nous avons implanté un sous-modèle d'évaluation des coûts pour chacune des étapes du système de production. Afin d'identifier ces étapes et leurs composantes, nous nous sommes basés sur le modèle « EcoWillow », sur le guide du producteur de saule d'ABRAHAMSON ET AL. [2002] ainsi que sur les informations récoltées auprès du spécialiste en saule au Québec, M. Michel Labrecque du Jardin botanique de Montréal.

**Figure 1 : Étapes associées à la culture de saules**



La structure de la chaîne de production de saules débute par la préparation du terrain. Les coûts reliés à cette étape sont directement affectés par l'état des terres. Par exemple, les travaux sur des friches arbustives et arborescentes doivent être entrepris deux ans avant la plantation et nécessitent certaines activités supplémentaires plus dispendieuses alors que les friches herbacées ainsi que les terres déjà en culture peuvent être préparées à moindre coût en un an. Nous évaluons donc séparément le coût de préparation par hectare de chaque type de terrain. Pour les terres en culture et les friches herbacées, nous déterminons les frais d'application d'herbicide post-émergent, de labourage et de hersage. L'analyse des dépenses pour les friches arbustives et arborescentes suit le même procédé mais requiert également que l'on quantifie les coûts des activités de broyage ou de débroussaillage selon ce qui doit être privilégié étant donné l'état du terrain. Tous ces frais sont établis sur une base forfaitaire puisque les travaux de préparation de terrain sont délégués à des tierces parties. Cette façon de procéder s'explique par le fait que ces travaux ne sont pas récurrents et exigent l'utilisation de machinerie spécialisée.

Une fois le terrain préparé de façon adéquate, on procède à la mise en terre des boutures. La plantation peut s'effectuer de deux manières : mécanisée ou manuelle. Les coûts spécifiques à la plantation mécanisée varient en fonction de la capacité du type de planteuse utilisée. Notre sous-modèle d'évaluation établit les frais de plantation



par machine en fonction de l'utilisation d'une planteuse Salixphere à 4 rangées. Il quantifie les coûts variables par hectare liés à la main-d'œuvre, aux équipements<sup>5</sup> ainsi qu'au matériel<sup>6</sup> utilisé en plus des coûts fixes associés au transport de l'équipement et des boutures. Les coûts spécifiques à la plantation manuelle sont quant à eux fonction de la productivité des planteurs. Ils englobent les dépenses en main-d'œuvre et en matériel mais aussi les frais de manutention des boutures car celles-ci doivent être transportées aux planteurs sur le terrain afin de maximiser leur productivité. Il faut préciser que le coût total des boutures utilisées est calculé selon les paramètres de densité de plantation (nombre de boutures par hectare) et de prix par bouture que nous avons établis suite à une discussion avec M. Labrecque ainsi que M. Charles Provost.

Les dépenses forfaitaires associées au recépage ainsi qu'à certaines activités non-récurrentes liées au contrôle de la végétation compétitrice telles que l'application d'herbicide pré-émergent et le désherbage mécanique sont également quantifiées. D'autres sorties de fonds causées par des activités comme le désherbage chimique pourraient survenir selon l'évolution des conditions affectant la population de saules mise en terre. Afin d'intégrer ces sorties de fonds potentielles, nous générons un nombre aléatoire compris entre 0 et 1 que nous affectons au coût forfaitaire de l'application de désherbage chimique qui survient suite à la plantation lorsque nécessaire.

---

<sup>5</sup> Le coût des équipements réfère aux frais de location et de maintenance des équipements ainsi qu'aux dépenses associées à la consommation d'essence des machines.

<sup>6</sup> Le matériel utilisé réfère aux boutures mises en terre.

Puis, deux activités doivent être effectuées à la fin de chaque période de rotation<sup>7</sup> jusqu'à la fin de la vie utile du projet : la fertilisation et la récolte des saules. Pour l'évaluation du projet, nous avons défini cette période de rotation à trois années entre chaque récolte. Ainsi, tous les trois ans, nous devons établir les flux monétaires associés aux coûts de récolte et de fertilisation. Au même titre qu'« Ecowillow », nous définissons les coûts de récolte par hectare en fonction de l'utilisation d'une récolteuse New Holland avec tête ajustée spécialisée pour la récolte et la coupe de saules en copeaux. Les dépenses en équipement et main-d'œuvre requises par la récolte du saule vont varier notamment selon les paramètres de vitesse et de temps de maintenance de la récolteuse, de disposition et de longueur des rangs ainsi que de temps de repositionnement à la fin des rangs. En plus des frais variables spécifiques à la récolteuse, ces coûts incluent le transport des copeaux de bois en bord de chemin à l'aide de wagons de forage et le transfert des copeaux des wagons vers les camions de transport à l'aide d'un souffleur d'ensilage à maïs. On suppose que tous les équipements utilisés lors de la récolte sont loués. Les frais fixes liés au transport des équipements sur le terrain sont calculés séparément. Les coûts de fertilisation, qui surviennent un an après la mise en terre et un an après chaque récolte, sont quant à eux établis sur une base forfaitaire.

---

<sup>7</sup> La période de rotation se définit comme la période de pousse des tiges de saule avant de procéder à la récolte.

Enfin, certains frais fixes associés à la culture de saules doivent être inclus sur une base annuelle. Il s'agit des frais liés à l'administration, au déplacement, aux taxes et aux assurances des terres utilisées ainsi que d'autres frais divers. Des frais fixes provenant de certaines activités spécifiques de la production de saules tels que les coûts de livraison des boutures qui doivent être engagés lors de la plantation et les coûts de transport des équipements survenant au niveau de l'étape de récolte et de plantation mécanisée (s'il y a lieu) sont aussi incorporés dans le modèle d'évaluation.

#### **4.1.1.3.2    Frais d'opération de la transformation de saules en granules de bois**

La production de granules de bois nécessite d'abord le transport de la matière récoltée à l'usine de transformation. Notre sous-modèle d'évaluation des coûts de transport définit le temps requis par camion pour effectuer le trajet d'aller, le chargement de la matière première, le trajet de retour pour la livraison du chargement à l'usine de granules de bois et le déchargement des copaux de bois. Ensuite, on établit le nombre de voyages nécessaires selon la capacité du camion utilisé et la quantité de tonnes vertes à transporter par hectare. De là, nous pouvons calculer les frais variables par hectare liés à l'utilisation des camions et à la main-d'œuvre employée pour les opérer.

La transformation de la matière première en granules de bois entraîne divers processus dont le séchage des intrants, le broyage, la granulation, le refroidissement, l'emballage et le transport. Les dépenses d'opération engendrées par chacune de ces activités sont estimées afin d'établir la portion variable des coûts par tonne de granules produite. Des frais de vente de 5% des recettes annuelles totales tirées de la vente de granules sont également comptabilisés. Ces sorties de fonds, qui varient en fonction de la quantité d'extrants fabriqués, n'incluent pas les frais associés à la main-d'œuvre.

Les dépenses en main-d'œuvre sont ainsi considérées comme des coûts fixes puisque le nombre d'employés requis afin d'assurer le fonctionnement de l'usine ne varie que très peu lorsque l'on modifie la quantité de granules produite annuellement. En plus des frais de main-d'œuvre provenant des activités d'opération et d'administration, les déboursés fixes associés aux assurances pour l'usine, aux taxes foncières et scolaires ainsi qu'à certains autres frais divers sont calculés annuellement. Il doit être spécifié que les hypothèses que nous posons en ce qui a trait aux paramètres utilisés dans l'évaluation des frais d'opération de la transformation de saule en granules de bois sont fondées en grande partie sur les travaux de ROCHE [2007] et de MANI ET AL. [2006] ainsi que sur l'information recueillie auprès de M. John Arsenault de l'entreprise Energex et de M. Gordon Murray de la Wood Pellet Institute of Canada.

#### **4.1.1.4 Flux monétaires produits par l'allocation du coût en capital**

L'amortissement est une écriture comptable qui permet de mieux réconcilier les revenus et les dépenses encourues afin de créer ces entrées de fonds en répartissant les coûts d'acquisition d'un actif sur sa durée de vie. L'amortissement comptable ne représente pas une réelle sortie de fonds mais cette dépense exerce néanmoins une influence sur les flux monétaires générés par un investissement dû au fait qu'elle est déductible d'impôt et qu'elle réduit le montant total d'impôt à payer à chaque année. Dans l'optique où les activités du projet à l'étude sont imposables, nous utilisons la méthode d'amortissement sur le solde dégressif afin de tenir compte des flux monétaires provenant de ces économies d'impôt. Cette méthode applique annuellement un taux d'amortissement<sup>8</sup> fixe spécifique à une classe d'actif sur le solde non amorti de la somme des actifs qui la composent jusqu'à la fermeture de la classe.<sup>9</sup> Les paramètres du modèle supposent la disposition de tous les actifs à la fin du projet analysé et ainsi la fermeture de toutes les classes d'actif. Il est important de spécifier que les terrains font partie d'une catégorie d'actifs qui ne s'amortie pas et ne permettent donc pas de faire bénéficier de réductions fiscales.

#### **4.1.1.5 Sorties de fonds en cours de projet et entrées de fonds en fin de projet**

---

<sup>8</sup> La loi du demi-taux est appliquée et seule la moitié de l'amortissement est admissible dans l'année de l'acquisition d'un actif.

<sup>9</sup> On parle de fermeture de classe lorsque tous les actifs qui la composent ont été disposés.

Les principales sorties de fonds nécessaires au cours du projet à l'étude sont reliées aux investissements en capital initiaux. En effet, la machinerie, les équipements et les infrastructures acquis ont une durée de vie spécifique à chacun et doivent être renouvelés lorsque nécessaire. Ces dépenses sont cependant capitalisables et amortissables et permettent de générer des flux monétaires annuels positifs provenant des économies d'impôt jusqu'à la fin du projet. De plus, des dépenses doivent être engagées en fin de projet afin de remettre les terres utilisées en état de produire.

#### **4.1.1.6 Entrées de fonds en fin de projet et traitement fiscal des dispositions d'actifs**

En ce qui a trait aux entrées de fonds en fin de projet, il faut tenir compte que la filière récupérera les sommes qu'elle avait déposées initialement dans le fonds de roulement du projet. De plus, à des fins d'évaluation, nous supposons que la filière procédera à la disposition de ses actifs à la fin du projet d'investissement. Il y aura ainsi des entrées de fonds liées à la revente des terres, des bâtisses et équipements. Ces dispositions auront des répercussions au niveau fiscal que nous devons inclure dans l'analyse de la rentabilité financière du projet. D'abord, puisque nous supposons la disposition de l'ensemble des actifs de la filière, nous devons traiter l'impact fiscal de la fermeture de chacune des catégories d'actif. Nous devons ainsi déterminer le montant

d'impôt à payer sur la différence entre le prix de vente des actifs et la fraction non amortie du coût en capital (FNACC) dans la situation où nous sommes en présence d'une récupération d'amortissement ou l'impôt à récupérer dans le cas où surviendrait une perte terminale (prix de vente des actifs inférieur à la FNACC). Ensuite, nous traitons l'impact fiscal associé au gain en capital si le prix de revente d'un actif amortissable ou non amortissable est supérieur à son coût original d'achat. Nous traitons enfin l'impact fiscal provenant d'une perte en capital au niveau des actifs non amortissables si le prix de vente de ceux-ci est inférieur à leur coût en capital.

#### **4.1.2 Le Taux de Rendement Interne (TRI)**

Le TRI est une mesure relative de rentabilité de projet définie comme le taux d'actualisation faisant en sorte que la valeur actuelle des entrées de fonds égale celle des sorties de fonds. Cette mesure suppose implicitement que le taux de réinvestissement des flux monétaires équivaut au TRI. Les flux monétaires sont donc réinvestis au taux de rendement interne (TRI) établi afin d'obtenir une valeur actuelle nette égale à zéro.

#### **4.1.3 Éléments spécifiques au modèle d'évaluation**

Étant donné la longueur du projet d'investissement à l'étude, il doit être spécifié que nous avons opté de travailler avec des flux monétaires établis en dollar constant. C'est donc dire que les flux monétaires avec lesquels nous travaillons ne tiennent pas compte de l'impact de l'inflation à travers le temps. Pour cette raison, nous devons employer un taux d'actualisation réel lors de l'actualisation de chacun des ces flux monétaires afin d'être constant dans nos hypothèses d'analyse.

## **4.2 Analyse du risque**

Une analyse de la distribution de probabilité des variables de décision à l'aide d'une simulation de type Monte Carlo ainsi qu'une analyse de sensibilité et de scénarios sont effectuées afin d'évaluer le risque du projet sous étude. Ces analyses sont réalisées à l'aide du logiciel @Risk de la compagnie Palisade. Nous détaillons ci-dessous l'utilisation de chacune de ces méthodes.

### **4.2.1 Simulation Monte Carlo**



La simulation Monte Carlo est un processus itératif qui, à partir de pignes aléatoires tirées de distributions de probabilité de variables d'entrée (inputs), permet d'établir une distribution de probabilité autour de chacune des variables de décision (outputs). Les inputs sont les variables qui influencent la valeur d'un projet d'investissement alors que les outputs représentent les résultats tirés du projet (en forme relative ou absolue). La forme des distributions des inputs sélectionnée varie d'une variable à une autre en fonction du degré de précision de l'information que l'on possède sur ces mêmes variables. La simulation permet alors de déterminer un intervalle de confiance autour du résultat escompté qui permettra d'établir une mesure de risque liée à la dispersion de la distribution. Pour les fins de notre analyse, les 2 variables de décision que nous avons étudiées sont la valeur actuelle nette (VAN) ainsi que le taux de rendement interne (TRI) du projet d'investissement. Nous avons ainsi obtenu une distribution de probabilité autour de la VAN et du TRI permettant une meilleure représentation de la variabilité de la rentabilité du projet dans un contexte d'incertitude.

