

L'évaluation économique d'un projet de chauffage à la biomasse

LE CHAUFFAGE À LA BIOMASSE, UNE QUESTION D'ÉCONOMIE?

Un système de chauffage à la biomasse peut offrir l'avantage de réduire les coûts énergétiques d'une entreprise tout en contribuant à diminuer ses émissions de gaz à effet de serre. Par rapport à un système de chauffage au combustible fossile, l'implantation d'un système à la biomasse requiert des investissements supplémentaires qui devront être récupérés principalement par le biais d'une diminution des coûts de combustible. De plus, les frais de fonctionnement d'un système de chauffage à la biomasse sont nettement plus élevés que ceux d'un système à combustible fossile.

Puisque chaque entreprise possède des caractéristiques qui lui sont propres, la fixation de règles générales pour justifier ce choix sur le plan économique n'est pas possible. Ainsi, il est recommandé de débuter par une étude de faisabilité.

Cette fiche propose une démarche d'évaluation économique en quatre étapes pour un projet d'investissement dans un système de chauffage à la biomasse en comparant les coûts du nouveau système à ceux du système remplacé :

1. Évaluation des économies monétaires de combustible.
2. Évaluation des frais de fonctionnement.
3. Évaluation des coûts d'investissement pour les installations et équipements.
4. Sommaire des coûts et calcul de la rentabilité de l'investissement.

L'exemple présenté dans cette fiche tient compte des caractéristiques suivantes :

- ✓ projet de conversion du mazout à la biomasse forestière (copeaux) en 2012;
- ✓ entreprise ayant une superficie de serres de 5 000 m²;
- ✓ consommation normalisée de 50 L/m²/an de mazout, donc 250 000 L annuellement;
- ✓ approvisionnement sécuritaire de la biomasse à long terme au coût de 75 \$/t de copeaux humides à un taux de 30 % d'humidité. Il s'agit du prix livré aux serres;
- ✓ système de distribution de la chaleur à l'eau chaude déjà existant;
- ✓ principaux investissements requis :
 - o entrepôt pour les copeaux,
 - o réservoir d'hydro-accumulation de 100 000 L,
 - o chaudière de 1 100 kW à la biomasse,
 - o intégration des différents systèmes.

Les coûts unitaires utilisés dans cet exemple réfèrent à des prix de 2011.

Un fichier Excel intitulé « Outil d'analyse économique d'un projet de chauffage à la biomasse » est mis à la disposition des lecteurs de cette fiche (Référence n° 5). Il contient l'exemple présenté dans ce document ainsi qu'un autre fichier sans données pour les producteurs qui souhaiteraient évaluer un tel projet pour leur entreprise.

1. LES ÉCONOMIES MONÉTAIRES DE COMBUSTIBLE

L'évaluation des économies monétaires de combustible exige que différents paramètres aient, au préalable, été établis :

- choix et prix projeté du combustible de biomasse en tenant compte de la sécurité de l'approvisionnement et de la stabilité des prix;
- prix projeté du combustible fossile utilisé en considérant la tendance des marchés;
- performance technique des installations (avec combustible fossile et combustible de biomasse) afin d'établir un taux de remplacement pour le combustible fossile;
- quantités de combustible requises pour des conditions d'opération définies et des conditions climatiques normalisées, c'est-à-dire selon un besoin de chauffe normalisé.

Le **tableau 1** présente des équivalences de contenu énergétique entre un combustible fossile et une biomasse forestière.

Tableau 1. Quantité de biomasse forestière requise pour remplacer une unité de combustible fossile

Quantité de combustible fossile	Quantité de biomasse forestière ¹	
	10 % humidité (kg)	30 % humidité (kg)
Mazout et huile usée (1 L)	2,7	3,7
Gaz naturel (1 m ³)	2,7	3,7
Propane (1 L)	1,9	2,5

1. Essences à bois dur

Avec le prix des combustibles, il est possible de calculer les différences de coût. Le **tableau 2** présente les économies anticipées de l'exemple cité dans l'introduction.

