

FICHE # 1A : SYSTÈMES DE PRODUCTION DE CHALEUR EFFICACES (maintien d'une même source énergétique)

À retenir

- Réduire ses besoins énergétiques avant d'entreprendre toute démarche de changement de système de génération de chaleur
- Évaluer adéquatement ses besoins énergétiques
- Sélectionner un système de génération de chaleur de puissance appropriée afin d'opérer à un taux de charge optimal
- Entretien ses systèmes de génération de chaleur régulièrement
- Envisager la possibilité d'utiliser un réservoir d'hydroaccumulation

Description

Les systèmes de génération de chaleur en serriculture sont diversifiés, autant du point de vue de l'approvisionnement en combustible que de la puissance de l'équipement. La superficie à chauffer, la durée de la période d'utilisation ainsi que le mode de distribution de chaleur influencent le choix final d'un système. Le tableau 1.1 présente d'ailleurs diverses caractéristiques des systèmes de génération et de distribution de chaleur.

Tableau 1.1 : Caractéristiques des systèmes de génération de chaleur (inspiré de la Fiche d'information #1 de la Boîte à outils des serriculteurs, 2008)¹

	Production		Superficie			Rendement du système	Maintenance du système	Coûts d'investissements	Coûts d'opération
	Saisonnière	Annuelle	< 1000 m ²	1001 à 2500 m ²	2501 m ² à 1 hectare				
Mazout #2	x	x	x	x		70 à 85 %	Faible	Moyens	Moyens
Gaz naturel	x	x	x	x	x	75 à 95 %	Très faible	Moyens	Moyens
Propane	x	x	x	x	x	80 à 92 %	Très faible	Moyens	Moyens
Électricité	x	x	x	x		99 %	Très faible	Moyens	Élevés
Biomasse		x			x	60 à 85 %	Complexe	Élevés	Faibles

¹ SPSQ (2008). Fiche d'information #1 — Les systèmes de chauffage. Agri-réseau, section Cultures abritées. Repéré à <https://www.agrireseau.net/documents/70447/les-systemes-de-chauffage-fiche-d-information-1?r=bo%C3%AEte+outils+serriculteur>

Démarche

Avant d'investir dans tout projet de changement de système de génération de chaleur, il importe de suivre les étapes suivantes :

- Dresser le profil énergétique du complexe serricole;
- Réduire au minimum la charge énergétique nécessaire par l'implantation de mesures d'efficacité énergétique concernant l'enveloppe du bâtiment. (Voir Fiche d'information 1 – Les systèmes de chauffage réalisée par le CIDES, 2008);
- Réévaluer le profil énergétique en fonction des mesures implantées;
- Déterminer la taille, ou la puissance de la chaudière à acheter;
 - Lors du changement de chaudière, il importe également de regarder le rendement de la nouvelle chaudière. En effet, c'est le rendement de combustion d'une chaudière qui permet d'estimer la capacité d'une chaudière à transformer toute l'énergie contenue dans un combustible en chaleur utile.
« Un rendement de 90 % signifie que 10 % de l'énergie contenue dans le combustible est perdue "inutilement" sous forme de chaleur et d'imbrûlés dans les fumées. [...] Une perte de 1 % du rendement de combustion correspond à une augmentation de la consommation d'énergie d'environ 1 %. Les pertes de rendement proviennent principalement de l'âge de la chaudière, d'un brûleur inadapté, d'un mauvais réglage du brûleur, d'un encrassement de la chaudière. »²
 - Une analyse approfondie du profil énergétique permettra aussi l'optimisation du taux de charge de la chaudière. En effet, l'opération d'une chaudière devrait toujours être réalisée près de la pleine capacité puisque le rendement d'opération d'une chaudière diminue avec son taux de charge. Ce phénomène s'avère d'ailleurs plus prononcé dans le cas des chaudières à la biomasse³.
- Prévoir un système d'appoint si nécessaire;
- Sélectionner le système de distribution de chaleur (eau chaude ou air chaud) selon la culture, si applicable
 - Privilégier une distribution de chaleur le plus près des plants possible