La simulation Monte Carlo permet de modéliser le risque lié à l'incertitude des variables utilisées par l'établissement d'une distribution de probabilité autour de la valeur établie. Il est alors possible de tenir compte de la volatilité du résultat et de tenir compte de la possibilité d'occurrence d'événements extrêmes.

La qualité de la distribution finale est nécessairement dépendante des distributions définies de façon individuelle sur chacune des variables d'entrée (inputs). L'établissement de ces facteurs peut par contre être ardu. L'analyse des données passées, la récolte d'échantillon de données sur le terrain ainsi que le recours à l'opinion d'experts sont toutes des manières valables permettant d'obtenir l'information nécessaire afin de définir les distributions. Toutes ces manières ont été employées dans le cadre de notre étude afin d'identifier l'information pertinente servant à établir les distributions de probabilités des paramètres clés de notre modèle d'évaluation.

L'utilisation de la simulation Monte Carlo à l'évaluation de projet se fait en trois étapes :

1. Modéliser les entrées et sorties de fonds du projet : Il s'agit d'établir tous les flux monétaires pertinents à l'évaluation ainsi que les paramètres les affectant.
2. Établir les distributions de probabilité : Il s'agit de définir les distributions de probabilités liées à chacun des paramètres ayant une incidence sur les flux monétaires en fonction d'une analyse des données historiques, d'une comparaison avec des données récoltées ou selon le jugement de l'évaluateur ou d'experts.
3. Simuler les flux monétaires : La simulation permettra l'établissement d'une distribution autour de la valeur actuelle nette du projet permettant ainsi une meilleure approximation de sa valeur de même qu'une mesure du risque.

Pour les fins de notre analyse, nous avons effectué 10 000 itérations afin de construire les distributions de probabilité des variables VAN et TRI pour chacun des scénarios préalablement établis. Cette démarche nous a permis de dégager l'espérance (moyenne) ainsi que la volatilité (écarts-types) des résultats obtenus. Le taux d'actualisation utilisé pour les simulations Monte Carlo au niveau de la valeur actuelle nette est le taux recommandé pour l'évaluation de projets publics, soit le coût social du capital. En effet, puisque nous intégrons le risque au numérateur, c'est-à-dire au niveau des flux monétaires (positifs ou négatifs), nous devons actualiser ces mêmes flux à l'aide d'un taux qui ne comporte pas de prime pour le risque spécifique au projet. Nous nous sommes donc basé sur les recommandations des travaux de LAPOINTE [2008] afin de fixer le taux d'actualisation des entrées et sorties de fonds. Nous avons utilisé un taux réel de 4% qui est recommandé pour l'évaluation de projets sylvicoles avec un horizon de moins de 30 ans. Le taux employé est exprimé en termes réels puisque nous avons procédé à nos analyses dans un contexte réel, c'est-à-dire en retirant l'impact de l'inflation dans le temps sur les flux monétaires associés au projet.

#### **4.2.2 Analyse de sensibilité et analyse de scénarios**

Les résultats tirés d'un investissement dans un projet spécifique dépendent d'une multitude de facteurs. Certains de ces facteurs présentent un degré de significativité

plus important et il devient impératif de pouvoir les identifier afin d'obtenir une idée plus précise des variables critiques à la réussite d'un projet tout en réduisant l'incertitude liée aux résultats anticipés. Avec l'intégration de la simulation Monte Carlo aux techniques d'évaluation, des analyses de sensibilité sont effectuées afin de déterminer ces variables ayant une incidence déterminante sur la valeur du projet. À l'aide de régressions linéaires, nous identifions les paramètres affichant les coefficients de régression les plus élevés pour ensuite statuer sur l'impact de la variation d'une unité de ces paramètres sur la valeur actuelle nette du projet.

Des analyses par scénarios sont également employées afin de déterminer les combinaisons de valeurs des inputs qui permettent d'obtenir des valeurs actuelles nettes et des taux de rendement interne cibles, permettant ainsi de juger du réalisme de l'atteinte de cette cible. De plus, ces analyses sont utilisées afin d'établir la valeur minimum que doivent afficher les paramètres clés du modèle d'évaluation pour rentabiliser chacun des circuits du projet.

#### **4.3 Évaluation du partage de la rente économique entre les participants de la filière agroforestière.**

La rentabilité de la filière agroforestière a été analysée sous deux angles. Nous avons d'abord procédé à une analyse de l'intégration des procédés de production et de transformation dans le but de déterminer l'efficacité globale du système. Puis nous avons évalué séparément la VAN des composantes de production et de transformation afin de statuer sur la viabilité de chacune d'elles. De cette manière, nous sommes en mesure de déterminer comment la plus-value générée par le projet est répartie entre les membres de la filière. De plus, nous nous servons des résultats tirés de l'analyse par scénario afin d'identifier la marge de manœuvre au niveau des paramètres clés des activités de production et de transformation afin que celles-ci demeurent rentables et de déterminer l'impact de la modification de ces paramètres sur le partage de la richesse provenant du projet.

#### **4.4 Évaluation de la création d'emplois**

Afin de d'être en mesure de quantifier le nombre d'emplois générés par la création de la filière, nous avons d'abord déterminé le nombre d'heures requises par hectare pour l'accomplissement de chacune des tâches entrant dans les processus de production de saules. Nous avons ensuite converti ces données en nombre d'emplois créés par année en supposant 240 jours de travail de 8 heures par jour par an et calculé une moyenne annuelle en se servant des résultats obtenus sur toute la durée du projet. Ceci nous a

permis d'identifier le nombre moyen d'employés nécessaires par 1000 hectares de terrain utilisé. Nous avons également dénombré les emplois générés par les activités de transformation. Les données utilisées découlent principalement des travaux de ROCHE [2007] et de l'information obtenue auprès de M. John Arsenault de la compagnie Energex. Nous présentons donc le nombre d'employés requis annuellement au niveau des opérations et de l'administration de l'usine de granules.

## **CHAPITRE 5 – PRÉSENTATION DES RÉSULTATS**

---

Cette section est consacrée à la présentation des résultats obtenus à l'aide de la méthodologie abordée précédemment. Nous présentons d'abord les résultats de l'analyse de la rentabilité financière du projet tirés de la modélisation de la filière industrielle et discutons de leur variabilité, obtenue au moyen de simulations Monte Carlo. Nous identifions par la suite les principaux facteurs de risque du projet qui ressortent de l'analyse de sensibilité. Puis, nous dressons un portrait de la répartition de la rente économique du projet entre les participants de la filière à l'aide des résultats obtenus de l'analyse des flux monétaires générés par les circuits de production de saules et de transformation en granules de bois. Nous présentons par le fait même l'information provenant des divers tests de scénarios réalisés et mettons en évidence les cibles à atteindre au niveau des variables clés du modèle d'évaluation afin de rentabiliser le projet dans son ensemble ainsi que chacune de ses composantes. Enfin, nous dévoilons les résultats de l'étude de l'impact du projet sur la création d'emploi dans la région de Champneuf obtenus à l'aide de chacun de nos sous-modèles d'évaluation.

## 5.1 Résultats de l'analyse de la rentabilité financière du projet et variabilité des résultats

Nous présentons dans un premier temps au tableau 1 les résultats de la modélisation financière de la filière agro-forestière. Plus précisément, nous faisons état des moyennes obtenues suite aux simulations Monte Carlo appliquées aux deux critères d'évaluation de projet d'investissement sélectionnés (VAN et TRI) et ce, pour chacun des scénarios de base préalablement identifiés.

**Tableau 1 : Moyennes des VAN et TRI obtenues des simulations Monte Carlo effectuées pour chacun des scénarios de base**

	<b>VAN Projet</b>	<b>TRI Projet</b>	<b>VAN Prod</b>	<b>TRI Prod</b>	<b>VAN Transfo</b>	<b>TRI Transfo</b>
<b>Scénario - Usine 50 000 - Exportation Europe</b>	(12 666 812)	1,856%	3 549 683	4,687%	(16 211 718)	-
<b>Scénario - Usine 50 000 - Marché industriel Mtl</b>	5 653 823	4,939%	3 543 133	4,656%	2 112 165	8,495%
<b>Scénario - Usine 50 000 - Cons. proximité</b>	6 484 724	5,103%	3 532 934	4,641%	2 951 848	8,998%
<b>Scénario - Usine 100 000 - Exportation Europe</b>	(12 462 076)	2,546%	3 669 642	4,630%	(16 134 176)	-
<b>Scénario - Usine 100 000 - Marché industriel Mtl</b>	23 286 897	7,595%	3 658 415	4,621%	19 627 191	15,671%
<b>Scénario - Usine 100 000 - Cons. proximité</b>	24 898 703	7,837%	3 632 563	4,619%	21 263 963	16,413%

### 5.1.1 Analyse de l'hypothèse d'exportation de la production de granules vers les grands marchés de consommation commerciale et industrielle d'Europe

Nous observons tout d'abord que le projet présente une valeur actuelle nette négative pour le scénario le plus plausible dans les conditions actuelles qui suppose l'exportation de granules de bois produits vers les gros consommateurs commerciaux et industriels



européens. Étant donné que l'utilisation du saule comme matière première entraîne la production de granules de qualité standard et qu'il n'existe pas réellement de marché pour le granule de type commercial et industriel en Amérique du Nord, les producteurs nord-américains se voient pour le moment dans l'obligation d'exporter vers les grands centres de consommation européens tels que la Suède, les Pays-Bas, le Danemark et l'Angleterre. Dans ces conditions et en supposant la construction d'une usine capable de produire environ 50 000 tonnes par an, nous remarquons que le projet ferait perdre en moyenne 12 666 812\$ actualisés au temps zéro, c'est-à-dire en dollars d'aujourd'hui. Il serait donc conseillé de ne pas aller de l'avant avec le projet puisque sa valeur actuelle nette est négative. L'analyse du TRI indique un verdict similaire puisque le taux de rendement interne généré par le projet est évalué à 1.856%, ce qui est inférieur au taux de rendement de 4% exigé pour un projet de cette nature.

Lorsque nous décortiquons chacune des parties du projet d'investissement, nous constatons que les activités de production de saule créent en moyenne une plus-value de 3 549 683\$ pour les bailleurs de fonds en plus de générer un rendement de 4% exigé sur le capital investi. Les activités de transformation détruisent quant à elles de la valeur puisque la VAN moyenne des flux monétaires associés à celles-ci se chiffre à (16 211 718)\$. Plusieurs facteurs viennent expliquer les ratés financiers de ce chaînon. Les charges significatives provenant du transport par camion du produit fini vers le port de Montréal en conséquence de l'éloignement de l'usine de transformation, les frais élevés de transport par bateau ainsi que la force anticipée du dollar canadien par rapport

à l'euro sont tous des facteurs explicatifs des problèmes de rentabilité du processus de transformation. On s'attend également à ce que l'importance de la croissance de la capacité de production mondiale de granules au cours des dernières années freine partiellement la hausse du prix engendrée par une demande accrue pour cette commodité dans le futur, affectant par le fait même la rentabilité des producteurs. Ainsi, puisque les valeurs actuelles nettes sont additives, la rentabilité de l'ensemble du projet se voit compromise car la plus-value tirée de la vente de copeaux de saules ne peut compenser pour la trop imposante perte de valeur engendrée par la vente de granules de bois.

L'augmentation de la capacité de production de l'usine de granules à 100 000 tonnes/an n'entraîne évidemment aucun impact matériel sur les résultats des activités de production. Nous remarquons cependant que la moyenne de la VAN totale demeure négative et s'apparente au résultat obtenu en émettant l'hypothèse d'une capacité de transformation de 50 000 tonnes. Cette valeur actuelle nette moyenne se chiffre à (12 462 076)\$, elle aussi nettement affectée par la faiblesse de la rentabilité du processus de transformation. Le tableau 2 ci-dessous introduit certaines mesures de l'étalement des données provenant des simulations. L'information qui y est présentée nous permet de constater la prononciation plus marquée de la variabilité des résultats dans un contexte de plus grande capacité de production. Cette différence au niveau de la dispersion des résultats provient des activités de transformation. On remarque effectivement que selon un scénario de 50 000 tonnes de granules par an, les activités de

transformation génèrent un écart-type de 11 333 891\$ alors qu'un scénario de 100 000 tonnes par an présente un écart-type beaucoup plus important se chiffrant à 22 283 333\$. De plus, en étudiant l'étendue des résultats (valeur la plus grande – valeur la plus petite), on peut identifier une étendue de 81 855 408\$ pour la VAN des activités de transformation avec capacité de 50 000 tonnes/an et de 152 031 717\$ avec une capacité de 100 000 tonnes/an. Ceci démontre encore une fois une plus vaste dispersion des résultats lorsque l'on considère l'usage d'une usine de plus grande taille. Ce constat quant à la variabilité se justifie par la présence d'un levier d'opération plus élevé associé aux frais fixes plus importants qu'entraîne la construction d'une usine de plus grande capacité.

