

COLLOQUE AGRI-ÉNERGIE LE CHAUFFAGE À LA BIOMASSE

LIGNES DIRECTRICES D'IMPLANTATION, NORMES ET CONTRAINTES POUR EN ASSURER LE SUCCÈS ET LA RENTABILITÉ

Par : Jacquelin Goyette, ing.f.
Shawinigan, 25 octobre 2012



Le Groupe INFOR inc.

Ingénierie et services conseil en transformation forestière du bois,
bioénergie et en formation sur mesure



Roche Ltée, Groupe-conseil

Les principaux thèmes de la présentation

- Le contexte québécois
- La compétitivité par rapport aux sources d'énergie
- Législation et réglementation
- Lignes directrices d'implantation
- La rentabilité
- Coûts d'opération
- Positionnement des granules et des bûches de bois densifié pour le chauffage au Québec
- Conclusions et recommandations

Le contexte québécois

- Coût de l'énergie électrique parmi les plus faibles au monde
- Coût du mazout lourd et du mazout léger relativement faible
- Coût du gaz naturel très faible
- Coût de la matière première plutôt élevé (pas de récolte de biomasse à grande échelle implantée)
- Pas de subvention sur la matière première (vs USA par exemple)
- Subvention intéressante pour la conversion de systèmes de chauffage mais limitée en terme de budget total
- Sous-produits d'usine en volume très limité, sauf pour certaines régions

Législation et réglementation

- Loi sur la qualité de l'environnement
 - Pas de certificat d'autorisation environnemental requis pour des appareils de combustion d'une puissance < 3000 kW
 - Autorisation requise pour l'installation d'un système de dépoussiérage (ex.: multi-cyclones) nécessaire pour le contrôle des émissions de particules
 - Pas d'effluent liquide donc pas de traitement
- Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
 - Taux d'émission de particules doit être inférieur à 600 mg/Nm³ pour appareil existant de moins de 3000 kW et 150 mg/Nm³ pour nouvel appareil de moins de 3000 kW
 - Échantillonnage à la source (cheminée) aux 5 ans pour appareil de combustion de moins de 3000 kW

Législation et réglementation

- Les chaudières à la biomasse sont aussi soumises au **Règlement québécois sur les mécaniciens de machines fixes** concernant la surveillance à exercer selon le type et la puissance de la chaudière.