Tout projet de changement de système de génération de chaleur devrait également intégrer les principes du "commissioning". « Le commissioning [...], est un processus intensif d'assurance de la qualité. Il s'étend

² Bruxelles Environnement (2008). Choisir une nouvelle chaudière. Bruxelles Environnement, section Document en environnement. Repéré à http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF%20Energie%20CH01%20part%20FR

³ Dion, L.M. (2012) Les chaudières à la biomasse. Repéré sur Agri-réseau, section Culture abritée. Repéré à <https://www.agrireseau.net/references/32/agri-%C3%A9nergie/5%20colloque%20agri-nergie%202012%20-%20chaudires%20biomasse%20v23-10-12.pdf>

sur toute la durée des étapes de la programmation, la conception, la construction et la mise en service, y compris la première année de service. Il aide à garantir que le rendement du [système] répond aux attentes du propriétaire en termes de fonctionnement (consommation d'énergie, d'eau, etc.) et de la qualité de son environnement intérieur.⁴». De plus, il faut s'assurer de bien calibrer le système de distribution de chaleur.

Évidemment, en tout dernier lieu, l'entretien de la chaudière revêt une importance particulière puisque l'encrassement, les fuites ou encore les mauvais ajustements de débit peuvent réduire de manière significative le rendement.⁵

Sources énergétiques concernées

Les systèmes de génération de chaleur concernent les sources énergétiques suivantes : mazout #2, propane, gaz naturel, huile usée, électricité et biomasse.

Amélioration de l'efficacité énergétique

Dans le cas du changement pour une chaudière de meilleure efficacité sans changement de source énergétique, les économies d'énergie découlent directement du meilleur rendement de la nouvelle chaudière versus l'ancienne. Évidemment, pour produire une même quantité de chaleur, une chaudière avec un rendement faible nécessitera plus de combustible qu'une chaudière avec un rendement plus élevé.

Le rendement maximal d'une chaudière est atteint lorsque la chaudière est en marche depuis une période assez longue pour atteindre sa température optimale. Toutefois, en situation réelle de chauffage, ce rendement est rarement atteint. On parle alors de rendement saisonnier pour décrire le rendement qui tient compte des pertes de fonctionnement normal et de la non-atteinte des conditions d'opération optimales. Ce rendement saisonnier s'exprime selon une mesure que l'on nomme l'efficacité annuelle de l'utilisation de combustible (AFUE).⁶

⁴ Ressources naturelles Canada (RNC) (2015) Processus de commissioning. Repéré à <http://www.rncan.gc.ca/energie/efficacite/batiments/commissioning/4060>

⁵ Ressources naturelles Canada (RNC) (2001). Amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes de chauffage. RNC, section Publications. Repéré à <http://www.rncan.gc.ca/sites/oeo.rncan.gc.ca/files/pdf/publications/infosource/pub/peeic/systemeschauffage.pdf>

⁶ RNC (2012) Le chauffage au gaz. RNC, section Publications. Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/rncan-nrcan/M143-2-9-2012-fra.pdf

$$\begin{aligned} & \text{Économies de combustibles anticipées} \left(\frac{L \text{ ou } m^3}{\text{an}} \right) \\ &= \text{Consommation actuelle de combustible} \left(\frac{L \text{ ou } m^3}{\text{an}} \right) \times \left(1 - \frac{AFUE \text{ de l'ancienne chaudière}}{AFUE \text{ de la nouvelle chaudière}} \right) \end{aligned}$$

La consommation actuelle de combustible se détermine évidemment par la compilation des factures énergétiques.

Programmes d'efficacité énergétique

Les programmes d'efficacité énergétique actuels octroient les aides financières de deux manières différentes : un montant fixe par équipement selon une liste d'équipements admissibles, et un montant basé sur les économies de combustibles anticipées. Dans ce dernier cas, les économies d'énergies peuvent toutefois être sujettes à une vérification après une période d'installation donnée.⁷

Réduction des émissions des gaz à effet de serre (GES)

La réduction des GES découle directement de la réduction de la quantité de combustible utilisée. Le calcul se réalise selon la formule suivante :

$$\text{Réduction des GES} \left(\frac{g \text{ de } CO_2 \text{ eq}}{\text{an}} \right) = \text{Économies de combustibles} \left(\frac{L \text{ ou } m^3}{\text{an}} \right) \times \text{Facteur d'équivalence} \left(\frac{g \text{ de } CO_2 \text{ eq}}{L \text{ ou } m^3} \right)$$

Le tableau 1.2 suivant présente d'ailleurs les facteurs d'équivalence pour différentes sources énergétiques.