**Tableau 2 : Mesures de dispersion de la valeur actuelle nette du projet pour les scénarios d'exportation des granules produites vers l'Europe**

<b>Projet total</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart Type</b>
Scenario - Usine 50 000 - export europe	(56 414 796)	45 611 983	(12 666 812)	15 417 357
Scenario - Usine 100 000 - export europe	(76 117 173)	64 130 876	(12 462 076)	21 512 077

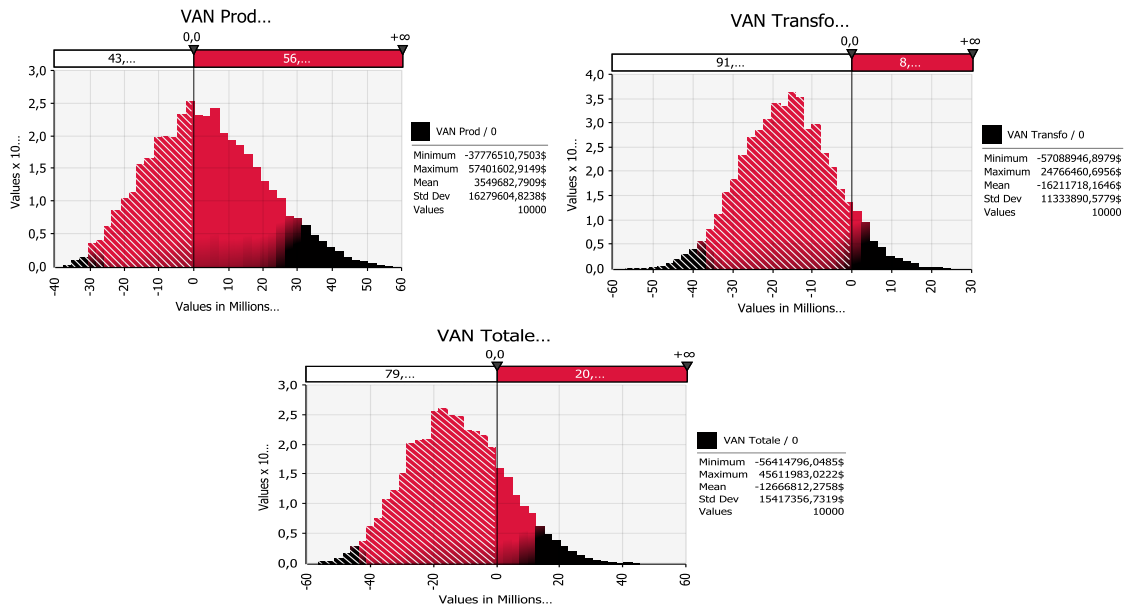
<b>Activités de production de saule</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart Type</b>
Scenario - Usine 50 000 - export europe	(37 776 511)	57 401 603	3 549 683	16 279 605
Scenario - Usine 100 000 - export europe	(39 147 529)	55 943 641	3 669 642	16 479 268

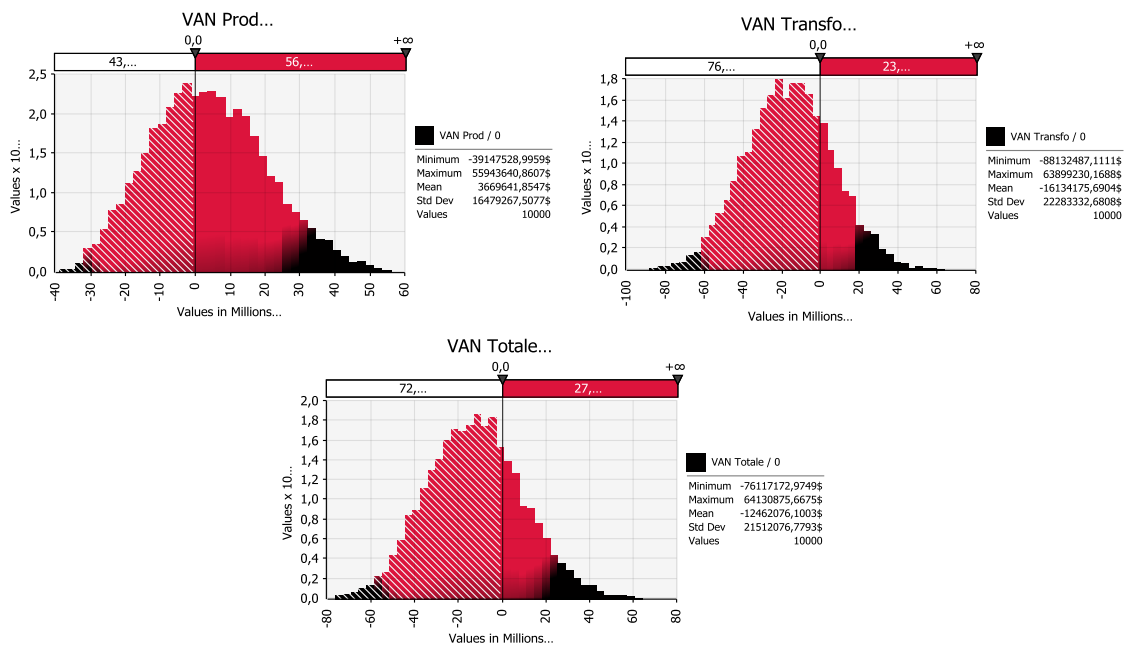
<b>Activités de transformation</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart Type</b>
Scenario - Usine 50 000 - export europe	(57 088 947)	24 766 461	(16 211 718)	11 333 891
Scenario - Usine 100 000 - export europe	(88 132 487)	63 899 230	(16 134 176)	22 283 333

Une autre statistique intéressante nous permettant de statuer sur la rentabilité du projet est le pourcentage des simulations générant une VAN supérieure ou égale à 0. Les graphiques 1 et 2 ci-dessous nous présentent cette information.

**Graphique 1 : Pourcentage des simulations présentant une VAN supérieure ou égale à 0 pour le scénario d'exportation en Europe (50 000 tonnes/an)**



**Graphique 2 : Pourcentage des simulations présentant une VAN supérieure ou égale à 0 pour le scénario d'exportation en Europe (100 000 tonnes/an)**



Nous remarquons que le projet dans son ensemble produit une VAN supérieure à 0 uniquement 20.6% du temps. C'est donc dire qu'on devra rejeter d'aller de l'avant avec celui-ci environ 4 fois sur 5. Même si les activités de production présentent une rentabilité suffisante au moins la moitié du temps (environ 56%), nous sommes à même de constater que seulement 8.3% des simulations effectuées sur la portion transformation démontrent une création de plus-value. Même si ces résultats sont plus encourageants lorsqu'on considère une capacité de transformation de 100 000 tonnes de granules par an, il n'en demeure pas moins que l'activité de transformation détruirait de la valeur environ 3 fois sur 4 (76.6%). Cette amélioration, provenant d'une plus grande variabilité des résultats, nous mènerait tout de même à refuser le projet dans son ensemble 72.3 fois sur 100. Bref, l'entièreté du projet ne serait pas rentable financièrement en considérant la vente du produit final dans les marchés européens indépendamment de la capacité de production de l'usine construite. Il faut souligner que nous ne sommes pas en mesure de statuer séparément sur l'acceptabilité des composantes du projet puisque nous pouvons supposer qu'il serait ardu de trouver un autre débouché pour le saule récolté sans la présence de l'usine de transformation à proximité. Parallèlement, l'objectif de la communauté de Champneuf est d'arriver à un développement local de son économie au moyen de ses propres ressources par la création d'une filière agro-forestière et il ne serait donc pas pertinent de suggérer que l'usine de transformation pourrait se procurer sa matière première à l'extérieur de la région.

### 5.1.2 Analyse de l'hypothèse de développement de marché de consommation de granules commerciale et industrielle dans la région de Montréal

Notre deuxième analyse de rentabilité a été effectuée en supposant la création d'un marché de consommation de granules de type standard dans la région de Montréal au Québec. Celle-ci a été retenue étant donné l'importance de l'activité commerciale et industrielle qui y règne, entraînant par le fait même un potentiel de développement de marché intéressant pour le granule de bois advenant une modification de la réglementation gouvernementale au niveau de l'environnement afin de limiter la quantité d'émission de CO<sub>2</sub>. Voici le tableau récapitulatif des résultats obtenus au niveau des mesures de rentabilité lors de l'analyse de l'hypothèse de développement de marché dans la région de Montréal.

**Tableau 3 : Moyennes des VAN et TRI obtenues des simulations Monte Carlo effectuées pour les scénarios de développement de marché dans la région de Montréal**

	<b>VAN Projet</b>	<b>TRI Projet</b>	<b>VAN Prod</b>	<b>TRI Prod</b>	<b>VAN Transfo</b>	<b>TRI Transfo</b>
<b>Scénario - Usine 50 000 - Marché industriel Mtl</b>	5 653 823	4,939%	3 543 133	4,656%	2 112 165	8,495%
<b>Scénario - Usine 100 000 - Marché industriel Mtl</b>	23 286 897	7,595%	3 658 415	4,621%	19 627 191	15,671%

Nous pouvons voir que la valeur actuelle nette moyenne du projet en considérant la construction d'une usine de plus petite taille est de 5 653 823\$. Contrairement aux résultats de la première hypothèse présentés précédemment, l'investissement

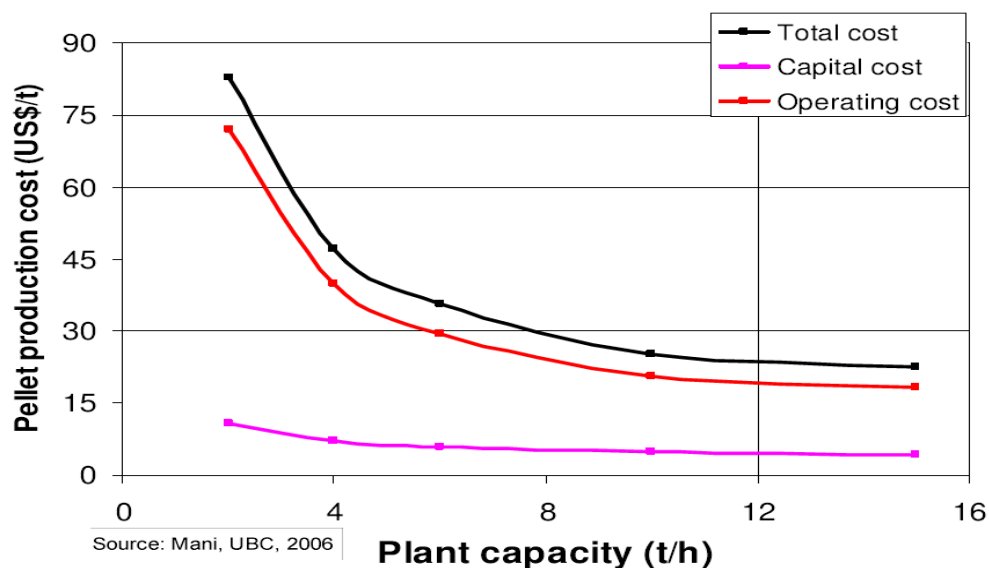
entraînerait la création d'une plus-value en supposant qu'il soit possible de créer un marché de consommation plus rapproché pour le granule produit. De plus, comme le taux de rendement interne obtenu de 4,939% est supérieur au taux de rendement exigé pour le projet, il serait recommandé d'investir dans la filière agro-forestière.

On note que la VAN moyenne des activités de production demeure constante peu importe l'hypothèse que nous cherchons à vérifier. Ceci s'explique par le fait que les paramètres que nous devons modifier pour tester chacun de nos trois scénarios affectent seulement les flux monétaires des activités de transformation. L'amélioration de la rentabilité financière du projet par rapport au scénario précédent provient donc du processus de transformation. Effectivement, les opérations de valeur ajoutée génèrent une valeur actuelle nette moyenne de 2 112 165\$ en plus d'un rendement de 4% sur l'investissement initial, une nette amélioration par rapport à la perte de près de 16 millions de dollars qu'entraîne l'exportation du granule produit vers l'Europe. L'usine de transformation serait donc créatrice de valeur ( $VAN > 0$ ) en éliminant les frais encourus pour le transport de la marchandise par bateau et l'incertitude associée aux fluctuations de change.

Le Tableau 3 ci-haut met en évidence que la construction d'une usine de plus grande taille a pour effet d'améliorer substantiellement la rentabilité du projet d'investissement testée avec les paramètres spécifiques à notre deuxième hypothèse. En

effet, la VAN moyenne des activités de transformation augmente à 19 627 191\$ avec un TRI de 15,671% quand la production de granules augmente à 100 000 tonnes par année alors que les mesures moyennes de la VAN et du TRI du projet entier passent à 23 286 897\$ et 7,595% dans ces circonstances. L'amélioration de la rentabilité reflète les économies d'échelle réalisées avec une usine de plus grande capacité puisque la production d'une quantité plus importante de granules augmente la capacité productive des équipements et réduit par le fait même les coûts de façon significative. Les économies d'échelle s'expliquent aussi par la présence de certains coûts fixes substantiels comme les dépenses en main-d'œuvre qui ne varient que très peu lorsque la production de granules augmente et qui sont répartis sur une plus grande quantité produite, réduisant ainsi le coût de revient. Ce constat vient rejoindre les conclusions tirées des recherches de MANI et al. [2006] ainsi que l'analyse de ROCHE [2007] qui suggèrent que l'économie d'échelle minimale pour une usine de granules se situe à un niveau de production d'environ 100 000 tonnes par an.

