

PRATIQUES DE GESTION OPTIMALES

L'ABC de l'énergie à la ferme



Canada



La Fédération
de l'agriculture
de l'Ontario **FAO**

Que sont les pratiques de gestion optimales (PGO)?

- Il s'agit de méthodes éprouvées, pratiques et peu coûteuses qui aident à préserver le sol, l'eau et les autres ressources naturelles dans les régions rurales.

Qu'est-ce que la série « Les pratiques de gestion optimales »?

- Un ensemble de publications innovatrices et primées qui présentent de nombreuses options pouvant être adaptées aux préoccupations et circonstances environnementales de chacun.
- Titres actuellement disponibles :

L'ABC de l'énergie à la ferme

L'ABC du phosphore

Bandes tampons

Drainage des terres cultivées

Élimination des animaux morts

Entreposage, manutention et application des pesticides

Épandage de biosolides d'égouts municipaux sur des terres cultivées

Établissement du couvert forestier

Gestion de l'agroforesterie et de l'habitat

Gestion de l'eau

Gestion de l'habitat du poisson et de la faune

Gestion de l'irrigation

Gestion des éléments nutritifs destinés aux cultures

Gestion des fumiers

Gestion des terres à bois

Gestion du sol

Gestion intégrée des ennemis des cultures

Lutte contre l'érosion du sol à la ferme

Pâturages riverains

Planification de la gestion des éléments nutritifs

Les puits

Réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les exploitations d'élevage

Semis direct : les secrets de la réussite

Pour savoir comment obtenir un exemplaire gratuit des fascicules PGO, consultez la dernière page de couverture.

Les Pratiques de gestion optimales : une série en trois volets

L'efficacité énergétique, l'autonomie et la production d'énergie à la ferme sont bénéfiques à l'exploitation agricole aussi bien qu'à l'environnement.

Les trois fascicules PGO suivants porteront sur l'énergie à la ferme :

- 1 *L'ABC de l'énergie à la ferme* – fascicule qui donne un aperçu des méthodes permettant aux agriculteurs et aux propriétaires fonciers en milieu rural de conserver l'énergie, d'en produire et de rendre son utilisation plus efficace;
- 2 *L'énergie verte : options comparées* – guide de référence qui aidera les agriculteurs et autres propriétaires fonciers à choisir parmi les options d'énergie verte (sources d'énergie de remplacement) qui s'offrent à eux;
- 3 *Économiser l'énergie : pratiques de gestion optimales visant la conservation et l'efficacité énergétiques à la ferme* – des explications plus détaillées sur les moyens de réduire la consommation d'énergie dans les exploitations d'élevage et dans les travaux agricoles.

Quelques mots sur le watt

Le watt est une unité de puissance qui définit l'énergie électrique. Il correspond au taux de consommation ou de production d'énergie dans un circuit électrique.

UNITÉ	SYMBOLE	DÉFINITION	EXEMPLES
watt	W	un joule par seconde	ampoules électriques
kilowatt	kW	1 000 watts	appareils de chauffage, moteurs électriques, outils, machines
mégawatt	MW	1 000 000 watts	centrales électriques
wattheure	Wh	l'énergie correspondant à l'utilisation de 1 watt durant 1 heure	une ampoule de 60 W allumée pendant 1 heure consomme 60 Wh
kilowattheure	kWh	l'énergie correspondant à l'utilisation de 1 kW durant une heure	la facture des fournisseurs d'électricité est souvent exprimée en kWh

TABLE DES MATIÈRES

1 INTRODUCTION

2 Partir du bon pied

3 AUDIT ÉNERGÉTIQUE DE LA FERME

4 Étapes de l'audit énergétique

5 PGO VISANT L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

5 Dans la maison

6 Dans les bâtiments d'élevage

8 Dans la serre

8 Dans le champ

9 SURVOL DES PGO CONCERNANT LA PRODUCTION D'ÉNERGIE À LA FERME

10 Énergie solaire

12 Énergie éolienne

14 Énergie géothermique

15 Microsystème hydroélectrique

16 Biomasse

18 Biocarburants

20 Digestion anaérobie pour la production de biogaz

INTRODUCTION

Le secteur agricole dépend de l'énergie pour une multitude d'activités comme le chauffage, l'éclairage et la ventilation des bâtiments d'élevage et des serres, les semis et les récoltes, l'électrification des clôtures, l'alimentation de l'équipement en carburant, le pompage de l'eau, son chauffage, et bien plus encore.