Législation et réglementation

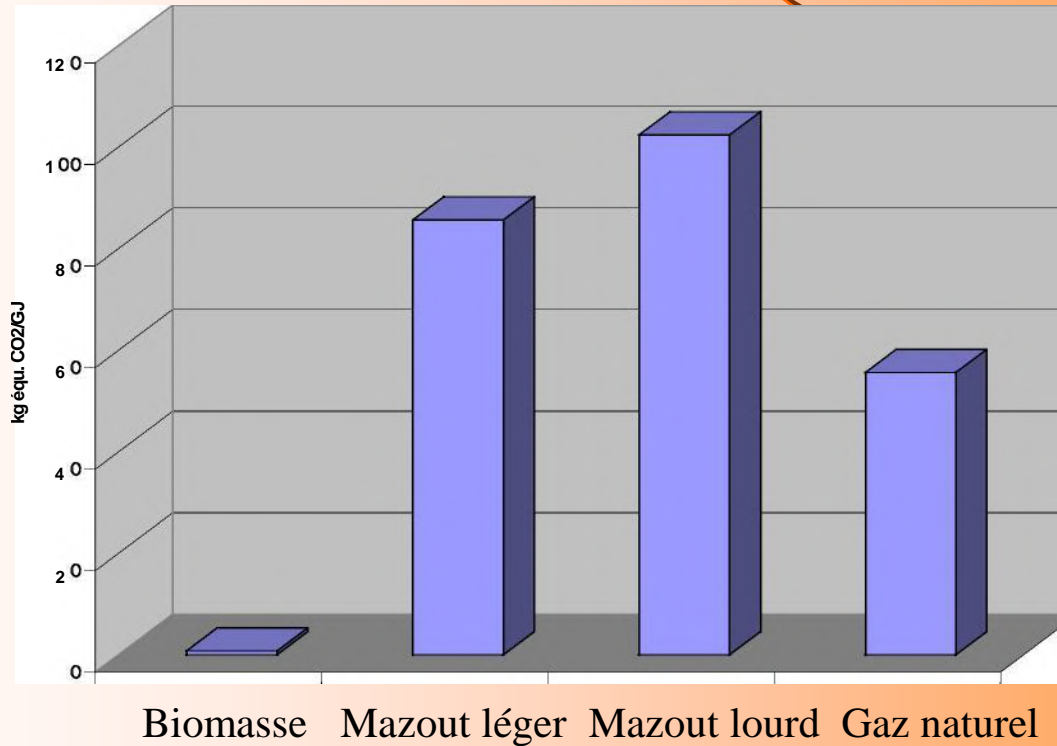
- Émission de GES

Combustible	Qté effective requise	Unité	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Émissions totales (équivalent CO ₂)	Unité	Émissions totales unitaires (kg équ. CO ₂ /GJ)
Biomasse (théorique)	98,08	kg/GJ	0	0,05	0,02	7,250	g/kg	0,7111
Granules	69,20	kg/GJ	950	0,05	0,02	957,3	g/kg	66,25
Copeaux énergétiques semi-secs	102,6	kg/GJ	950	0,05	0,02	957,3	g/kg	98,18
Copeaux énergétiques verts	129,9	kg/GJ	950	0,05	0,02	957,3	g/kg	124,3
Mazout léger (#2)	30,17	L/GJ	2 830	0,01	0,03	2840	g/L	85,66
Mazout lourd (#6)	32,89	L/GJ	3 090	0,12	0,06	3112	g/L	102,4
Gaz naturel	29,24	m ³ /GJ	1 891	0,04	0,03	1902	g/m ³	55,61

Pour la biomasse, seules les émissions de CH₄ et de N₂O sont comptabilisées

Législation et réglementation

- Émissions de GES



Facteurs à considérer lors l'implantation d'un système de chauffage à la biomasse

- **Les chaudières à la biomasse** peuvent être **automatisées à 100%**
- Le **temps de réponse aux changements de consigne** d'un système à la biomasse est **plus long (Ratio de 10/4)**
- Il n'est **pas rentable d'arrêter une chaudière** à la biomasse pour la remettre en marche par la suite. La puissance minimale augmente avec le taux d'humidité du combustible (environ 40% de feu de maintien à 50% d'humidité), et n'est jamais inférieure à 30% de la capacité de la chaudière (avec des granules).
- L'utilisation de la biomasse jumelée à l'électricité en période hors pointe dans un système biénergie n'est pas simple.
- La **conversion d'une chaudière au mazout ou au gaz naturel** vers la biomasse est possible mais **pas idéale**, puisque sa capacité est diminuée d'environ 30%.
- Les chaudières à la biomasse possèdent aujourd'hui des **efficacités comparables** à celles au mazout.

Facteurs à considérer lors l'implantation d'un système de chauffage à la biomasse

- L'opération d'une chaudière à la biomasse est similaire à celle au mazout, si ce n'est qu'elle requiert une **plus grande réserve de combustible** étant donné sa capacité calorifique plus faible et que le bac à cendres doit être vidangé périodiquement
- **Le rendement d'une chaudière à la biomasse varie avec l'humidité** du combustible, soit de 70% avec 50% d'humidité (biomasse verte) à 85% avec 10% d'humidité (granules).
- L'utilisation de la farine de bois: quelques commentaires