**Graphique 3 : Économie d'échelle pour une usine de granule**





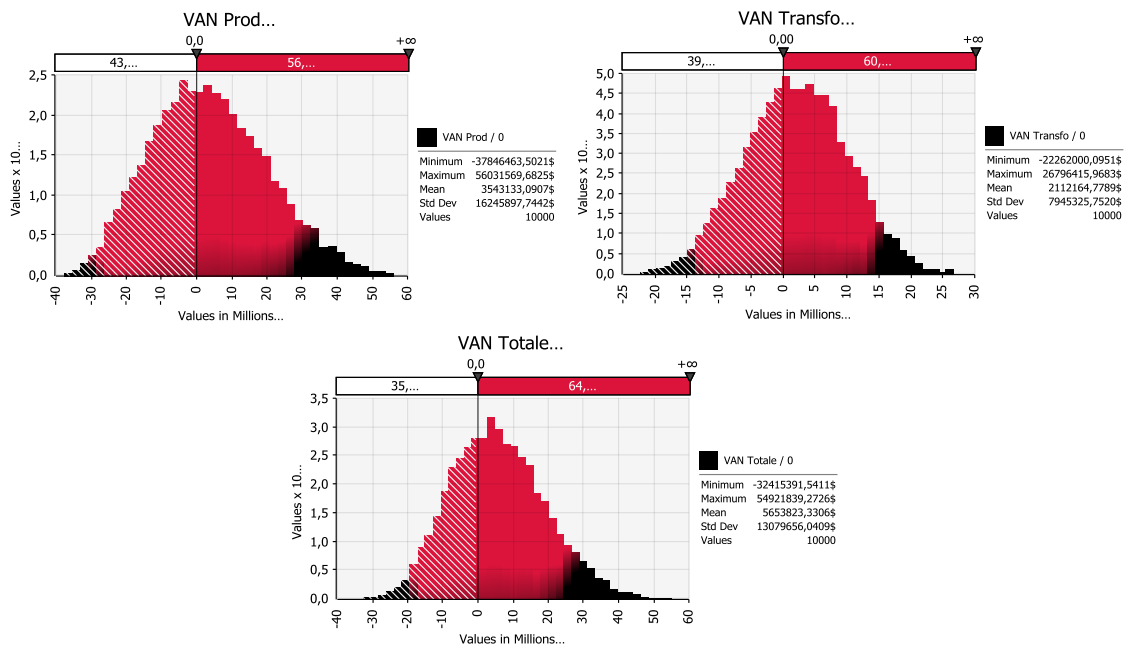
Le tableau ci-dessous nous présente l'étalement des résultats obtenus de nos simulations réalisées en prenant en considération les paramètres spécifiques à notre deuxième hypothèse ainsi qu'une comparaison avec la dispersion des résultats tirés de l'analyse de notre première hypothèse. Nous pouvons voir que l'écart-type de la mesure de la VAN des activités de transformation diminue à 7 945 326\$ pour une usine de 50 000 tonnes par an et à 15 506 538\$ pour une usine de 100 000 tonnes par an en considérant l'hypothèse du développement d'un marché de consommation à Montréal. Ceci s'explique principalement par l'élimination de l'important risque de change associé aux fortes fluctuations de l'euro par rapport au dollar canadien d'une année à l'autre. Ce risque serait complètement enrayé car les ventes se feraient désormais toutes en dollar canadien. La disparition des charges de transport par bateau a également pour effet de réduire la volatilité de la VAN parce que ces charges peuvent elles aussi varier de façon marquée au fil du temps selon les conditions économiques.

**Tableau 4 : Comparaison des mesures de dispersion de la valeur actuelle nette du projet entre les scénarios d'exportation des granules produits vers l'Europe et de développement de marché dans la région de Montréal**

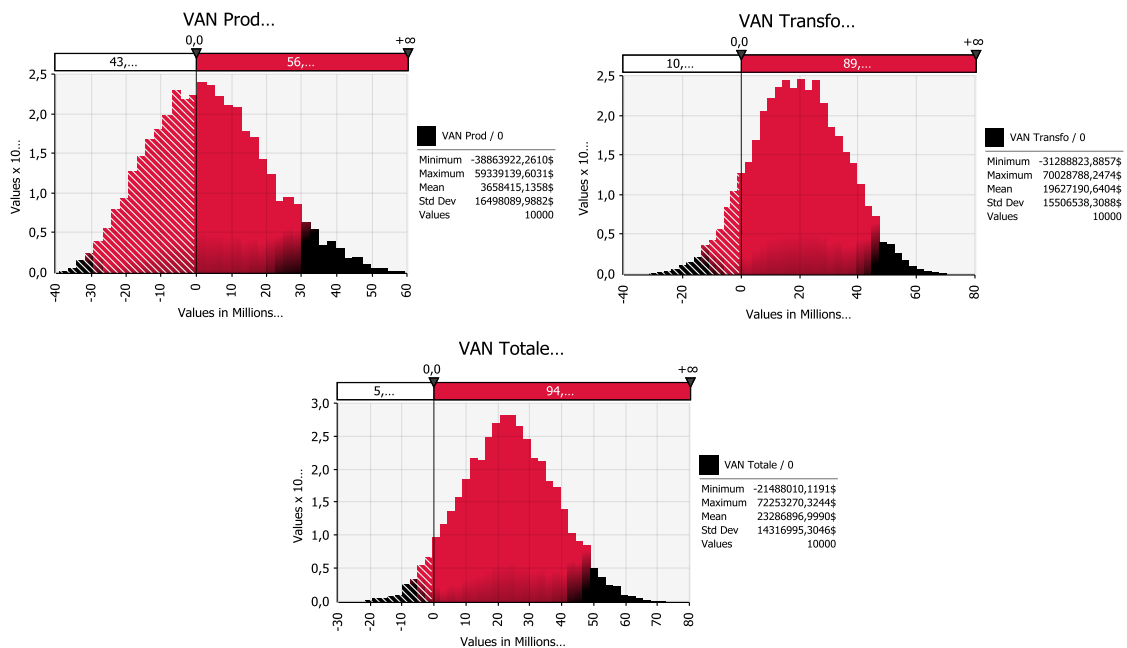
<b>Activités de transformation</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart Type</b>
Scenario - Usine 50 000 - export europe	(57 088 947)	24 766 461	(16 211 718)	11 333 891
Scenario - Usine 100 000 - export europe	(88 132 487)	63 899 230	(16 134 176)	22 283 333
Scenario - Usine 50 000 - Dév. Marché Montréal	(22 262 000)	26 796 416	2 112 165	7 945 326
Scenario - Usine 100 000 - Dév. Marché Montréal	(31 288 824)	70 028 788	19 627 191	15 506 538
<b>Projet total</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart Type</b>
Scenario - Usine 50 000 - export europe	(56 414 796)	45 611 983	(12 666 812)	15 417 357
Scenario - Usine 100 000 - export europe	(76 117 173)	64 130 876	(12 462 076)	21 512 077
Scenario - Usine 50 000 - Dév. Marché Montréal	(32 415 392)	54 921 839	5 653 823	13 079 656
Scenario - Usine 100 000 - Dév. Marché Montréal	(21 488 010)	72 253 270	23 286 897	14 316 995

Enfin, nous quantifions le pourcentage des simulations générant une VAN supérieure ou égale à 0 à l'aide des graphiques ci-dessous. On remarque immédiatement que le projet produit une valeur actuelle nette positive la majorité du temps. De fait, 64,5% des simulations effectuées dans le contexte de construction d'une petite usine affichent une VAN positive. Plus impressionnant encore, la VAN est positive près de 95% du temps lorsqu'on considère la construction d'une usine de plus grande capacité de transformation. Ces constats viennent donc renforcer les conclusions précédentes favorisant l'acceptation du projet de création d'une filière agro-forestière en supposant le développement d'un marché de consommation dans la région de Montréal. Il faut cependant mettre un bémol à ces conclusions parce qu'il pourrait être difficile pour la filière d'offrir un prix compétitif pour le granule vendu dans ce marché si d'autres producteurs décidaient de s'installer plus près de celui-ci. Ayant de plus petites distances à parcourir afin de desservir la clientèle, nous pouvons penser que ces producteurs jouiraient d'un avantage concurrentiel extrêmement important et pourraient offrir des prix plus compétitifs, toutes choses étant égales par ailleurs. Cette circonstance forcerait la filière à baisser ses prix et remettrait en question la rentabilité financière du projet. On peut par contre supposer une réalité économique bien différente pour une usine qui s'installerait à proximité de la région de Montréal. Une étude plus approfondie devrait ainsi être menée pour être en mesure de bien comparer les avantages et inconvénients pour chaque situation.

**Graphique 4: Pourcentage des simulations présentant une VAN supérieure ou égale à 0 pour le scénario de développement de marché à Montréal (50 000 tonnes/an)**



**Graphique 5: Pourcentage des simulations présentant une VAN supérieure ou égale à 0 pour le scénario de développement de marché à Montréal (100 000 tonnes/an)**



### 5.1.3 Analyse de l'hypothèse de développement de marché de consommation local de granules de type commercial et industriel

Nous présentons maintenant les résultats de l'analyse de rentabilité du projet obtenus en posant l'hypothèse du développement d'un marché de consommation de proximité. L'évaluation réalisée dans ce contexte suppose la présence de consommateurs de granules de type commercial ou industriel situés relativement près de l'usine de transformation de la filière. Pour les fins de notre analyse, nous avons identifié les régions d'Amos et de Val d'Or comme marchés-cibles potentiels étant donné l'importance de l'activité industrielle qui règne dans ces environs et leur proximité par rapport à la région de Champneuf .

**Tableau 5 : Moyennes des VAN et TRI obtenues des simulations Monte Carlo effectuées pour les scénarios de développement de marché de proximité pour la vente de granules**

Scénario - Usine 50 000 - Cons. proximité	6 484 724	5,103%	3 532 934	4,641%	2 951 848	8,998%
Scénario - Usine 100 000 - Cons. proximité	24 898 703	7,837%	3 632 563	4,619%	21 263 963	16,413%

Le tableau précédent démontre que la valeur actuelle nette moyenne des activités de la filière dans son ensemble est positive lorsqu'on suppose la création d'un marché de proximité. La mesure de la VAN moyenne du projet est de 6 484 724\$ avec

l'acquisition d'une usine de petite taille, ce qui représente la plus-value générée par les investissements initiaux. Pour ce qui est du taux de rendement interne, nous obtenons 5,103%, ce qui est supérieur au taux exigé de 4% pour ce type de projet. On note que le processus de transformation est financièrement rentable selon ce scénario puisque la VAN moyenne de 2 951 848\$ qu'il produit est supérieure à 0. C'est donc dire que le rapprochement du marché cible de consommation de granules a pour effet d'assurer une certaine rétention de la richesse créée par la transformation de la matière première au niveau de la filière. Inversement, cette richesse se perd ou est transférée à d'autres intervenants du circuit commercial (notamment les transporteurs par camion et bateau) lorsque le marché de consommation s'éloigne.

Nous remarquons également que la rentabilité du projet est largement améliorée en considérant une production de granules à plus grande échelle. Nous pouvons associer ceci une fois de plus à la présence d'un important levier d'opération au niveau des activités de transformation. Les coûts fixes plus substantiels sont ainsi répartis sur une quantité accrue d'unités produites, diminuant par le fait même le coût unitaire du produit fini tout en améliorant la marge de profit.

**Tableau 6 : Comparaison des mesures de dispersion de la valeur actuelle nette du projet pour tous les scénarios testés**

<b>Projet total</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart Type</b>
Scenario - Usine 50 000 - export europe	(56 414 796)	45 611 983	(12 666 812)	15 417 357
Scenario - Usine 100 000 - export europe	(76 117 173)	64 130 876	(12 462 076)	21 512 077
Scenario - Usine 50 000 - Cons. Industriels - Montréal	(32 415 392)	54 921 839	5 653 823	13 079 656
Scenario - Usine 100 000 - Cons. Industriels - Montréal	(21 488 010)	72 253 270	23 286 897	14 316 995
Scenario - Usine 50 000 - Consommation proximité	(33 903 320)	54 804 770	6 484 724	12 879 213
Scenario - Usine 100 000 - Consommation proximité	(16 132 038)	69 351 641	24 898 703	13 876 423

<b>Activités de transformation</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Écart Type</b>
Scenario - Usine 50 000 - export europe	(57 088 947)	24 766 461	(16 211 718)	11 333 891
Scenario - Usine 100 000 - export europe	(88 132 487)	63 899 230	(16 134 176)	22 283 333
Scenario - Usine 50 000 - Cons. Industriels - Montréal	(22 262 000)	26 796 416	2 112 165	7 945 326
Scenario - Usine 100 000 - Cons. Industriels - Montréal	(31 288 824)	70 028 788	19 627 191	15 506 538
Scenario - Usine 50 000 - Consommation proximité	(21 097 393)	27 102 885	2 951 848	7 841 576
Scenario - Usine 100 000 - Consommation proximité	(25 949 588)	67 946 702	21 263 963	15 173 574

Les données par rapport à la variabilité des résultats obtenus des simulations Monte Carlo sont présentées dans le tableau ci-haut. On constate que l'écart-type de la mesure de la VAN du projet est de 12 879 213\$ lorsqu'on peut compter sur une capacité de production de 50 000 tonnes de granules par an et de 13 876 423\$ s'il est possible d'en produire 100 000 tonnes par année. Parmi toutes les avenues testées, on peut identifier les scénarios qui se basent sur la création de marché de proximité comme ceux présentant les niveaux de volatilité les plus faibles. On remarque en effet que le niveau de variabilité est légèrement inférieur par rapport à celui mesuré lors de l'analyse de l'hypothèse de développement de marché dans la région de Montréal. Cette baisse est attribuable à la réduction de la distance à parcourir pour le transport des granules au