Derrière presque toutes les utilisations d'énergie se cachent des possibilités d'améliorer l'efficacité et de réduire les coûts. Avant de procéder à des améliorations, il faut déterminer la consommation d'énergie dans chaque partie de l'exploitation, rechercher les endroits qui promettent des hausses d'efficacité, et décider quelles solutions conviennent le mieux à la situation.

Par ailleurs, l'agriculture se prête bien à la production d'énergie verte. Pour savoir comment conserver ou produire de l'énergie, il faut d'abord connaître à fond toutes les avenues possibles – ce qu'elles impliquent, aussi bien que le pour et le contre – et identifier lesquelles sont réalisables dans l'exploitation en question.

Ce fascicule s'ouvre sur la première étape, incontournable : l'audit agricole. Travailler étroitement avec un professionnel qualifié constitue le meilleur moyen de tracer le profil énergétique actuel de l'exploitation et de découvrir où il est possible d'économiser.

On présente ensuite différentes méthodes de production d'énergie à la ferme soit : solaire, éolienne, géothermique, hydroélectrique, biomasse, biocarburants et biogaz. On met l'accent sur la production à petite échelle, en vue d'une utilisation à la ferme.

Quelle que soit l'importance de l'investissement, il est toujours préférable de consulter des professionnels de l'industrie qui soient fiables afin de faire des choix éclairés en toutes circonstances.

Ce fascicule présente des projets, réalisables à la ferme, qui visent l'efficacité énergétique et la production d'énergie.



Les rénovations dans un bâtiment d'élevage sont une bonne occasion de remplacer l'équipement désuet, comme ce ventilateur d'aération, par un appareil éconergétique.

PARTIR DU BON PIED

Une militant de la conservation de l'énergie a donné ce conseil judicieux : « Investissez votre premier dollar-énergie dans la conservation et l'efficacité. Ensuite, investissez l'argent ainsi épargné dans les énergies vertes de remplacement. »

Dans presque toutes les exploitations agricoles, il est possible d'améliorer l'efficacité énergétique ou la conservation de l'énergie. Bon nombre de ces améliorations se paient en très peu de temps, vu les économies qu'elles entraînent. Elles représentent donc un bon point de départ.

ÉTAPE 1

Effectuer une évaluation ou un audit énergétique.



ÉTAPE 2

Appliquer les recommandations de l'audit : conserver l'énergie et convertir à la technologie éconergétique, tel qu'il a été recommandé.



ÉTAPE 3

Explorer la technologie des énergies vertes et intégrer celles qui sont faisables.

Dans le jargon de l'énergie, *conservation* et *efficacité* ne sont pas des termes interchangeables.

Conservation signifie utilisation judicieuse. Par exemple, pour sécher des vêtements, il vaut mieux remplir le sèche-linge à sa pleine capacité que de sécher seulement quelques articles.

Dans l'analogie précédente, *efficacité* pourrait signifier le regroupement de tissus similaires afin d'utiliser l'énergie plus efficacement, ou encore le remplacement du sèche-linge par un appareil plus efficace qui demande moins d'énergie.

AUDIT ÉNERGÉTIQUE DE LA FERME

Un audit énergétique se compose d'interventions visant à identifier et à évaluer les possibilités de gestion de l'énergie sur l'exploitation agricole, ou dans un segment précis de l'exploitation.

Un audit devrait fournir une masse de données assez importante sur l'énergie consommée à la ferme, telles que :

- les endroits où des améliorations sont à faire;
- les mesures d'épargne potentielles;
- les éléments du système de gestion à surveiller plus étroitement;
- l'entretien et d'autres mesures préventives qui réduiront les périodes d'arrêt.

L'audit précise et compare également les améliorations des immobilisations susceptibles de réduire la consommation et/ou les coûts d'énergie, y compris le passage à d'autres sources d'énergie.

À noter que les *audits* énergétiques sont réalisés par des ingénieurs, tandis que les *évaluations* énergétiques, moins détaillées, peuvent être effectuées par des techniciens ayant reçu une formation spéciale.

Un audit ou une évaluation énergétique identifie les économies d'énergie possibles et propose des solutions de rechange.



L'audit énergétique de l'exploitation agricole aide le producteur à prendre des décisions éclairées concernant l'utilisation de l'énergie sur la ferme.