QUANTITÉS EFFECTIVES REQUISES PAR COMBUSTIBLE

Quantité de combustible

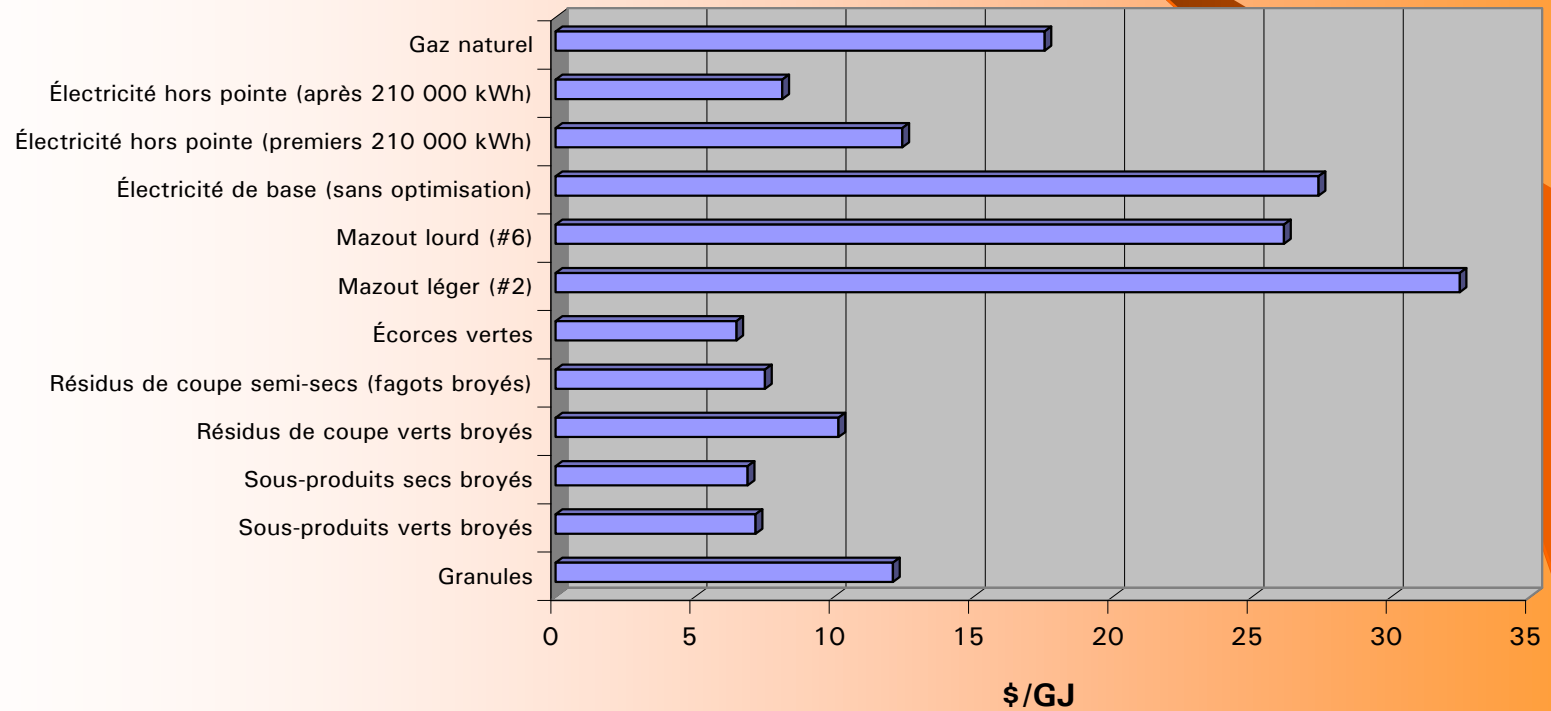
Combustible	Humidité	Capacité calorifique	Unité	Efficacité chaudière	Qté effective requise	Unité
Biomasse						
Granules	8%	17	MJ/kg	85%	69,20	kg/GJ
Sous-produits verts	30%	13	MJ/kg	75%	102,6	kg/GJ
Sous-produits secs	20%	14,5	MJ/kg	80%	86,2	kg/GJ
Résidus de coupe verts	50%	11	MJ/kg	70%	129,9	kg/GJ
Résidus de coupe semi-secs	30%	13	MJ/kg	75%	102,6	kg/GJ
Mazout léger (#2)	N/a	39	MJ/L	85%	30,17	L/GJ
Mazout lourd (#6)	N/a	38	MJ/L	80%	32,89	L/GJ
Gaz naturel	N/a	38	MJ/m ³	90%	29,24	m ³ /GJ