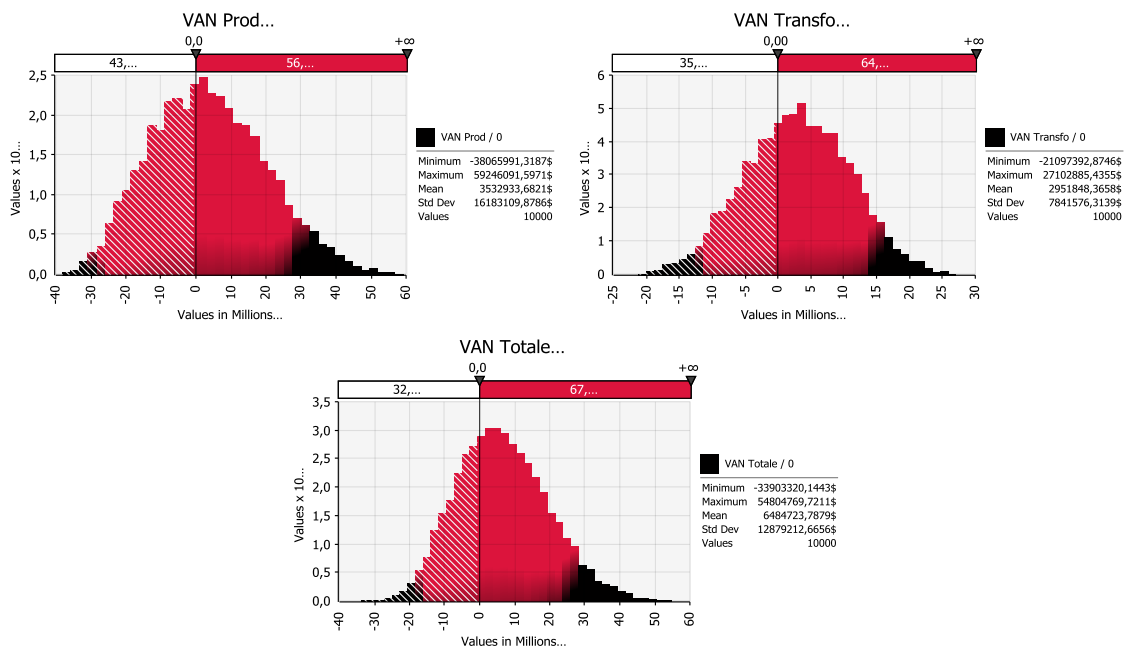
consommateur final. Les plus courtes distances parcourues par les camions de transport réduisent non seulement les coûts mais également l'incertitude associée à ceux-ci.

Nous poursuivons notre analyse à l'aide de l'information sur le pourcentage des simulations générant une VAN supérieure ou égale à 0 que l'on retrouve dans les graphiques présentés plus bas. Comme nous pouvons le voir, le développement d'un marché de consommation de proximité a pour effet de produire une valeur actuelle nette supérieure ou égale à zéro près de deux fois sur trois (67,3%). Dans le même ordre d'idée, on constate que le processus de transformation serait rentable 64,5% du temps. Cette information vient renforcer la décision d'aller de l'avant avec la création de la filière agro-forestière puisqu'on peut s'attendre à ce qu'un tel type de projet soit rentable la majorité du temps.

L'analyse du scénario de production de 100 000 tonnes de granules par année est encore plus concluante. En effet, on remarque qu'il y aurait création d'une plus-value 96,8% du temps, ce qui veut dire que nous serions presque assuré de la rentabilité financière du projet en supposant qu'il soit possible d'écouler en entier l'importante production de granules de la filière. Pour ce faire, il devra y avoir des incitatifs gouvernementaux au même titre que ceux que l'on retrouve dans certaines régions de l'Europe de l'ouest afin de favoriser l'adoption de l'utilisation des granules de bois comme co-combustible dans les usines et les institutions consommant d'importantes

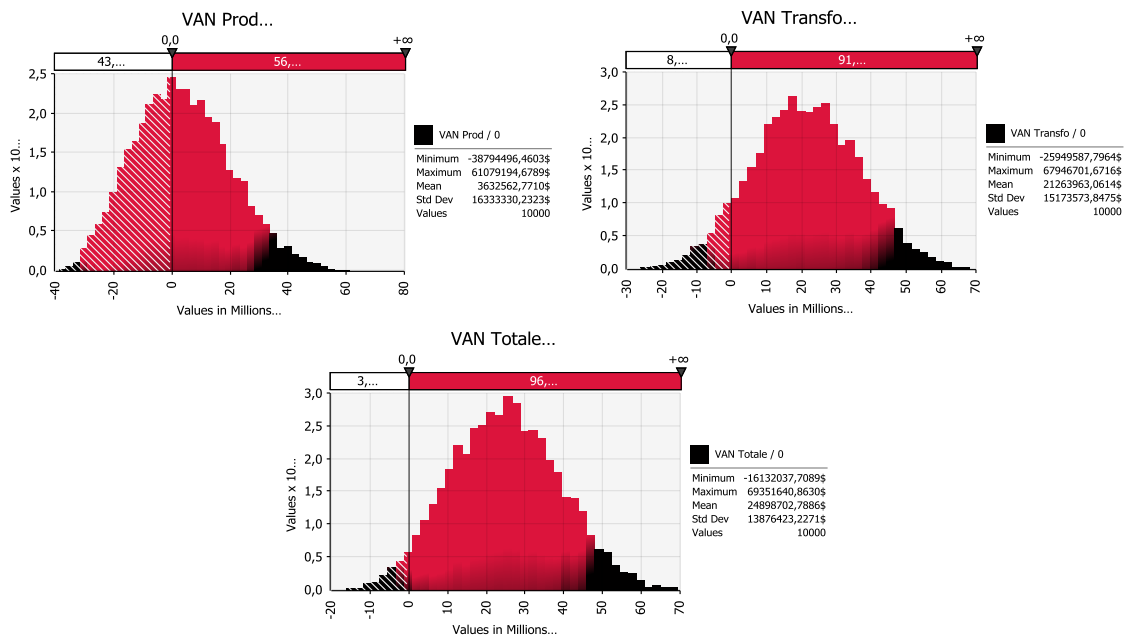
quantités d'énergie. Advenant la création de ce marché de consommation de proximité, la filière jouirait d'un avantage concurrentiel important puisqu'elle serait située stratégiquement pour desservir cette clientèle. Elle pourrait donc offrir des prix extrêmement compétitifs tout en s'assurant de conserver une marge de profit appréciable sur ses produits de valeur ajoutée.

**Graphique 6: Pourcentage des simulations présentant une VAN supérieure ou égale à 0 pour le scénario de développement de marché de proximité (50 000 tonnes/an)**





**Graphique 7: Pourcentage des simulations présentant une VAN supérieure ou égale à 0 pour le scénario de développement de marché de proximité (100 000 tonnes/an)**

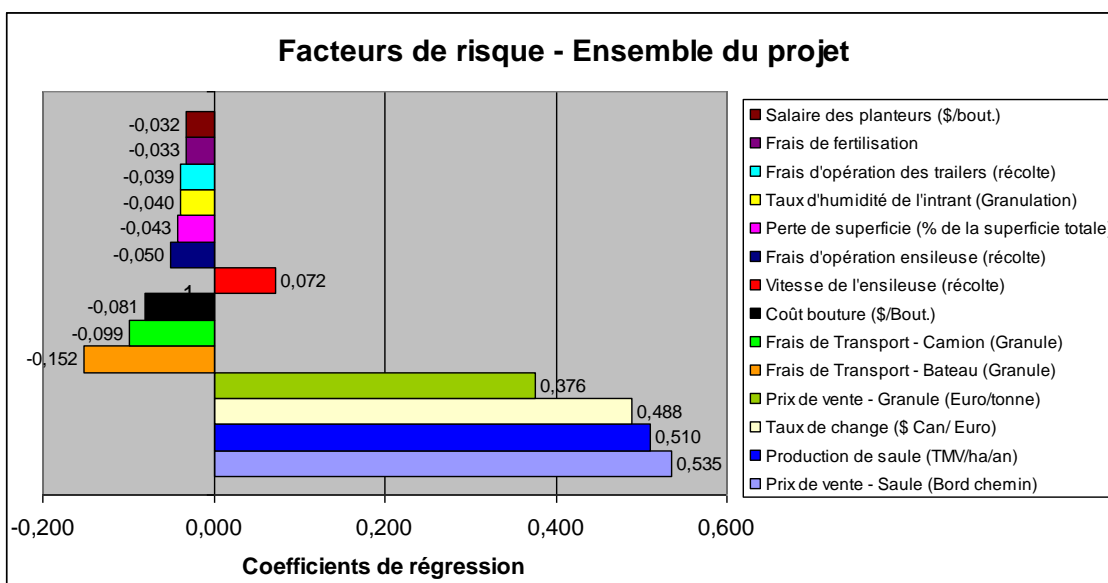


## 5.2 Résultats de l'analyse des facteurs de risque

Nous présentons maintenant les résultats provenant de l'étude de sensibilité visant à identifier les principaux leviers d'investissement. Les graphiques de type « Tornado » ci-dessous classent par ordre d'importance les variables intrants ayant le plus grand impact sur la principale variable extrant (VAN) de notre modèle d'analyse de rentabilité du projet en plus d'identifier le sens de la relation entre ces variables (positif ou négatif). Il faut préciser que les coefficients de régression obtenus proviennent de régressions linéaires exécutées par le logiciel @Risk où chaque simulation effectuée représente une observation. La variable dépendante dans notre étude est la VAN et les

variables indépendantes sont chacun des principaux paramètres de la filière agro-forestière que nous désirons tester.

**Graphique 8: Principaux facteurs de risque affectant la rentabilité financière de l'ensemble du projet (tiré du scénario d'exportation de la granule vers les marchés européens avec capacité de production de 50 000 tonnes/an)**

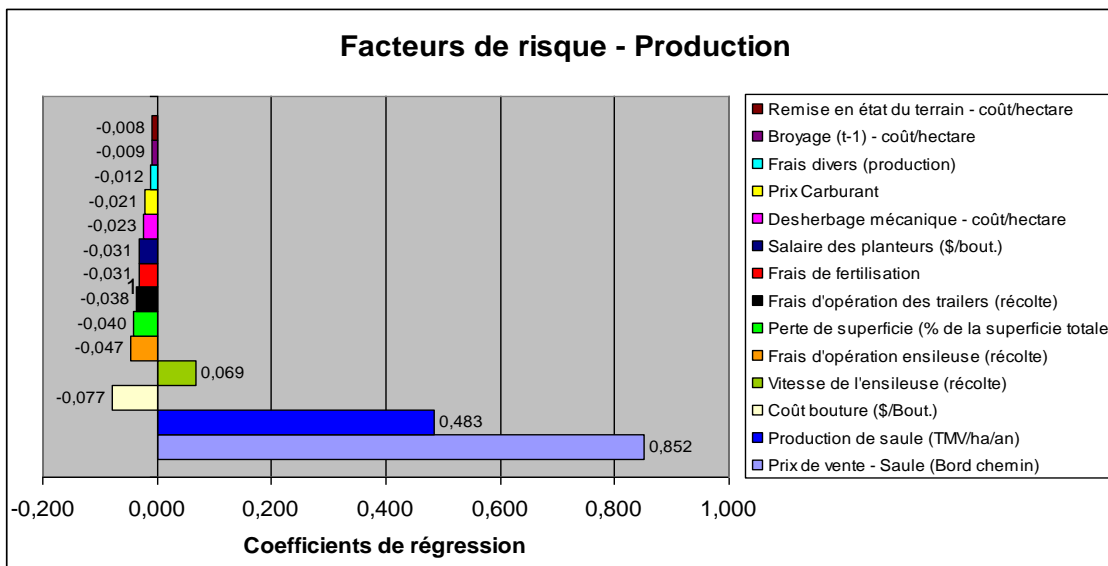


En analysant le graphique ci-dessus, nous constatons que les régressions réalisées en utilisant la VAN totale du projet comme variable dépendante mettent en évidence quatre principaux éléments. En effet, le prix de vente du saule en bord de chemin, la productivité des plantations de saules, le taux de change entre l'euro et le dollar canadien ainsi que le prix de vente du granule (en euro/tonne) sont des variables qui se distinguent par le niveau élevé de leur coefficient bêta. Plus ce bêta est élevé, plus la

relation entre la variable critique et la mesure de la VAN est importante et plus la variation de celle-ci tendra à expliquer la variation au niveau du rendement. C'est donc dire que les fluctuations de valeur de ces quatre paramètres du modèle d'analyse ont une incidence significative sur la rentabilité du projet dans son ensemble. Ces facteurs présentent évidemment tous une relation positive avec la valeur actuelle nette et l'accroissement du niveau de chacun fera en sorte d'améliorer la rentabilité financière de la filière.