L'audit effectué par un ingénieur de profession est un rapport détaillé de tous les aspects de la consommation d'énergie, des améliorations proposées aux systèmes existants, de leurs coûts et de leur gestion.



ÉTAPES DE L'AUDIT ÉNERGÉTIQUE

Le processus en dix étapes repose sur l'étroite collaboration entre l'auditeur et l'exploitant agricole afin de dresser un portrait clair de l'utilisation de l'énergie et des possibilités d'amélioration.

1. Planification de l'audit

- s'entendre sur les segments de l'exploitation agricole et du système de gestion à inclure.

2. Classement des dossiers

- regrouper les factures et dossiers selon qu'ils se rapportent à la consommation, à l'entretien ou aux réparations.

3. Collecte de données

- déterminer les coûts et taux de consommation d'électricité, de gaz naturel, d'essence, de diesel, et d'autres sources d'énergie;
- calculer les niveaux de production pour une période précise – p. ex. quantité de grain séché, volume de lait produit, gain de poids des animaux d'élevage;
- passer toute l'exploitation en revue, en portant l'attention sur les sources et technologies énergétiques, l'isolation thermique, la ventilation, et les appareils et dispositifs énergivores – en particulier l'éclairage, le chauffage et les moteurs.

4. Analyse préliminaire (analyse comparative ou étalonnage)

- évaluer les coûts de base et les comparer avec les normes de l'industrie fournies par des auditeurs professionnels d'expérience.

5. Identification des possibilités de gestion de l'énergie

- rechercher des améliorations faciles à réaliser qui rapporteront le plus – modification des pratiques, de la répartition chronologique des travaux, des horaires, de l'entretien et des réparations;
- repérer les améliorations onéreuses, qui requièrent un audit plus poussé.

6. Réalisation d'un audit diagnostique

- mesurer l'efficacité et l'efficacité des technologies et systèmes énergétiques actuels;
- discuter des prochaines étapes.

7. Analyse des options de gestion de l'énergie

- identifier les options énergétiques sur le plan de la gestion et de la technologie;
- faire l'analyse de l'efficacité énergétique, des économies de coûts potentielles, de la pertinence des solutions proposées, des coûts, et du rendement de l'investissement.

8. Recommandations et décisions

- examiner ensemble les recommandations – souligner les changements pouvant entraîner des économies d'énergie additionnelles lorsqu'ils s'accompagnent de systèmes de surveillance et de contrôle;
- prendre des décisions.

9. Exécution du plan

- sélectionner des fournisseurs de services renommés;
- déterminer un échéancier des projets et d'autres améliorations éventuelles.

10. Suivi et ciblage des activités

- tenir un relevé des changements dans la consommation d'énergie après leur mise en application;
- faire un réglage minutieux des systèmes opérationnels afin d'augmenter les économies;
- respecter le calendrier d'entretien de l'équipement et des systèmes pour réaliser les économies prévues.



L'auditeur examine soigneusement toutes les utilisations d'énergie dans l'exploitation agricole.

PGO VISANT L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

DANS LA MAISON

L'audit énergétique constitue un bon point de départ. Il y a toujours des améliorations, si petites soient-elles, capables de réduire la facture d'énergie. Les pratiques de gestion optimales de base qui visent la conservation de l'énergie au foyer figurent ci-dessous.

Des commandes sont disponibles pour le chauffage, l'éclairage, et l'utilisation de certains appareils. Ces commandes aident à utiliser l'énergie plus efficacement et à réduire la consommation.



Des appareils éconergétiques comme ce chauffe-eau se paient rapidement grâce aux économies d'énergie.



L'éclairage éconergétique comme celui fourni par une lampe à diode électroluminescente (DEL) représente un moyen simple de commencer à économiser l'énergie au foyer.

DANS LES BÂTIMENTS D'ÉLEVAGE

Le meilleur point de départ est de comparer la consommation d'énergie à celle d'exploitations similaires – un procédé appelé *analyse comparative* ou *étalonnage* (voir l'étape 4, p. 4). L'analyse comparative permet de mettre le doigt sur les endroits précis de l'exploitation où l'on peut améliorer l'efficacité et la conservation énergétiques.

Les plus gros consommateurs d'énergie dans une exploitation d'élevage sont les appareils de chauffage et d'éclairage, et les moteurs. Envisager l'implantation des technologies illustrées ci-dessous lorsque viendra le temps de faire des améliorations.