Tableau 2. Exemple d'évaluation des économies anticipées sur le coût des combustibles

Taux de substitution : kg de biomasse/L de mazout : 3,7		
Élément	Mazout	Copeaux à 30 % humidité
Consommation annuelle	250 000 L	925 t
Prix anticipé du combustible (\$/unité)	1,00	75,00
Coût annuel pour le combustible (\$)	250 000	69 375
Économies anticipées (\$)		180 625
Dépenses annuelles pour le combustible par unité de surface (\$/m ²)	50,00	13,88
Économies anticipées par unité de surface (\$/m ²)		36,13

Les données inscrites dans les tableaux sont présentées à titre **d'exemple** seulement. Elles doivent donc être utilisées avec prudence. Des experts indépendants peuvent aider le producteur en serre à établir les valeurs correspondant à ses conditions d'opération.

2. LES FRAIS DE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE

Les frais de fonctionnement varient en fonction du nombre de semaines d'opération par année, de la quantité et du type de biomasse utilisés, du dimensionnement et de la conception de l'installation. Ils comprennent l'électricité, l'entretien, la main-d'œuvre et le traitement de l'eau. Le **tableau 3** compare les critères techniques requis pour l'évaluation des frais de fonctionnement de chacun des types de combustibles de l'exemple.

Tableau 3. Critères techniques de l'exemple pour l'évaluation des frais de fonctionnement

Élément	Unité	Mazout léger	Biomasse
Électricité ¹	kWh/100 kWh	2,75	3,50
Traitement de l'eau	\$/m ²	0,10	0,40
Main-d'œuvre	h/sem.	0,3	2,0
Entretien et réparations ²	\$/t		9,70
	\$/1 000 L	13,58	
Tarif de la main-d'œuvre	\$/h	20,00	20,00
Période d'opération	nb sem.	48	48
Tarif de l'électricité	\$/kWh	0,07	0,07

1. Électricité consommée par l'entreprise pour faire fonctionner le système de chauffage et pour distribuer la chaleur produite.

2. Coûts des pièces et services reçus de l'externe pour effectuer l'entretien et les réparations du système de chauffage, excluant le traitement de l'eau.

Le **tableau 4** compare les frais de fonctionnement de deux systèmes de chauffage (mazout et biomasse) pour chacune des composantes. Les frais de fonctionnement qui sont les plus affectés par le chauffage à la biomasse, en termes de pourcentage, sont la main-d'œuvre (au moins 5 fois plus) et le traitement de l'eau (au moins 3 fois plus). Cependant, sur le plan financier, c'est du côté de l'entretien et des réparations que l'on trouve l'augmentation la plus importante. Il faut aussi considérer que le chauffage à la biomasse, contrairement au chauffage au mazout et pour une puissance de chaudière plus petite que 3 MW, exige un échantillonnage sur la qualité de l'air à tous les 5 ans. Au total, dans cet exemple, les frais de fonctionnement d'un système à la biomasse sont plus du double de ceux d'un système utilisant des combustibles fossiles.

Tableau 4. Exemple d'évaluation des frais annuels de fonctionnement

Élément	Mazout léger	Biomasse	Différence	
	(\\$)	(\\$)	(\\$)	(%)
Électricité	3 658	4 655	998	27
Traitement de l'eau	500	2 000	1 500	300
Main-d'œuvre	288	1 920	1 632	567
Entretien et réparations	3 396	8 975	5 579	164
Échantillonnage des gaz émis dans l'atmosphère	0	1 000	1 000	-
Total (\$)	7 842	18 550	10 709	137
Total (\$/m²)	1,57	3,71	2,14	

Les frais de fonctionnement additionnels liés à l'utilisation de la biomasse par rapport au mazout sont attribuables :

- à l'électricité, par un plus grand nombre de systèmes mécaniques reliés à l'approvisionnement de combustible, ainsi qu'au fonctionnement de la chaudière et de l'hydro-accumulation;
- au traitement de l'eau, qui s'applique sur une quantité d'eau plus grande en raison de l'ajout d'un réservoir d'hydro-accumulation;
- à la main-d'œuvre additionnelle, reliée aux besoins de manipulation et de gestion du combustible exigés par la biomasse, à une demande de supervision plus importante en raison de la complexité plus grande des systèmes et aux heures supplémentaires requises pour l'entretien et les réparations;
- aux besoins d'entretien et de réparation d'un plus grand nombre de systèmes mécaniques.