ÉTUDE DE CAS ET ANALYSE FINANCIÈRE

- ❑ L'objectif de l'analyse financière est de :
 - **Comparer le prix des différents combustibles sur une base unitaire**
 - **Déterminer la période de recouvrement (payback)** pour le remplacement des chaudières existantes des 3 bâtiments types par un système à la biomasse
- ❑ Les variables considérées sont :
 - Capacité calorifique des combustibles (selon l'humidité pour la biomasse)
 - Efficacité des chaudières selon le combustible
 - Prix livrés des combustibles

ÉTUDE DE CAS ET ANALYSE FINANCIÈRE

Prix effectif unitaire par combustible



ÉTUDE DE CAS ET ANALYSE FINANCIÈRE

- ❑ Les autres variables considérées sont :
 - Puissance de chaudière requise
 - Investissement net (incluant subventions gouvernementales)
 - Coûts annuels de chauffage avec combustible actuel et biomasse
- ❑ La bonne pratique est de **fixer la capacité des nouvelles chaudières à la biomasse à environ 60% de celle des chaudières remplacées**, afin de permettre une utilisation optimale pendant une plus longue période de l'année dû au feu de maintien.
- ❑ Environ 20% du chauffage demeurera réalisé par l'entremise du combustible actuel lors de la charge de pointe en hiver.

ÉTUDE DE CAS ET ANALYSE FINANCIÈRE

Bâtiment type	Cégep de St-Félicien (Lac St-Jean)	École secondaire de Fort-Coulonge (Outaouais)	École primaire et mairie de St-Elzéar (Gaspésie)	
Année de construction	1971	1971	1950	1962
Heures d'utilisation	7 jours sur 7, 7h à 23h	Lundi au vendredi, 8h à 22h	Lundi au vendredi, 8h à 17h	Lundi au vendredi, 8h à 20h
Superficie totale / Nombre d'étages	18 500 m ² / 3	9600 m ² / 3	1500 m ² / 3	800 m ² / 2
Équipement principal de chauffage	Chaudière de 1500 kW au gaz naturel (1994)	Chaudière de 800 kW au mazout léger (1971)	Chaudière au mazout léger	Chaudière au mazout léger
Consommation annuelle d'énergie	4500 GJ	3600 GJ	500 GJ	500 GJ
Biomasse requise (chaudière neuve)	310-585 t/an	250-470 t/an	70-130 t/an	

ÉTUDE DE CAS ET ANALYSE FINANCIÈRE

Bâtiment typique 1 : Cégep de St-Félicien

Type de biomasse	Puissance de chaudière requise (kW)	Investissement net	Énergie annuelle consommée (GJ)	Coût de chauffage annuel avec énergie actuelle (gaz naturel)	Volume de biomasse requis (tma)	Coût de chauffage annuel avec biomasse	Économie réalisée	Période de recouvrement (ans)
Granules	880	351 150 \$	4500	88 880 \$	249	61 375 \$	27 506 \$	12.8
Résidus de coupe verts					468	54 337 \$	34 543 \$	10.2
Résidus de coupe semi-secs					369	44 841 \$	44 040 \$	8.0

ÉTUDE DE CAS ET ANALYSE FINANCIÈRE

Bâtiment typique 2 : École secondaire de Fort-Coulonge

Type de biomasse	Puissance de chaudière requise (kW)	Investissement net	Énergie annuelle consommée (GJ)	Coût de chauffage annuel avec énergie actuelle (mazout #2)	Volume de biomasse requis (tma)	Coût de chauffage annuel avec biomasse	Économie réalisée	Période de recouvrement (ans)
Granules	480	240 334 \$	3600	141 890 \$	199	63 257 \$	78 633 \$	3.06
Résidus de coupe verts					374	57 627 \$	84 263 \$	2.85
Résidus de coupe semi-secs					295	50 030 \$	91 860 \$	2.62