EXPLOITATION AVICOLE

Lorsque Bill Revington et son entreprise ont construit deux nouveaux bâtiments d'élevage en 2004, ils ont décidé d'utiliser des radiateurs à infrarouge à deux paliers et, pour l'éclairage, des tubes fluorescents T-8 à intensité réglable. Ils ont aussi choisi de mettre à l'essai la double ventilation avec rideaux latéraux, qui repose sur une ventilation à la fois mécanique et naturelle. Jusqu'à présent, ils en sont très satisfaits. Ils sont conscients des économies réalisées et de l'amélioration appréciable de la qualité de l'air dans ces nouveaux bâtiments.

« Nous nous sommes concentrés surtout sur les utilisations d'énergie les plus gourmandes de notre exploitation – la ventilation, l'éclairage et le chauffage – pour réduire les coûts d'énergie » précise Bill.

« Des condamnations significatives dues à l'airsacculté étaient habituelles, étant donné que les oiseaux ont une forte tendance à accumuler des poussières dans leurs poumons, ce qui provoque une infection. Le système respiratoire de l'oiseau n'est pas bien protégé par son système immunitaire. La situation s'est grandement améliorée dans les nouveaux bâtiments munis de la double ventilation, où la qualité de l'air est bien meilleure. »



EXPLOITATION PORCINE



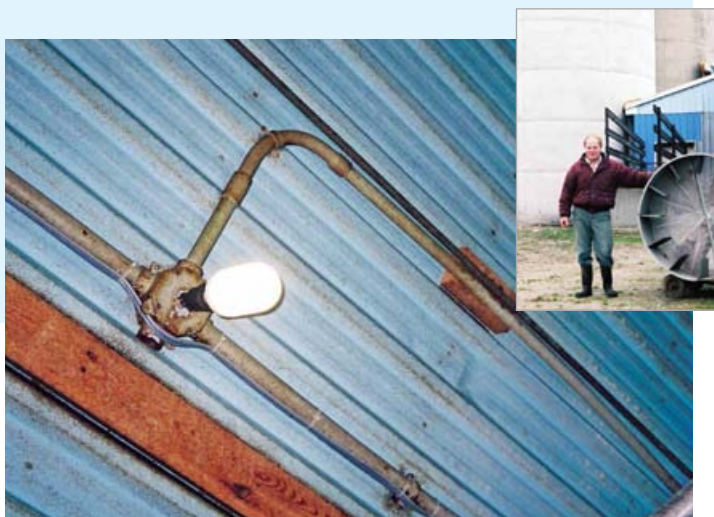
Le climat ambiant est un facteur crucial dans les porcheries-maternités : les porcelets ont besoin d'une température ambiante de 36 °C (96,8 °F), tandis que les truies sont le plus à l'aise et produisent le plus de lait à environ 18 °C (64,4 °F).

« L'objectif de notre exploitation est d'élever et de produire des animaux, fait remarquer Gerald Jantzi. Nous voulons donc leur fournir un environnement le plus confortable et le plus propre qui soit. »

Les Jantzi ont remplacé leur ancien système par des tapis chauffants électriques, lesquels requièrent à peu près la moitié moins d'énergie. Leur facture d'électricité est d'environ 4 000 \$ par mois – ils ont pu épargner quelque 10 % de ce montant, soit environ 5 000 \$ par année pour l'ensemble de l'exploitation.

EXPLOITATION LAITIÈRE

Steve Veldman est en terrain connu pour ce qui est d'économiser l'énergie, de réduire les coûts et d'accroître l'efficacité. Il embrasse la culture de la conservation énergétique et ne craint pas de modifier constamment la façon d'exploiter sa ferme laitière de 75 vaches en stabulation entravée pour cumuler les avantages conséquents. C'est pourquoi il a, par exemple, remplacé les tubes fluorescents traditionnels par des fluorescents compacts. L'éclairage est bien meilleur, et cette conversion lui permet d'épargner grosso modo 1 500 \$ chaque année.



Dans les centres de traite, les occasions d'améliorer l'efficacité énergétique ne manquent pas. Exemples : équipements munis de variateurs de vitesse, prérefroidisseurs de lait, récupérateurs de chaleur et compresseurs à spirales.

Henk et Ary Grootendorst ont construit une ferme laitière impressionnante en portant une grande attention à l'environnement dans lequel leurs vaches sont logées, et en acquérant du matériel éconergétique.