En général, les frais d'entretien et de réparation peuvent fluctuer de 1 à 4 % de l'investissement selon la qualité initiale du système et des équipements, du nombre d'heures d'utilisation et du taux d'usure des équipements. Pour l'exemple présenté dans cette fiche, les frais d'entretien et de réparation sont de 2 % de l'investissement.

Le Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (référence n° 11) est entré en vigueur en 2011. Pour les systèmes utilisant des combustibles de bois ou de résidus de bois, selon la puissance et la date d'installation du système, un échantillonnage obligatoire doit être fait :

- aux 5 ans, pour moins de 3 MW de puissance de la chaudière, si installée après le 30 juin 2011;
- aux 2 ans, entre 3 et 10 MW de puissance de la chaudière;
- à chaque année, pour plus de 10 MW de puissance de la chaudière.

L'échantillonnage et l'analyse coûteraient entre 5 000 \$ et 10 000 \$. Il faut donc en tenir compte dans le processus de décision. Pour de plus amples renseignements, il faut contacter sa direction régionale au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

3. LES COÛTS D'INVESTISSEMENT POUR LES INSTALLATIONS ET LES ÉQUIPEMENTS

Les **tableaux 5A** et **5B** présentent, en exemple, l'évaluation des coûts d'investissement pour un projet de chauffage à la biomasse. On y trouve la valeur des investissements requis, leur coût en amortissement et le coût du capital (les intérêts sur les investissements).

Les valeurs inscrites dans ces tableaux sont données à titre d'exemple seulement et aux fins de compréhension du fonctionnement de la grille. Les prix des différents éléments peuvent fluctuer grandement d'un fournisseur à l'autre, en fonction des caractéristiques techniques des équipements et de leur qualité.

Tableau 5A. Exemple d'évaluation des coûts des amortissements pour un projet de chauffage à la biomasse, 2011

Superficie chauffée : 5 000 m ²	Nombre d'unités	Coût/unité	Coût total	Projet (% du total)	Durée de vie utile anticipée (ans)	Coût moyen d'amortissement (\$/an)
Puissance brute : 1 100 kW						
• Entrepôt de la biomasse	(m ²)	(\$/m ²)	(\$)			
Adaptation d'un bâtiment						
Nouveaux bâtiments	987	30,00	29 600	6,6	30	987
• Système d'alimentation	(t)	(\$/t)				
Mécanique d'alimentation	4,0	5 500	22 000		10	
Réserve d'alimentation	5,0	2 750	13 741		20	
Sous-total ¹	9,0	3 973	35 741	8,00	14	2 582
• Réservoir d'hydroaccumulation	(L)	(\$/L)				
Achat et installation	100 000	0,35	35 000			
Adaptation au système d'appoint						
Sous-total			35 000	7,8	20	1 750
• Chaudière à la biomasse	(kW)	(\$/kW)				
Achat et installation	1 100	245	270 000	60,2		
Électricité et autres contingences		4%	10 800	2,4		
Sous-total			280 800	62,6	20	14 040
• Bâtiment pour la chaufferie ²	(m ²)	(\$/m ²)				
Nouveau bâtiment	39,6	500	19 800	0,044		
Adaptation du bâtiment						
Sous-total			19 800	4,4	30	660
• Système de contrôle et de gestion						
Adaptation au système en place			10 000	2,2		
Nouveau système						
Sous-total			10 000	2,2	20	500
• Réseau hydronique						
Adaptation du système présent			10 000	2,2		
Nouveau système						
Traitement d'eau (réservoir)	0,1%	20 \$/L	2 000	0,4		
Sous-total			12 000	2,6	25	480
• Services professionnels et autres ³						
Services professionnels		5,5%	23 262	5,2		
Permis et autres		0,6%	2 538	0,6		
Sous-total			25 799	5,8	20	1 290
Investissement						
Coût total			448 741	100	20	22 288