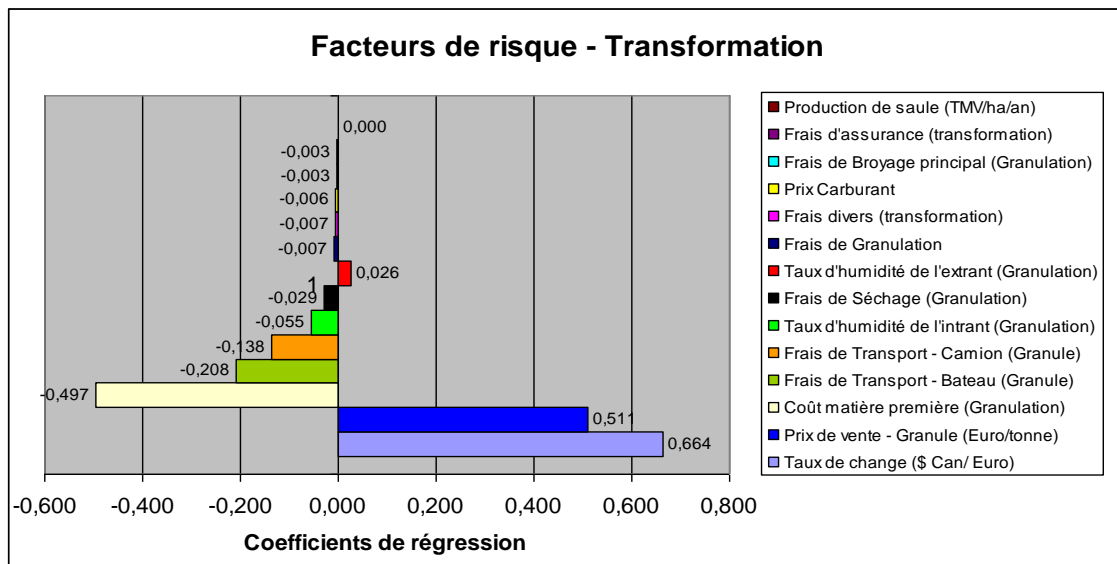
D'autres éléments comme les frais de transport des granules par camion et par bateau ainsi que le coût des boutures de saule ont également une influence certaine sur la valeur du projet. Cet impact est cependant plus mitigé puisque leur bêta est plus faible. Par exemple, le coefficient de régression de la variable associée au coût des boutures est seulement de -0,081 par rapport à celui du paramètre prix de vente du saule en bord de chemin qui est de 0,535. Plus précisément, cela signifie que l'augmentation d'un écart-type du coût des boutures aura pour effet de diminuer de 0.081 écarts-types la valeur actuelle nette du projet alors que l'augmentation d'un écart-type du prix de vente du saule améliorera la VAN de 0,535 écarts-types.

**Graphique 9: Principaux facteurs de risque affectant la rentabilité financière du circuit de production (tiré du scénario d'exportation de granules vers les marchés européens avec capacité de production de 50 000 tonnes/an)**



Lorsqu'on analyse les parties du projet séparément, on note que le prix de vente du saule est de loin le facteur le plus déterminant de la VAN du chaînon de production avec un coefficient de régression de 0,852. La productivité des plantations de saules est un autre facteur important affectant la rentabilité de la production avec un bêta de 0,483. On remarque aussi que tous les autres facteurs de risque présentés dans le graphique 9 ci-haut exercent un impact beaucoup moins accentué sur le niveau de la VAN.

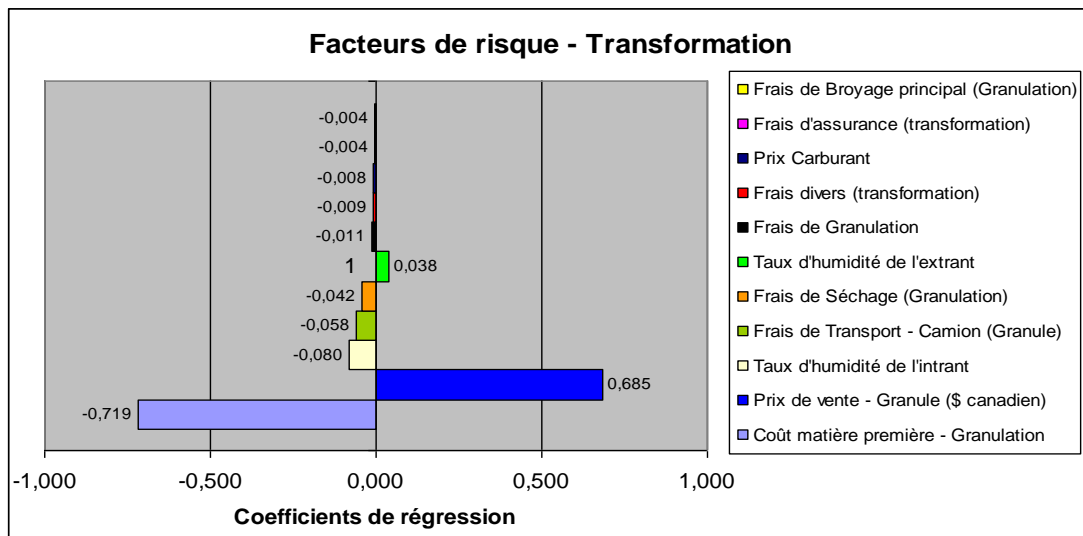
**Graphique 10: Principaux facteurs de risque affectant la rentabilité financière du circuit de transformation (tiré du scénario d'exportation de granules vers les marchés européens avec capacité de production de 50 000 tonnes/an)**



Pour ce qui est des activités de transformation, nous pouvons identifier à l'aide du graphique 10 trois paramètres de première importance affichant des bêtas de 0,5 et plus, soient le taux de change entre l'euro et le dollar canadien, le prix de vente des granules en euro et le coût de la matière première (saule) entrant dans le processus de granulation. Les frais de transport du produit fini par bateau et par camion font également varier la VAN de manière substantielle avec des coefficients respectifs de -0,208 et -0,138. On constate ainsi que le succès des opérations de transformation est influencé par une multitude de variables critiques lorsqu'on doit exporter les granules produits dans les marchés européens. À titre comparatif, l'analyse de régression effectuée au niveau des activités de transformation avec une hypothèse de vente du produit fini à un marché industriel de consommation local (graphique 11) met en

évidence seulement deux facteurs critiques. Effectivement, seules les variables associées au coût de la matière première (saule) utilisée dans le processus de granulation et au prix de vente des granules exercent une influence marquée sur la rentabilité du processus de valeur ajoutée avec des coefficients respectifs de -0.719 et 0.685. On note de surcroît que les frais de transport par camion ont un impact plus faible sur la mesure de la VAN (bêta de -0.058 par rapport à -0.138) lorsqu'on considère un scénario de marché local puisque les distances à parcourir pour la livraison sont beaucoup plus courtes. En retirant l'incertitude associée à la fluctuation du taux de change et aux frais de transport par bateau en plus de raccourcir la distance à parcourir pour la livraison par camion, nous constatons que le processus de transformation devient par le fait même moins risqué parce qu'un plus petit nombre de variables critiques viennent exercer un impact significatif au niveau de la rentabilité du projet. Il y a donc un avantage certain pour la filière à développer un marché local pour la vente de sa production de granules de bois afin de diminuer le risque de ses opérations.

**Graphique 11 : Principaux facteurs de risque affectant la rentabilité financière du circuit de transformation (tiré du scénario de consommation locale avec capacité de production de 50 000 tonnes/an)**



### 5.3 Répartition de la rente économique du projet entre les participants de la filière

Cette section est dédiée à l'analyse de la distribution de la rente économique du projet d'investissement entre les divers acteurs de la filière agroforestière. Nous commençons par illustrer la manière dont la valeur générée par le projet est répartie à l'aide des données obtenues sur la valeur actuelle nette moyenne de chacune des parties de la filière selon le scénario étudié.

Le tableau 7 nous démontre qu'il ne pourrait y avoir de partage de rente en considérant l'option d'exportation du produit fini vers l'Europe puisque le projet dans

son ensemble détruirait de la valeur. Nous nous servons donc de l'analyse de scénarios réalisée à l'aide du logiciel @Risk afin de déterminer les conditions permettant de rentabiliser cette option. Comme ce sont les activités de transformation qui sont responsables de la perte engendrée par le projet, nous nous penchons sur les paramètres spécifiques à ce chaînon. En fixant le prix de vente des granules à 140 Euros la tonne, on note qu'un taux de change d'environ 1,5857 \$/euro (1,4707 \$/euro pour le scénario avec usine de 100 000 tonnes/an) devrait être jumelé à un coût de la matière première de 30,28\$ par tonne métrique verte (TMV) afin d'obtenir une VAN plus grande ou égale à zéro pour l'étape de transformation, toutes choses étant égales par ailleurs. Parallèlement, la rentabilisation de l'usine de transformation serait possible en autant qu'on puisse vendre la tonne de granules à un prix avoisinant les 165 Euros (153 Euros avec une usine de plus grande taille) en fixant le taux de change à 1.35 \$/euro et le coût de la matière première entre 30\$ et 32\$ la tonne verte, ceteris paribus. L'étude de scénario démontre aussi que le coût de la tonne verte de saule ne pourrait dépasser les 11,64\$, ou 20,85\$ en produisant à plus grande échelle si l'on désire tirer une plus-value des activités de transformation en fixant toutes les autres variables du modèle d'évaluation. Cette dernière constatation ne serait pas plausible puisque l'analyse de scénario effectuée au niveau du segment de production pour chaque hypothèse démontre que cette partie du projet ne génère une VAN positive que si le prix de vente de la tonne verte de copeaux en bord de chemin est supérieur ou égal à une fourchette se situant entre 30\$ et 32\$. Cette fourchette de prix représente donc le prix plancher que les producteurs seront prêts à offrir aux transformateurs afin de pouvoir rentabiliser leurs activités et, par le fait même, le coût minimum que devra déboursier l'usine de



granules pour l'acquisition de sa matière première. Il serait donc possible de tirer une plus-value du projet selon cette hypothèse mais en autant que la valeur prise par les paramètres du prix de vente des granules ou du taux de change soient des plus favorables.

**Tableau 7 : Répartition de la plus-value du projet entre les activités de production et de transformation selon le scénario étudié**

	VAN Projet	VAN Prod	% du total	VAN Transfo	% du total
Scénario - Usine 50 000 - Exportation Europe	(12 666 812)	3 549 683	-	(16 211 718)	-
Scénario - Usine 50 000 - Marché industriel Mtl	5 653 823	3 543 133	62,7%	2 112 165	37,4%
Scénario - Usine 50 000 - Cons. proximité	6 484 724	3 532 934	54,5%	2 951 848	45,5%
Scénario - Usine 100 000 - Exportation Europe	(12 462 076)	3 669 642	-	(16 134 176)	-
Scénario - Usine 100 000 - Marché industriel Mtl	23 286 897	3 658 415	15,7%	19 627 191	84,3%
Scénario - Usine 100 000 - Cons. proximité	24 898 703	3 632 563	14,6%	21 263 963	85,4%

L'analyse du partage de la plus-value au niveau des scénarios supposant des débouchés plus rapprochés pour les granules produits nous permet de constater que chacun des chaînons de la filière parvient à tirer une rente de ses activités. En considérant la construction d'une petite usine, on remarque qu'environ 62,7% de la rente moyenne totale de 5 653 823\$ générée par le projet est capté par les producteurs de saules alors que le reste (2 112 165\$) est attribué aux transformateurs dans le cas où le marché cible se situe dans la région de Montréal. Ceci suppose que les producteurs vendent en moyenne au prix de 30\$ chaque tonne métrique verte produite à l'usine de transformation. L'étude de scénarios nous permet de constater que le prix maximal pouvant être déboursé par l'usine pour l'achat de sa matière première est de 31,84\$ par TMV afin de demeurer rentable si le prix de vente des granules est de 180\$ la tonne et

que les distributions de probabilité des autres paramètres du modèle demeurent constantes. On note aussi qu'en fixant les frais de transport par camion à 50\$ par tonne et le coût de la matière première entre 30\$ et 32\$ la TMV, il faudrait obtenir un prix moyen de 177,43\$ pour chaque tonne de granules produite afin de maintenir la rentabilité de l'usine, ceteris paribus. En considérant un marché-cible de proximité maintenant, on constate une répartition de 54,5% de la rente moyenne totale de 6 484 724\$ créée par la filière au profit des producteurs et de 45,5% au profit des transformateurs. Dans cette situation, le prix maximum que l'usine pourrait payer pour sa matière première serait de 32,71\$ la TMV en fixant le prix de vente des granules à 145\$ la tonne. Il faudrait par le fait même obtenir un prix minimum de 141,37\$ pour chaque tonne produite en fixant les frais de transport par camion à 14,50\$ la tonne et le coût de la matière première entre 30\$ et 32\$ la TMV afin que l'usine bénéficie d'une rente, toutes choses étant égales par ailleurs.