« Nous avons installé la pompe à vide à fréquence variable il y a 10 ans, lorsque nous avons bâti notre première étable. Comme elle fonctionne à seulement 30 % de sa pleine capacité, nous réalisons des économies d'énergie importantes, sans compter que sa durée de vie utile s'en trouve nécessairement prolongée », souligne Henk.

« Le plus beau dans tout ça, c'est que la pompe n'a nécessité aucune réparation au cours de ces 10 années. »

Le réseau d'alimentation en eau comprend un chauffe-eau hautement efficace. L'eau réchauffée provenant du prérefroidisseur de lait et du récupérateur de chaleur du lait est entreposée dans plusieurs réservoirs qui fournissent de l'eau préchauffée au chauffe-eau. Cette eau tiède sert aussi à abreuver les vaches, elle contribue à chauffer le plancher de la salle de traite, et elle est utilisée dans les cycles de lavage sanitaire à l'eau chaude et dans d'autres activités de nettoyage.



DANS LA SERRE

La recherche indique que 80 % de l'énergie nécessaire au chauffage d'une serre à simple vitrage est requise le soir, de sorte qu'il est très avantageux de réduire les pertes thermiques à cette période.

Un rideau isolant rabattable peut diminuer de 70 % la perte de chaleur lorsqu'il est fermé. Il existe plusieurs types de matériaux isolants; chacun présente ses avantages et ses inconvénients. Les matériaux aluminisés non poreux entraînent les plus grandes économies, soit jusqu'à 70 % en position fermée. Quant à eux, les matériaux poreux permettent d'épargner quelque 20 % lorsque les rideaux sont fermés, sans compter qu'ils procurent aussi de l'ombrage dans la serre en été et se laissent traverser par l'eau.



Dans une serre à double paroi de polyéthylène, les pertes par infiltration sont réduites mais, à moins que le film ne soit traité contre les infrarouges, le rayonnement infrarouge s'échappera de la serre.

Les films anti-condensation, traités contre les rayons infrarouges coûtent cher, mais ils peuvent abaisser de 20 % l'énergie utilisée. La période de récupération du coût additionnel à l'achat s'étend souvent sur moins d'une saison de chauffage.



DANS LE CHAMP

Pour économiser l'énergie durant les travaux dans les champs, suivre les directives des manuels de l'utilisateur et garder l'équipement en bon état.

Pour réduire la consommation des combustibles fossiles, adopter les PGO suivantes :

- ✓ évaluer le rendement du carburant;
- ✓ utiliser un tracteur d'une capacité convenant à la tâche actuelle;
- ✓ distribuer le lest selon les recommandations;
- ✓ brancher le chauffe-moteur sur une minuterie.



Le déchaumage et le semis direct réduisent le nombre de passages nécessaires dans le champ et, par le fait même, de jusqu'à 70 % la consommation de carburant par comparaison avec les systèmes de travail traditionnels.



SURVOL DES PGO CONCERNANT LA PRODUCTION D'ÉNERGIE À LA FERME

La production d'énergie verte tire profit des ressources renouvelables de l'exploitation et des systèmes de production agricoles existants pour produire de l'énergie.

Les textes réglementaires de compétence fédérale, provinciale et municipale peuvent entraîner des modifications à la conception, la construction et l'entretien des structures d'énergie verte, et à la mise en application des technologies d'énergie verte. On devrait toujours s'informer des exigences actuelles concernant les travaux projetés, auprès de professionnels de l'industrie compétents.

Les vents qui soufflent sur les campagnes de l'Ontario permettent d'actionner des turbines qui transforment cette énergie en puissance électrique.

Les digesteurs anaérobies produisent du biogaz en utilisant le fumier ou d'autres matières organiques, telles que des cultures énergétiques et des sous-produits de la transformation des aliments. Le biogaz peut ensuite se substituer au gaz naturel comme source de chaleur, d'électricité et/ou de carburant employé pour le transport.



Sur les fermes de l'Ontario, on peut produire de l'électricité au moyen de panneaux solaires (à cellules photovoltaïques), et capter la chaleur avec des murs Trombe-Michel, aussi appelés plus simplement « murs trombe ».