1. Autonomie avec un fonctionnement à 70 % de la puissance brute pendant 24 heures.

2. Le type de bâtiment choisi influence fortement le coût. Certains optent pour une structure de serre.

3. Peut fluctuer en fonction des services fournis (plans et devis, démarchage, études, etc.).

Tableau 5B. Coûts annuels des investissements (amortissements + intérêts) pour un projet de chauffage à la biomasse

	Coût (\$)			Coût (\$/m ²)		Coût (\$/kW)	
	Sans subventions	Subventions	Avec subventions	Sans subventions	Avec subventions	Sans subventions	Avec subventions
Investissements	448 741	50 000	398 741	89,75	79,75	408	362
Coûts annuels							
Amortissements (sur 20 ans)	22 288		19 805	4,46	3,96	20	18
Intérêts ¹ (5,5 %)	17 613		13 438	3,52	2,69	16	12
Coût annuel des investissements	39 901		33 243	7,98	6,65	36	30

1. Le coût des intérêts sur le capital est déterminé par la formule du taux de rendement simple.

Coût réel des équipements

Outre le coût d'acquisition, d'autres éléments vont avoir un impact significatif sur le coût réel des équipements : la durée de vie, les frais d'entretien et le taux d'intérêt.

L'impact de la taille de l'entreprise

Pour des besoins de moins de 1 800 kW, la valeur des investissements requis par mètre carré de serre augmente rapidement. Les propriétaires de serres de petite taille doivent donc porter une attention particulière au niveau des investissements qu'ils auront à effectuer. Dans l'exemple du **tableau 5B**, la valeur des investissements est de 408 \$/kW pour des besoins de 1 100 kW, soit l'équivalent de 90 \$/m². Il s'agit d'un investissement très important.

Comme le montre la **figure 1**, il faut savoir que pour une même puissance de chauffe, le coût d'investissement du système peut fluctuer du simple au double et qu'en moyenne, le coût par kW de puissance est deux fois plus élevé lorsqu'on se situe dans une puissance de 250 kW comparativement à une puissance de 2 500 kW.

Les entreprises ayant de petites puissances ou utilisant un combustible dont la valeur est peu élevée (100 000 \$) auront avantage à employer des solutions plus simples sur le plan technique et requérant une intensité de capitalisation moindre (exemple : chauffage aux granules).

Les programmes d'aide financière (subventions et autres formes)

Divers organismes gouvernementaux offrent des programmes d'aide financière pour l'accompagnement, le soutien technique, l'achat et l'installation d'équipements. Il vaut la peine de s'informer vu l'impact important qu'ils peuvent avoir sur la rentabilité d'un projet de conversion à la biomasse. Le Syndicat des producteurs en serre du Québec tient à jour l'inventaire de ces programmes sur son site Internet (www.spsq.info).

4. LE SOMMAIRE DES COÛTS ET LE CALCUL DE LA RENTABILITÉ DE L'EXEMPLE

Le sommaire des coûts

Le **tableau 6** présente un résumé des coûts du chauffage à la biomasse calculés précédemment.

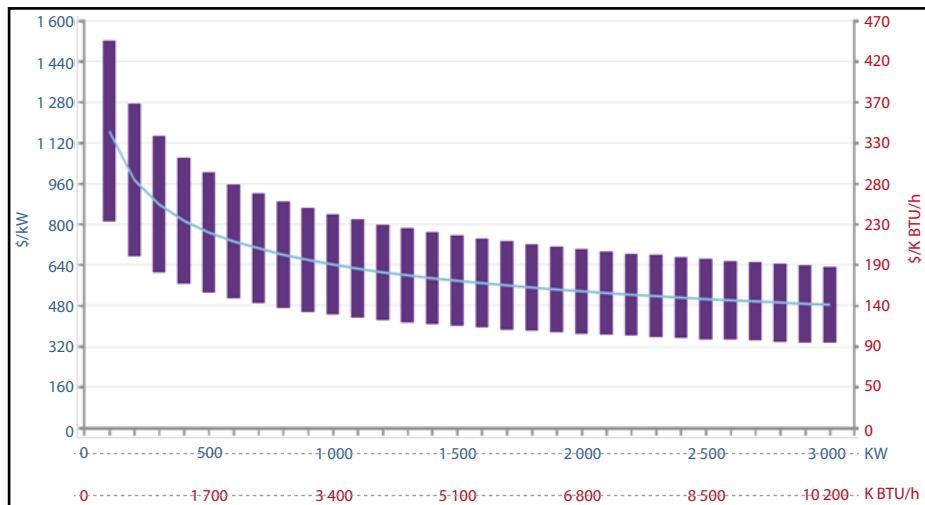


Figure 1. Coûts d'investissement pour un projet de chauffage à la biomasse humide selon la puissance installée, Royaume-Uni, 2008