Pour ce qui est des analyses prenant en considération l'achat d'une usine de plus grande taille, on remarque une forte concentration de la rente totale au niveau des activités de transformation. En effet, c'est 84,3% et 85,4% de la plus-value générée par la filière qui serait capté par les activités de transformation pour les scénarios où le marché-cible se situe dans la région de Montréal et de l'Abitibi respectivement. L'analyse de scénario au niveau de l'hypothèse de marché-cible à Montréal démontre que le prix maximal par TMV qui pourrait être versé par l'usine aux producteurs de saules afin d'assurer la rentabilité des activités de transformation serait de 40,20\$ en

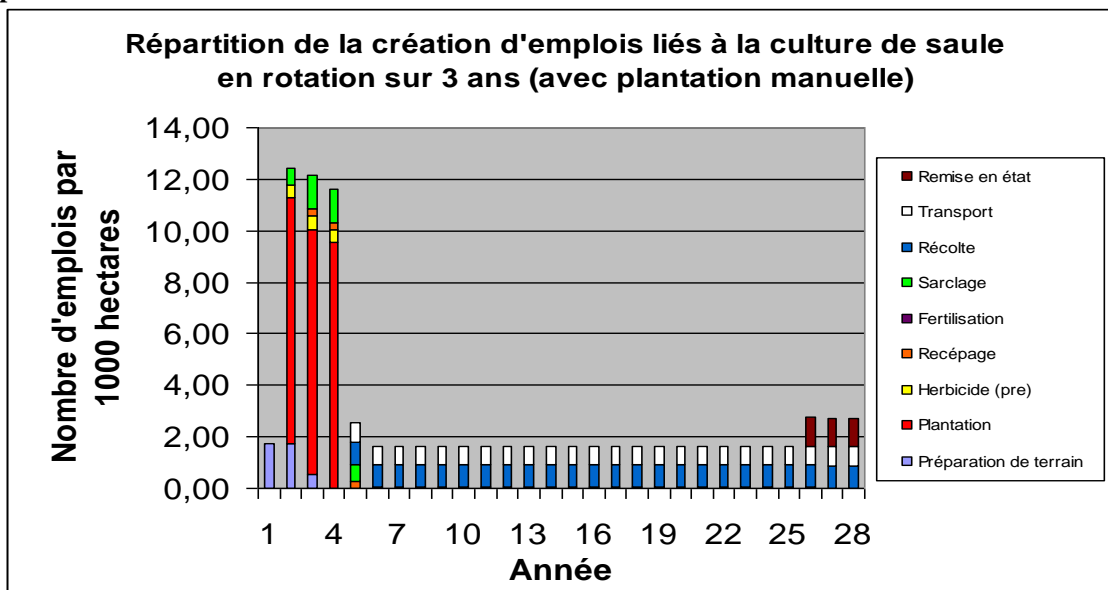
supposant l'obtention d'un prix de vente de 180\$ par tonne de granules fabriquée. Aussi, on note la nécessité d'obtenir un prix de 162,41\$ par tonne de granules produite si l'on fixe les frais de transport par camion à 50\$ la tonne et le coût de la matière première entre 30\$ et 32\$ la TMV en moyenne, *ceteris paribus*. En ce qui a trait à l'analyse de scénario pour l'hypothèse d'un marché de proximité, on peut identifier un prix maximum similaire de 40,10\$ par TMV pour l'achat de la matière première en fixant le prix de vente des granules à 145\$ la tonne. L'analyse fait également ressortir le besoin d'obtenir un prix minimum de 126,10\$ par tonne de granules produite lorsque les frais de transport par camion sont fixés à 14,50\$ par tonne et que l'usine débourse en moyenne 30\$ à 32\$ par TMV de saule afin que cette dernière puisse dégager une rente de ses activités.

Enfin, nous devons spécifier qu'une partie de la rente tirée des activités de production est redistribuée de façon implicite dans la chaîne puisque notre analyse suppose que la plupart des travaux au niveau de la culture de saules sont réalisés par des sous-traitants (régie contractée). Les coûts forfaitaires déboursés pour ces activités incluent le profit qu'en retirent les contacteurs et impliquent donc qu'une partie de la rente est déjà redistribuée aux participants de la filière.

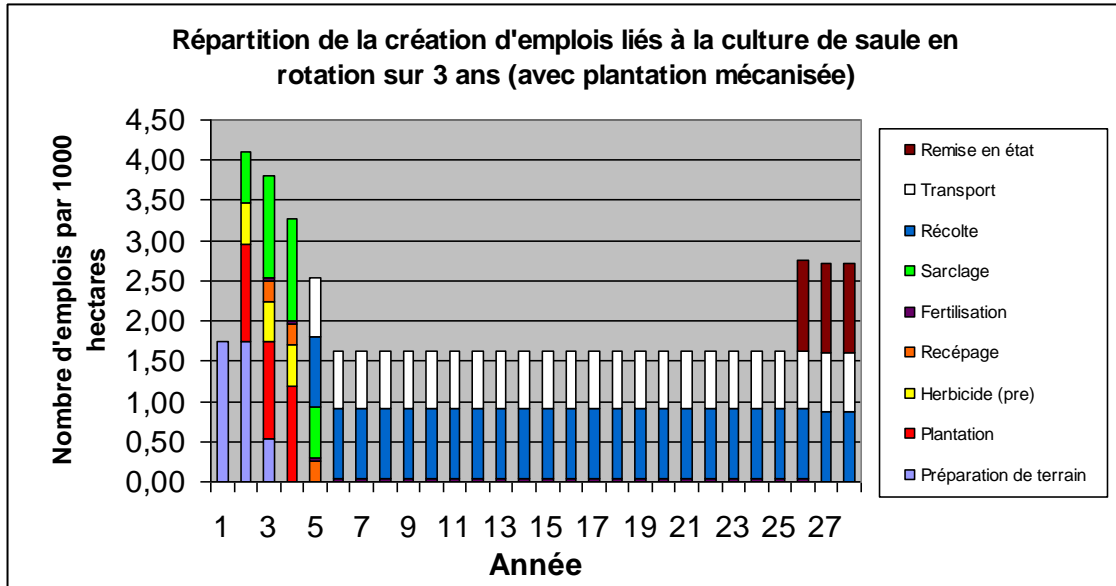
## 5.4 Impact du projet au niveau de la création d'emplois

Nous présentons ici les résultats associés au nombre d'emplois créés advenant la mise sur pied de la filière agro-forestière. Nous calculons en premier lieu le besoin annuel de main d'œuvre afin d'assurer le bon fonctionnement de la culture de saules sur une période de 28 ans, soit la durée de vie utile de la plantation. L'information obtenue dans les graphiques ci-dessous inclut le besoin annuel de travailleurs à chacune des étapes du processus de production de saules par 1000 hectares de surface utilisée. Les calculs sont effectués séparément pour ce qui est de l'étape de la plantation afin de mettre en évidence les différences qu'implique l'utilisation d'une méthode manuelle par rapport à une méthode mécanisée.

**Graphique 12 : Création annuelle d'emplois associée à la culture de saules en supposant la plantation manuelle des boutures**



**Graphique 13 : Création annuelle d'emplois associée à la culture de saule en supposant la plantation mécanisée des boutures**



On note que se sont les activités de préparation de terrain, de sarclage et de plantation qui génèrent le plus grand besoin de main d'œuvre en début de projet. En comparant les graphiques 12 et 13 ci haut, on décèle une différence significative quant à la quantité d'emplois créés par les deux méthodes de plantation. En effet, le fait d'opter de planter à la main générerait approximativement 9,50 emplois par année sur une période de 3 ans alors que l'utilisation de machines réduirait ce nombre à 1,20. Nous devons souligner qu'il pourrait être ardu de procéder à la plantation à l'aide de machinerie dans certaines situations étant donné le type de terrain en présence. Le fait de planter les tiges de saules manuellement élimine le problème d'accessibilité. On note aussi qu'il serait possible d'opter pour l'utilisation conjointe des deux méthodes selon le

type de terrain avec lequel nous devons composer, ce qui modifierait le nombre d'emplois créés pour cette activité.

Par la suite, ce sont les tâches de récolte et de transport de la matière vers l'usine de transformation qui procurent une demande constante d'emplois jusqu'à la fin de la vie utile de la plantation. On suppose ici que le tiers des terres a été mis en production à intervalle d'une année en début de projet afin d'avoir une certaine régularité au niveau de la quantité de tonne de saules disponible à la récolte annuellement. On note que la remise en état des terres utilisées en fin de projet nécessite également l'embauche significative de travailleurs.

Le tableau ci-dessous synthétise l'information qui ressort des graphiques précédents et présente le nombre annuel moyen d'emplois à temps plein créés par 1000 hectares au niveau des activités de culture de saules. On constate que pendant la durée totale du projet, soit sur une période de 28 ans, les opérations de culture de saules génèrent en moyenne 2,90 emplois par an en supposant la plantation manuelle des boutures de saule et 2,01 emplois lorsque ces boutures sont plantées en utilisant de la machinerie. À ces résultats doit s'ajouter le besoin d'un administrateur ayant la tâche de coordonner les activités de production à temps plein.

**Tableau 8 : Nombre annuel moyen d'emplois à temps plein générés par 1000 hectare au niveau des activités de culture de saules**

<b>Nombre moyen d'emplois par année</b>	
	<u>Culture de saules</u>
Plantation manuelle:	2,9
Plantation mécanisée:	2,01

Enfin, le tableau 9 nous présente l'information par rapport à la quantité de main d'œuvre nécessaire au bon fonctionnement de l'usine de transformation. On suppose que l'usine opère en continue 24h par jour, 7 jours par semaine et 45 semaines par année étant donné l'importance des frais de mise en marche.

**Tableau 9 : Nombre d'emplois annuels associés aux activités de transformation selon la taille de l'usine**

	Usine 50 000	Usine 100 000
	# employés	# employés
Opérations	19	24
Administration	4	4
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>28</b>

On dénote le besoin d'environ 23 employés à temps plein pour le fonctionnement d'une usine de petite taille et de 28 employés pour une usine de plus grande taille. La quantité de main-d'œuvre nécessaire sur une base annuelle est donc similaire dans les deux cas. Comme l'usine se doit de fonctionner en continu, le nombre d'employés

nécessaires ne varie que très peu lors des périodes creuses. En supposant le besoin d'environ 4350 hectares mis en culture afin d'alimenter une usine d'une capacité de 50 000 tonnes de granules par an et du double pour une usine d'une capacité de 100 000 tonnes/an, on constate que la filière créerait près de 36 et 54 emplois à temps plein par année respectivement pour chacun de ces scénarios. Le projet pourrait ainsi participer de façon plus que favorable à redynamiser la communauté de Champneuf par la création de nombreux emplois qui généreraient à leur tour d'autres activités économiques en région.



## **CHAPITRE 6 – LIMITES DU PROJET ET AVENUES DE RECHERCHES FUTURES**

---

L'étude que nous avons réalisée afin d'évaluer la viabilité d'un projet consistant à développer une filière agroforestière pour assurer la pérennité d'une communauté locale présente certaines limites que nous identifions dans cette section.

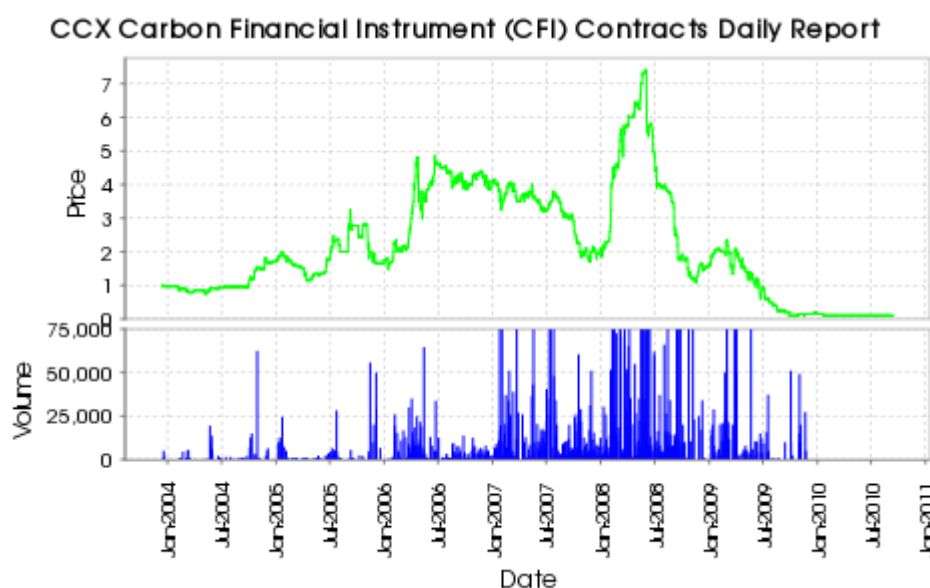
D'abord, il est important de mentionner que nous disposons de peu d'information quant aux coûts associés à la production de saules étant donné qu'il n'existe pas de projet de la sorte dans un environnement présentant des caractéristiques similaires à celles de la région de Champneuf sur lequel nous pourrions nous appuyer. Les données employées dans le modèle d'évaluation sont donc basées sur des expérimentations réalisées à petite échelle ainsi que sur l'avis d'experts de la culture du saule. Des tests sont présentement conduits dans la région cible afin d'élargir nos connaissances sur les divers paramètres entrant dans le processus de culture du saule. L'information recueillie permettra ainsi de définir avec plus de précision les distributions de probabilités des paramètres clés affectant la valeur actuelle nette du projet de culture de saules calculée à l'aide de notre modèle d'évaluation financier.

Ensuite, nous avons établi initialement que notre analyse assume la capacité de vendre l'ensemble de la production de saules et de granules de bois. Une étude de marché devrait cependant être réalisée afin d'évaluer la demande potentielle pour les produits de la filière pour chaque scénario testé et d'établir des prévisions au niveau des quantités vendues annuellement pour chacun de ces produits. De cette manière, la filière serait en mesure d'ajuster la quantité d'hectares mis en production en fonction des tendances des marchés.

Il faut également souligner que notre étude ne quantifie pas les unités de carbone absorbées par la culture de saules et, par le fait même, n'incorpore pas les crédits de carbone potentiels qui pourraient être vendus à des entreprises émettant des quantités de CO<sub>2</sub> supérieures aux limites auxquelles elles seraient assujetties advenant la création d'un marché du carbone en Amérique du Nord. Ces crédits de carbone généreraient des retombées économiques pour la filière qu'il serait possible de quantifier en déterminant le taux de fixation (d'emprisonnement) de CO<sub>2</sub> par saule ainsi que le prix de la tonne de CO<sub>2</sub> sur le marché du carbone. Or, l'entreprise Agro-énergie évalue qu'une plantation de saules aurait la capacité d'absorber entre 20 et 40 tonnes de CO<sub>2</sub> par hectare sur une base annuelle. De plus, le Chicago Climate Exchange (CCX) offre des statistiques concernant l'évolution du prix de la tonne de CO<sub>2</sub> depuis janvier 2004 et on peut noter que les prix ont connu de fortes baisses en 2010 et s'établissent présentement à 0,10\$ la

tonne. En supposant la mise en culture de 9000 hectares tout au long du projet, les flux monétaires annuels associés au marché du carbone se situeraient entre 18 000\$ et 36 000\$. Cependant, comme la bourse du carbone n'attire toujours pas suffisamment l'intérêt des marchés et qu'elle n'est pas implantée assez solidement, nous ne pouvons nous fier à la représentativité de l'information disponible au niveau du prix de la tonne de CO<sub>2</sub> étant donné les faibles volumes de transactions.