Tableau 1.2 Valeur énergétique et émissions de GES de différentes sources énergétiques (tiré de : Ministère des Ressources naturelles, 2014 et Beauchemin, 2016⁸)

	Valeur énergétique			Émissions de GES
	Unité	MJ/unité	kWh/unité	Facteur d'équivalence (g CO ₂ eq/unité)
Mazout #2	L	38,5	10,7	2734,7
Gaz naturel	m ³	37,9	10,5	1889,3
Propane	L	25,3	7,0	1544,0
Électricité	kWh	3,6	1,0	0,0
Biomasse (granules – 7% humidité)	kg	19,8	5,5	1834,97
Biomasse (copeaux- 30% humidité)	kg	11,9	3,3	

⁷ Gaz Métro (2016) Guide du participant. Gaz Métro, section Affaires — Subventions. Repéré à <https://www.gazmetro.com/fr/affaires/subventions/efficacite-energetique/implantation-de-mesures-efficaces/>

⁸ Beauchemin, L. (2016) Chauffer les poulaillers à la biomasse : un atout pour la production. Repéré à http://static1.squarespace.com/static/5627eefee4b058ae4b49c572/t/5759a17e356fb0e8fcabe7cc/1465491840050/Elevage_poulets.pdf

Coûts d'investissements

Les coûts d'investissement sont difficiles à mesurer, car plusieurs facteurs influencent ce montant. L'obtention d'une soumission demeure donc essentielle et permettra d'acquérir de l'information représentative. Le tableau 1.3 présente deux exemples de coûts pour un système de chauffage à la biomasse (système de 150 kW qui chauffe un bâtiment de 800 m²)⁹ :

Tableau 1.3 Coûts associés à l'acquisition, l'exploitation et l'entretien d'un système à la biomasse

	Mazout	Copeaux de bois
Coûts d'investissement	21 000 \$	80 000 \$
Exploitation et entretien annuel	1 000 \$	8 000 \$
Combustible annuel	18 000 \$	1 700 \$

Les coûts d'investissement d'un système aux copeaux de bois sont élevés, mais les coûts en combustible sont potentiellement bas.

Coûts de fonctionnement

Un entretien annuel des fournaies de l'ordre de 100 \$ permet une économie de 300 à 400 \$ par année, soit l'équivalent d'une économie de 1 \$ à 1.50 \$/m² de surface. Il est très important de conserver la chaudière propre, car presque tous les combustibles laissent des dépôts sur les parois. Cela réduit alors le transfert de chaleur et l'efficacité de la chaudière puis la circulation de l'eau peut être restreinte; découlent donc de graves problèmes mécaniques et de fonctionnement.¹⁰

Les chaudières de grandes dimensions sont munies de système de soufflerie permettant d'éliminer l'encrassement. Par contre, ces chaudières représentent un investissement plus important. Généralement, pour nettoyer une chaudière, il est possible d'utiliser des brosses et des lances d'arrosage manuelles et/ou, tout simplement, de les nettoyer à la main une fois de temps à autre.

Période de retour sur l'investissement

Il est important de déterminer le gain économique potentiel grâce à l'efficacité énergétique de l'appareil qui sera augmentée. En effet, on s'attend à réaliser des économies de chauffage. Il faut ensuite connaître la durée de vie moyenne des nouveaux équipements et déterminer les heures qui seront nécessaires pour assurer le maintien et veiller au bon fonctionnement du système (heures mises par des employés ou par

⁹ RETScreen International (2004). [PDF] Analyse de projets de chauffage à la biomasse

¹⁰ Ressources naturelles Canada (RNC) (2001). Amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes de chauffage. RNC, section Publications. Répéré à <http://www.nrcan.gc.ca/sites/oeo.nrcan.gc.ca/files/pdf/publications/infosource/pub/peeic/systemeschauffage.pdf>

les propriétaires). Idéalement, avec l'investissement total, il ne faudrait pas que la période de récupération dépasse 4 à 5 ans pour rentabiliser l'achat du nouveau système de génération de chaleur.