Source : Carbon Trust – CTG012 : p. 62. Royaume-Uni, 2008 (44 projets)
Adaptation : CIDES inc. Les coûts sont à titre indicatif seulement. Référence n° 3

Tableau 6. Sommaire des coûts du chauffage à la biomasse de l'exemple (avec subvention)

Coût	(\$/an)	(\$/an/m ²)	(%)
Dépenses annuelles pour le combustible	69 375	13,88	57,3
Frais de fonctionnement	18 550	3,71	15,3
Amortissement	19 805	3,96	16,3
Coût du capital (intérêts) ¹	13 438	2,69	11,1
Total des coûts	121 168	24,23	100,0
Coût réel par kWh net de chauffe	0,064	\$/kWh	

1. Intérêts sur 100 % du capital, amorti sur la période de vie utile de 20 ans et à un taux de 5,5 %.

L'évaluation de la rentabilité

Le **tableau 7** présente une évaluation de la rentabilité par le gain net sur les coûts de chauffage de la conversion à la biomasse de l'exemple présenté dans cette fiche. Elle est calculée par la différence entre le coût total du chauffage à la biomasse (**Tableau 6**), et le coût du chauffage au combustible fossile (**Tableau 2**) ajouté aux frais de fonctionnement du mazout (**Tableau 4**). Le résultat indique une économie nette de 53 % sur une base annuelle.

Tableau 7. Gain net annuel sur les coûts de chauffage de l'exemple (avec subvention)

Élément	(\$/an)	(\$/an/m ²)
Dépenses pour le combustible fossile mazout	250 000	50,00
Frais de fonctionnement pour le mazout	7 842	1,57
A : Sous-total pour le combustible fossile mazout	257 842	51,57
B : Total des coûts pour le chauffage à la biomasse	121 168	24,23
Gain net annuel (\$) (A-B)	136 674	27,33
Gain net annuel (%)	53 %	

Si l'on modifie le gain net annuel en y ajoutant le coût du capital (intérêts) (136 674 + 13 438), qui était inclus dans le total des frais de chauffage à la biomasse, il est possible de calculer le **taux de rendement annuel du capital investi par le producteur**. Dans cet exemple, on obtient un taux de 33 %.

La période de récupération de l'investissement (PRI)

La période de récupération de l'investissement (ou délai de récupération) représente le temps nécessaire pour que les bénéfices prévus d'un investissement rentabilisent le coût d'investissement initial. Dans le cas du chauffage à la biomasse, ce sont les économies de combustible qui ont le plus d'impact sur le calcul de la PRI. Dans cet exemple, la PRI est rapide, soit 2,6 ans sans subvention et 2,3 ans avec subvention (**Tableau 8**).

Une telle PRI couvre bien les risques associés au marché des combustibles et à la rentabilité de l'entreprise (volumes de ventes et opérations). Compte tenu de l'importance de l'investissement et du niveau de risque, la prudence exige une PRI rapide (inférieure à 5 ans).

Tableau 8. Calcul de la période de récupération de l'investissement (PRI) de l'exemple

Élément	(\$/an)	(\$/an/m ²)
A : Économies anticipées sur le coût des combustibles	180 625	36,13
B : Différence dans les frais de fonctionnement	10 709	2,14
Économies anticipées après déduction de la différence des frais de fonctionnement (A-B = C)	169 916	33,98
Coûts totaux de l'investissement sans subvention (D)	448 741	89,75
Coûts totaux de l'investissement avec subvention (E)	398 741	79,75
PRI sans subvention (ans) (D/C)	2,6	
PRI avec subvention (ans) (E/C)	2,3	

La structure et la situation financière de l'entreprise

Étant donné l'ampleur de l'investissement initial, il faut également tenir compte du volume d'affaires de l'entreprise, de sa capacité à emprunter, du poids relatif et du niveau de dépenses reliées au chauffage de l'entreprise.