ÉTUDE DE CAS ET ANALYSE FINANCIÈRE

Bâtiment typique 3 : Mairie et école primaire de St-Elzéar

Type de biomasse	Puissance de chaudière requise (kW)	Investissement net	Énergie annuelle consommée (GJ)	Coût de chauffage annuel avec énergie actuelle (mazout #2)	Volume de biomasse requis (tma)	Coût de chauffage annuel avec biomasse	Économie réalisée	Période de recouvrement (ans)
Granules	110	197 885 \$	1000	45 983 \$	55	18 885 \$	27 098 \$	7.30
Résidus de coupe verts					104	17 321 \$	28 662 \$	6.90
Résidus de coupe semi-secs					82	15 211 \$	30 772 \$	6.43

Étude de cas et analyse financière (avec nouvelles normes de subvention)

Bâtiment	Coût de chauffage annuel avec combustible actuel	Puissance de chaudière à la biomasse requise (kW)	Combustible actuel	Énergie annuelle consommée (GJ)	Efficacité chaudière actuelle	Investissement	
						Brut	Net
Presbytère	14 131 \$	175	Mazout léger	410	80%		
Église	5 719 \$		Électricité	451	100%	287147 \$	138514 \$
Église	12 813 \$		Mazout léger	314	80%		

Efficacité chaudière biomasse	Volume de biomasse requise (tmv)	Coût unitaire biomasse (\$/tmv)	Coût de chauffage annuel avec biomasse	Économie annuelle réalisée	Période de recouvrement (ans)	Subvention requise pour baisser la période de recouvrement à 4 ans
75%	113	93,80\$	12 522 \$	20 201 \$	6.8	189 342 \$

La période de recouvrement serait de l'ordre de 12 ans avec les anciens critères

Paramètres à considérer pour optimiser le prix de revient

➤ Sélection de la matière première:

- Favoriser la coupe intégrée
- Favoriser celle dont le type d'opération maximise le volume à la jetée
 - Surtout si on utilise des branches et houppiers
- Utilisation des branches et houppiers seulement si on a un volume important avec concentration et une distance de transport très faible
- Mise en copeaux en forêt seulement si on a un volume important et à une faible distance de transport

➤ Traitement, conditionnement et entreposage de la matière première

- Idéalement utiliser la cour (avec les équipements et la main-d'œuvre) d'une usine existante et opérationnelle : intégration des opérations = économie et meilleur contrôle
- Considérer les risques de contamination de la biomasse
- Mettre en place un système de contrôle du niveau d'humidité : requiert un inventaire d'au minimum de 3 à 6 mois (avec empilement élevé) et l'utilisation de bâches respirantes ou d'un entrepôt (rentabilité non démontrée au Québec)
- Le pesage

➤ Planifier une réserve suffisamment élevée au site d'utilisation (limiter la fréquence de livraison en raison des coûts inhérents)

Paramètres à considérer pour optimiser le prix de revient

- **Sélection des bâtiments, favoriser généralement ceux :**
 - Chauffés au mazout
 - Dont la chaufferie est âgée (mais capable d'assurer la redondance)
 - Qui pourraient être chauffés en réseau
- **Évaluation de la capacité de la chaufferie**
 - Ne pas se fier uniquement à la consommation énergétique historique
 - Risque de surévaluer la capacité requise de la nouvelle chaudière
 - Donc nécessité d'analyser les plans architecturaux du bâtiment (isolation, fenestration, etc.), l'évolution dans l'usage du bâtiment, etc. et de refaire une évaluation de la charge thermique
 - Ne pas se fier uniquement aux fabricants d'équipements : réaliser une évaluation indépendante et neutre puis demander des soumissions avec des spécifications techniques précises
 - Faire une analyse financière comparative entre différentes options : une chaudière ou deux, de dimensions semblables ou non, de façon à optimiser le rendement de chaque source d'énergie et l'économie allant de pair