**Graphique 14 : Prix de la tonne de CO<sub>2</sub> selon la bourse du carbone CCX**



Également, nous avons omis d'inclure les frais associés au contrôle des insectes et des maladies qui pourraient survenir au niveau de la culture de saule étant donné le

manque d'information à ce sujet. De plus, nous avons évalué les frais de transport des granules en fonction de l'utilisation de camions de transport mais il pourrait être plus intéressant du point de vue économique et écologique d'utiliser le train comme moyen de transport puisque l'usine serait située sur le terrain d'une ancienne scierie près des chemins de fers. Il serait donc intéressant de réévaluer le projet en intégrant ces deux paramètres à l'analyse.

Enfin, notre étude suppose la transformation des copeaux de saule récoltés en granules de bois mais nous pourrions également analyser d'autres avenues pour la matière première produite. On peut penser notamment à d'autres produits à valeur ajoutée comme l'éthanol. On pourrait également considérer une nouvelle tendance qui suggère la production d'un produit plus institutionnel : la buchette. Évidemment, le choix de ces autres débouchés pour la transformation de la matière entraînerait une toute autre configuration du projet et modifierait la structure de revenus et de coûts. Il serait ainsi digne d'intérêt de procéder à une étude distincte pour chacun de ces scénarios afin d'identifier l'option la plus intéressante pour la région de Champneuf.

## **CHAPITRE 7 – CONCLUSION**

---

Dans ce mémoire, nous avons cherché à déterminer si la création d'une filière industrielle axée sur la production et la transformation de saules en circuit court et structurée dans un contexte de développement durable pouvait permettre d'assurer la pérennité d'une communauté locale située en région forestière.

Nous avons d'abord défini la problématique en lien avec notre étude à savoir si l'application des concepts de développement durable et de développement local par le biais de la création d'une filière agroforestière permettrait d'assurer la pérennité d'une communauté locale totalement dévitalisée comme Champneuf en Abitibi. Nous avons par la suite exposé le principal objectif de cette étude en lien avec la problématique qui consiste à évaluer les impacts économiques, sociaux et environnementaux qu'engendrerait l'implantation d'une filière agroforestière sur une communauté en appliquant un modèle de développement local. Puis, nous avons présenté le cadre théorique servant de structure à l'établissement de la méthodologie employée afin de trouver réponses à notre problématique de départ et réalisé une revue de littérature à cet effet. De plus, nous avons exposé chacun des éléments de la démarche retenue dans le but de générer des résultats permettant d'apporter des éléments de solution à cette

problématique. Grossièrement, cette démarche consistait en une modélisation de la filière industrielle de production et de transformation de saules afin d'évaluer la rentabilité financière du projet et de procéder à une analyse de risque. Le modèle ainsi créé fut également utilisé afin d'évaluer le partage de la rente économique entre les participants de la filière et d'identifier les retombées du projet en terme de création d'emplois. Enfin, nous avons démontré les résultats tirés de nos analyses et dévoilé les limites de notre étude. Nous présentons maintenant les principales conclusions qui ressortent des travaux réalisés.

À l'aide de notre méthodologie, nous parvenons à tester la rentabilité financière de divers scénarios possibles. Nous avons donc analysé trois avenues distinctes en ce qui a trait au marché cible pour le granule de bois produit selon deux gabarits d'usine. Les résultats obtenus nous amènent à constater la quasi nécessité de développer un marché de consommation relativement près de l'usine de transformation afin de pouvoir dégager une rente économique de la filière agroforestière. En effet, l'éloignement du marché-cible pour les produits de valeur ajoutée ferait en sorte d'éliminer la richesse émanant du projet d'investissement à cause des importants frais de transport et de la force du dollar canadien en plus d'augmenter le risque de celui-ci de manière non négligeable. Ce risque relié aux opérations serait accru étant donné l'importance de la variabilité tant du dollar canadien par rapport à l'euro que des frais de transport par bateau. Le développement d'un marché assez important pour le granule au Québec réduirait donc les coûts de transport de façon suffisante pour que l'ensemble de la filière

puisse profiter d'une plus-value de ses activités. Pour ce faire, des pressions devront être exercées sur les divers paliers de gouvernement afin d'en arriver à un resserrement de la réglementation visant à limiter l'émission de gaz à effet de serre et donc forcer les grands consommateurs énergétiques institutionnels, industriels et commerciaux à modifier leur façon de produire de l'énergie. Les granules ainsi produits au Québec devraient être brûlés au Québec et, pour que cela se réalise, les systèmes de chauffage des hôpitaux, des universités et des édifices gouvernementaux devraient être modifiés afin de brûler des granules de bois par exemple plutôt que des combustibles fossiles. Nos analyses démontrent également que la création d'un marché de proximité dans la région de l'Abitibi serait le scénario optimal en termes de rentabilité financière mais aussi en ce qui concerne l'aspect écologique puisque les distances pour le transport des granules produits seraient grandement réduites. Ces constats viennent ainsi rejoindre les objectifs des concepts de développement durable et de développement local qui vise une production locale pour une consommation locale.

L'analyse du partage de la rente économique entre les acteurs de la filière agroforestière fait quant à elle ressortir que chacun des segments récolte une certaine part de la plus-value tirée du projet dans son ensemble lorsqu'on suppose la possibilité de créer un marché de consommation dans les régions de Montréal ou de l'Abitibi. Cette rente pourrait être redistribuée différemment en ajustant le prix de vente de la tonne de copeaux de saules fixé entre les producteurs et les transformateurs. Ce prix ne pourrait cependant pas être inférieur à une fourchette allant de 30 à 32\$ la tonne

métrique verte du point de vue du producteur afin que celui-ci y trouve son compte. Le prix maximum que le transformateur pourrait payer par TMV de copeaux de saule varierait selon le scénario sous étude. Il en ressort également que la transformation à plus grande échelle et ainsi la construction d'une usine de grande taille produirait une rentabilité financière accrue et permettrait aux membres de la filière de se partager une rente économique plus importante.

En ce qui concerne les effets socio-économiques associés à l'implantation de la filière, nous pouvons constater que le projet aurait un effet structurant au niveau de la vitalité de la communauté de Champneuf et contribuerait au développement socio-économique local. Effectivement, les résultats provenant de l'analyse de besoin en main-d'œuvre suggèrent que le projet dans son ensemble entraînerait la création d'environ 36 à 54 emplois à temps plein en moyenne annuellement sur une longue période de temps. La filière générerait ainsi du travail pour une importante proportion de la population de cette petite communauté pendant de nombreuses années et l'augmentation du revenu disponible profiterait à toute la région puisqu'elle créerait à son tour de l'activité économique localement.

Ce projet pourrait donc être fonctionnel et rentable en se basant sur les concepts de développement durable et de développement local. En effet, nous avons démontré que l'utilisation des ressources locales et le développement d'un marché de proximité sont



des facteurs déterminants du succès du projet. La création d'une dynamique de développement local permettrait l'implication de toute une communauté, de générer une quantité importante d'emplois pour cette petite région d'environ 200 habitants en plus de créer un mouvement de réappropriation de leurs richesses ainsi que de leur capacité à développer leur économie locale. Enfin, l'utilisation d'une matière première renouvelable comme le saule pour la production d'énergie verte sous forme de granules de bois entraîne des bénéfices importants au niveau de l'environnement par rapport aux sources d'énergie provenant de combustibles fossiles et contribue à la diminution d'émissions de gaz à effet de serre.

## BIBLIOGRAPHIE

---

ABRAHAMSON, L. P., VOLK, T. A., KOPP, R. F., WHITE, E. H., et BALLARD, J. L., « Willow Biomass Producer's Handbook (Revised) », Short Rotation Woody Crops Program, SUNY-ESF, Syracuse, NY, (2002).

AYLOTT, Matthew J. and al., «Yield and spatial supply of bioenergy poplar and willow short-rotation coppice in the UK», Journal compilation - New Phytologist, (2008).

BLOM, G., «The Feasability of a Wood Pellet Plant Using Alternate Sources of Wood Fibre», Thesis, (2009).

BOYD, J., CHRISTERSSON, L., DINKERBACH, L., « Energy from willow », The Scottish Agricultural College, United Kingdom, (2000).

COMMISSION MONDIALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT – CMED, « Notre avenir à tous - Rapport Brundtland », Les publications du Québec, Éditions du fleuve, Québec, (1989), 432 p.

CARVALHO DE FREITAS, Fernanda Marcia, « Les coopératives et le développement local : l'association coopérative agricole de La Patrie. », Thèse de maîtrise, Université de Sherbrooke, (1999).

CHRISTERSSON, L., S Ledin, «Short-Rotation Crops for Energy Purpose». Proceedings of the first meeting of IEA Bioenergy Task 17, held in Uppsala, Sweden, 4-6 June, Sweden, (1998).

GILLY, J. P., LEROUX, I., WALLET F., « Gouvernance et proximité », in Zimmermann J.B., Pecqueur B., (eds), Economie de proximités, Paris, Hermès-Lavoisier, (2004).

GIROUARD, P., « On-farm evaluation of Short-Rotation Forestry: Economics of Willow Plantations and Windbreaks in Central Canada », Thesis - Department of Agricultural Economics, McGill University, (1995).

HOQUE, Mozammel, SOKHANSANJ, Shahab, BI, Tony, MANI, Sudhagar, JAFARI, Ladan, LIM, Jim, ZAINI, Parisa, « Economics of pellet production for export market », La Société Canadienne de Génie Agroalimentaire et de Bioingénierie, (2006).

JEAN, Bruno, « S'approprier le développement : le développement local et le développement durable comme formes de développement approprié, dans DUFOUR, Jules et al. (sous la direction de). L'éthique du développement : entre l'éphémère et le

durable. », Acte du colloque international tenu les 16 et 17 avril 1993, Presses Universitaires de Limoges, Coll. « Développement régional », Groupe de recherche et d'intervention régionales, Chicoutimi, (1995), p. 193-217, p 198.

KEOLEIAN, A., VOLK, T., « Renewable energy from willow biomass crops: Life cycle energy, environmental and economical performance. », SUNY College of Environmental Science and Forestry, New York, (2005).

KUIPER L. C., H. BROUWER, R VENEDAAL, «Good practice guidelines. Biomass: fuel for sustainable energy», Novem, Utrecht, Netherlands, (1998).

LEDIN, S., «Willow wood properties, production and economy», Biomass and Bioenergy, Vol. 11, Nos 2/3, pp. 75-83.

LABRECQUE, M., TEODORESCU, T., «Field performance and biomass production of 12 willow and poplar clones in short-rotation coppice in southern Quebec (Canada) », Biomass and Bioenergy 29, (2005).

LAPOINTE, M-A, « Évaluation des projets sylvicoles : Le choix du taux d'actualisation », Université de Sherbrooke, (2008)

MAGANGA, J-H, « Le développement local et la filière bois à travers les coopératives forestières du Québec: Les leçons à tirer pour le Gabon », Thèse de maîtrise, Université du Québec à Trois-Rivière, (2005).

MANI, S., S. SOKHANSANJ, X. BI, AND A. TURHOLLOW, « Economics of Producing Fuel Pellets from Biomass. », Applied Engineering in Agriculture 22, no. 3: 421–26, (2006).

NIENOW, Sara and al., «A Model for the Economic Evaluation of Plantation Biomass Production for Co-firing with Coal in Electricity Production», Plantation Biomass Production, pp. 106-117, (1999).

NORDH, Nils-Erik, « Sustainability of Willow SRF during later cutting cycles », Swedish University of Agricultural Sciences – Department of Short Rotation Forestry, Short Rotation Crops for Bioenergy: New Zealand, Uppsala (Sweden), (2003).

RANNEY, J.W., and L.K. MANN., « Environmental Considerations in Energy Crop Production. », Biomass and Bioenergy, 6(3):21 1–28, (1994).

ROCHE INGÉNIEURS - CONSEILS, « Étude de préfaisabilité – Projet de bioénergie forestière », Rapport final présenté au Bureau de Promotion des Produits Forestiers du Québec, (2007)

SAMSON, R. [non daté]. « Opportunities for growing, utilizing and marketing bio-fuel pellets », REAP-Canada., [www.reap-canada.com/library.htm](http://www.reap-canada.com/library.htm), Page 26.

SWAAN, John. « European Wood Pellet Conference 2009 Report », Wood Pellet Association of Canada, (2009).

VACHON, B., « Le développement local intégré : une approche humaniste, économique et écologique du développement des collectivités locales », Dîner conférence, Carrefour de relance de l'économie et de l'emploi du centre de Québec et de Vanier Domaine Maizerets, Québec, (2001).

VACHON Bernard et COALLIER, Francine, « Le développement local : théorie et pratique. Réintroduire l'humanité dans la logique du développement », Gaëtan Morin, Québec, (1993), 331 p.

Wiik, Camilla, Heiskanen, Veli-Pekka, Kallio, Markku, Anttila, Perttu, « Feasability assessment: Wood pellet raw material from Canadian British Columbia », Technical Research Center of Finland, Finland, 2009, 43 p.