Il est donc fortement suggéré de consulter un conseiller en gestion et son institution financière pour analyser dans les détails la faisabilité financière d'un projet d'installation d'un système de chauffage à la biomasse.

CONCLUSION

L'évaluation économique de l'implantation d'un système de chauffage à la biomasse requiert du temps et la consultation de nombreuses ressources. Pour être en mesure de prendre une décision éclairée, il faut s'assurer d'obtenir l'information adéquate. Les différents risques liés à cet investissement à long terme doivent aussi être évalués. De plus, il faut examiner avec soin la tolérance aux risques de l'entreprise. Un projet de conversion à la biomasse doit donc s'inscrire dans le cadre stratégique de l'entreprise.

L'entrepreneur a tout avantage à visiter d'autres entreprises ayant installé des systèmes semblables et à consulter des experts indépendants afin de valider ses hypothèses tant sur le plan de la technique que de la gestion et des opérations.

Savoir se poser les bonnes questions et trouver les bonnes réponses, voilà ce qu'il faut pour qu'un projet d'une telle envergure, s'il est adapté à la réalité de l'entreprise, puisse se transformer en succès technique, économique et sécuritaire à long terme.

Les facteurs qui influencent la rentabilité d'un système de chauffe à la biomasse sont :

- la différence dans le coût des combustibles (biomasse comparée à combustible substitué);
- la durée de vie des équipements;
- la puissance installée du système et le coût des investissements requis;
- les ressources humaines nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du système.

RÉFÉRENCES

N°	Auteur	Titre	Référence ou lien ¹
1	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)	<i>Mise en place d'une chaufferie au bois</i>	http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?sort=1&cid=96&m=3&id=42376&ref=&nocache=yes&p1=111
2	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)	<i>Biomasse : la bonne énergie pour mes serres?</i> (document synthèse)	http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=82628&p1=30&ref=12441#
3	Carbon Trust	<i>Biomass heating: A practical guide for potential users</i>	http://www.carbontrust.com/media/31667/ctg012_biomass_heating.pdf
4	Raymond J. Albrecht	<i>Technical and Economic Sizing Considerations for Commercial and Industrial Wood-fired Boiler Systems</i>	http://heatne.com/pdfs/2012/keyPrinciples/albrecht_boiler.pdf
5	Centre d'information et de développement expérimental en serriculture (CIDES)	<i>Outil d'analyse économique d'un projet de chauffage à la biomasse (chiffrier Excel)</i>	http://www.cidesc.ca/ingenierie.html http://www.spsq.info/
6	Syndicat des producteurs en serre du Québec (SPSQ)	<i>Fiche biomasse : Démarche d'implantation d'un système de chauffage à la biomasse</i>	http://www.spsq.info/spsq_fichiers/files/fiche_demarche_biomasse.pdf
7	Syndicat des producteurs en serre du Québec (SPSQ)	<i>Fiche biomasse : L'approvisionnement en biomasse pour le chauffage en serriculture</i>	http://www.spsq.info/spsq_fichiers/files/fiche_approvisionnement_biomasse.pdf
8	Syndicat des producteurs en serre du Québec (SPSQ)	<i>Fiche biomasse : Les paramètres techniques de l'implantation d'un système de chauffage à la biomasse</i>	http://www.spsq.info/spsq_fichiers/files/fiche_parametres_techniques_biomasse.pdf
9	Massachusetts Division of Energy Resources	<i>Wood Pellet Heating Guide Book</i>	http://www.biomasscenter.org/pdfs/DOER_Pellet_Guidebook.pdf
10	Michel Lachance	<i>Biomasse forestière et bioénergie</i>	www.dgr.ca/ppt/Biomasse_forestielle_et_Bioenergie.pps
11	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs	<i>Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère</i>	http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/atmosphere/raa.htm

1. Liens fonctionnels en date du 10 août 2012.