Quelques éléments de coût à considérer

❑ Production de biomasse

- Achat ou location des équipements de production (volume requis)
- Achat ou location de terrain (conditionnement et entreposage)
- Entrepôt ou bâches
- Abris du broyeur
- Broyeur au diesel sauf si volume très élevé
- Contrôle du broyeur par l'opérateur de la chargeuse
- Convoyeur et/ou souffleur éventuels
- Rampes de chargement
- Fonds de roulement pour les inventaires
- Système de contrôle et main-d'œuvre (livraison, humidité, etc.)
- Déneigement
- Pesage
- Électricité

❑ Chaufferie

- Aménagement du site
- Fourniture et installation de la chaudière (incluant réserve)
- Installation mécanique et électrique
- Tuyauterie et vannes pour raccordement au réseau existant
- Contingences (10%)
- Ingénierie et gestion de projet (15%)
- Assurances
- Frais d'entretien additionnels

CONCLUSIONS

- Il y a un **approvisionnement plus que suffisant** en résidus forestiers dans toutes les régions du Québec, et les **prix livrés de certaines catégories d'approvisionnement en biomasse sont intéressants**.
- **Considérant les faibles volumes requis**, il n'est pas envisageable qu'un fournisseur se lance en affaires sur la base d'un seul projet de chauffage institutionnel : il doit s'agir d'un entrepreneur forestier recueillant la biomasse avec des équipements existants ou loués, d'une **récolte intégrée** avec un producteur de granules ou de sous-produits d'usine.
- Les **technologies** des chaudières à la biomasse **sont bien maîtrisées** et sont comparables en plusieurs points à celles des combustibles traditionnels.
- Par contre, **l'opération des chaudières à la biomasse présente quelques inconvénients** par rapport aux combustibles traditionnels, dont l'utilisation en mode biénergie.

CONCLUSIONS

- **Seul un certificat d'autorisation environnemental du système de dépoussiérage est requis** pour l'utilisation d'une chaudière à la biomasse.
- **La biomasse présente un net avantage** par rapport aux combustibles fossiles **quant aux émissions de GES.**
- **Les incitatifs gouvernementaux** pour la conversion du secteur institutionnel à la biomasse **sont devenus intéressants depuis l'abandon de la clause des 40 \$/tonnes de GES sauvés.**
- **La conversion de chaufferies vers la biomasse forestière démontre une rentabilité intéressante, surtout à grande échelle et avec une « conjoncture d'investissement favorable »** (par exemple : vieille chaudière au mazout à remplacer).
- **L'électricité (surtout hors pointe) et le gaz naturel (lorsque disponible) sont plus que concurrentiels avec la biomasse.**

CONCLUSIONS

- À moins que la matière première ne soit très dispendieuse ou encore qu'on veuille remplacer l'électricité ou le gaz naturel, les économies annuelles sont généralement substantielles quoique le retour sur l'investissement ne soit pas obligatoirement inférieur à 7 ans comme pour un investissement industriel
- Le chauffage en réseau mérite d'être considéré si les bâtiments sont à des distances et avec un niveau de consommation raisonnables

QUESTIONS ET DISCUSSION



Roche Ltée, Groupe-conseil

1389, ave. Galilée, bureau 220
Québec (Québec) G1P 4G4
Tél.: 418-682-8220
Courriel : sylvain.boucher@roche.ca



Le Groupe INFOR inc.

Ingénierie forestière et services conseil
en transformation forestière du bois , bioénergie et
formation sur mesure

106-2753 Chemin Sainte-Foy, Québec (Québec)
G1V4S3
Tél. 418-651-0145 Courriel:
goyette.infor@videotron.ca