Pour calculer la période de retour sur investissement, il suffit de diviser l'investissement total par les économies annuelles de chauffage moins les frais d'entretien:

$$\text{PRI (an)} = \frac{\text{Coût d'investissement (\$)}}{\text{Économies annuelles de chauffage } \left(\frac{\$}{\text{an}}\right) - \text{Frais d'entretien} \left(\frac{\$}{\text{an}}\right)}$$

Ce calcul permet d'illustrer le temps nécessaire pour rentabiliser l'investissement. L'achat du nouvel équipement permettra surtout de réaliser des économies en chauffage (charges en moins, car quantité de combustible consommée moindre). Toutefois, un tel équipement nécessitera des frais d'entretien relativement important (charges en plus), expliquant ainsi que ces derniers soient pris en compte dans le calcul.

À noter que les gains en revenu potentiel liés à la hausse de la productivité ne sont pas considérés. Par contre, cet élément pourrait réduire la PRI de sorte à rentabiliser plus rapidement l'investissement.

Annexe A — Rendements thermiques et saisonniers de différents systèmes de génération de chaleur

Tableau 1.4 Rendements saisonniers de différentes technologies de chauffage (gaz naturel, propane, mazout, électricité) (tiré de Ressources naturelles Canada, 2012¹¹)

	Technologie	Rendement saisonnier (AFUE) %
Gaz naturel	Générateur d'air chaud vétuste et chaudière datant d'environ 1970	60,0
	Générateur d'air chaud datant d'environ 1985	78 à 84
	Chaudière datant d'environ 1985	80 à 88
	Générateur d'air chaud à condensation	90 à 97
	Chaudière à condensation	89 à 97
Propane	Générateur d'air chaud et chaudière ordinaire	62
	Générateur d'air chaud à efficacité normale	79 à 85
	Chaudière à efficacité normale	82 à 90
	Générateur d'air chaud à condensation	88 à 95
	Chaudière à condensation	87 à 97
Mazout	Brûleur à tête de fonte (ancien modèle de générateur d'air chaud)	60
	Brûleur de conversion à tête de la flamme	70 à 78
	Brûleur de conversion à pression statique élevée	74 à 82
	Modèle ordinaire neuf	78 à 86
	Modèle à efficacité normale	83 à 89
	Système intégré de chauffage des pièces et de l'eau à efficacité normale	83 à 89
Électricité	Plinthes électriques	100
	Générateur d'air chaud ou chaudière électrique	100
	Thermopompe à air	CP de 1,7
	Pompe géothermique	CP de 2,6

Tableau 1.5 Rendements thermiques et saisonniers de systèmes de chauffage à la biomasse (tiré de Ressources naturelles Canada, 2012¹²)

	Technologie	Rendement thermique (%)	Rendement saisonnier (AFUE) %
Biomasse (bois)	Moyenne	70 à 80 %	Diminution du rendement thermique de 2 à 20 %
	Systèmes performants	80 à 85 %	
	Avec économiseur de cheminée	85 à 90 %	
	Avec condensateur	Plus de 90 %	

¹¹ RNC (2012) Le chauffage au gaz. RNC, section Publications. Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/rncan-nrcan/M143-2-9-2012-fra.pdf

¹² RNC (2012) Le chauffage au gaz. RNC, section Publications. Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2013/rncan-nrcan/M143-2-9-2012-fra.pdf

Fiche réalisée par :



Claudia Berger, ing, CEM (section Description, Démarche, Sources énergétiques concernées, amélioration de l'efficacité énergétique, Programmes d'efficacité énergétique, Réductions des gaz à effet de serre et Annexe)
514-966-9586 - cberger@ecllo.info



Stéphanie Brazeau, agr., Conseillère en gestion agricole (sections Coûts d'investissements, Coûts de fonctionnement et Période de retour sur l'investissement)
450-359-4761 poste 202 – stephanie.brazeau@groupeproconseil.com