Les agriculteurs ontariens sont en mesure de cultiver de nouvelles cultures énergétiques, comme le panic raide, dont la biomasse produit de l'électricité par combustion, utilisable sur la ferme. Ces cultures peuvent aussi être soumises à une transformation ultérieure (p. ex. la granulation) en vue d'une utilisation à l'extérieur de la ferme.

ÉNERGIE SOLAIRE

Le rayonnement solaire est une énergie que l'on peut capter afin de fournir chaleur, eau chaude et électricité. On appelle les systèmes de chauffage solaires – qui procurent de l'air chaud ou de l'eau chaude – systèmes de *chauffage solaire à air* ou systèmes de *thermie solaire*. Quant à elle, l'électricité solaire est produite par des systèmes *photovoltaïques*.

Chauffage solaire à air – fait référence au chauffage solaire d'un bâtiment soit passivement (grâce aux déplacements naturels de l'air), soit activement (au moyen de ventilateurs et d'un système de circulation). La chaleur est absorbée des rayons solaires. L'air passe au-dessus de la surface chauffée et circule dans l'espace à chauffer par convection ou au moyen de ventilateurs.

Dans un poulailler, on doit assurer un contrôle précis de la température et de la ventilation pour optimiser la santé des oiseaux et leur croissance. Une conception soignée du système de chauffage solaire saura rencontrer ce double objectif.



Thermie solaire – fait référence aux systèmes de chauffage solaires qui chauffent un fluide circulant dans un réseau de tuyaux en circuit fermé. Les tuyaux sont placés dans des coffres vitrés. La chaleur du soleil est interceptée dans le coffre par l'absorbeur (plaque noire mate) ou par des tubes disposés entre des couches de verre (capteurs à tubes sous vide). Les systèmes de chauffage à eau chaude ont recours à un fluide caloporteur qui ne gèlera pas en hiver. Ce fluide est pompé du collecteur jusqu'à un échangeur de chaleur où la chaleur du fluide est transférée à l'eau qu'on pourra utiliser dans le bâtiment.

PGOⁱ

On devrait nettoyer périodiquement les panneaux solaires pour les débarrasser des saletés accumulées, surtout vers le bas. Faire le nettoyage soigneusement pour ne pas causer de dommages. Utiliser de l'eau déminéralisée avec un équipement à faible pression.



Le capteur plan vitré est un moyen utilisé pour chauffer l'eau. L'eau ou un autre fluide circule dans un réseau de tuyaux de cuivre fixé sur une plaque noire mate, à l'intérieur d'un coffre recouvert d'une vitre.

Électricité solaire – fait référence à la conversion du rayonnement solaire en électricité grâce à des modules et cellules photovoltaïques. Les cellules photovoltaïques ont recours à deux matériaux semiconducteurs qui créent un courant électrique par l'activation solaire des électrons. Le courant électrique est utilisé en courant continu (CC) ou inversé en courant alternatif (CA) comme source d'énergie d'appoint pour l'éclairage ou l'équipement dans les bâtiments d'élevage, les ateliers ou la maison de ferme.

Les cellules photovoltaïques (PV) peuvent alimenter des appareils d'éclairage, des clôtures électriques, de petits moteurs, des ventilateurs d'aération, des ouvre-barrières, des interrupteurs de valves d'irrigation et des soigneurs automatiques.

L'énergie électrique solaire peut même permettre de déplacer des systèmes de gicleurs pour l'irrigation des cultures.

À plus grande échelle, une portion ou la totalité de l'énergie produite peut être livrée et vendue à un service public au moyen d'un raccordement au réseau. Cette vente s'effectue soit par facturation nette, soit par tarification incitative. Dans le premier cas, le service public donne au producteur des crédits équivalant au surplus livré au réseau (i.e. livraison moins sa propre consommation). Dans le second cas, le producteur est payé au kilowattheure.

Les terres exposées à une longue période d'ensoleillement annuelle se prêtent bien à l'établissement de fermes solaires, où toute une série de modules photovoltaïques intercepteraient l'énergie solaire. Idéalement, de tels systèmes seraient situés sur des terres marginales incapables d'être utilisées pour des cultures vivrières.

Les toits d'installations agricoles sont un endroit tout choisi pour les panneaux solaires, pour autant que leurs structures puissent supporter ces panneaux et toute charge supplémentaire causée par les accumulations de neige.



Les systèmes PV conviennent bien au pompage de l'eau pour abreuver le bétail dans les pâturages riverains qui ne sont pas desservis par les services d'électricité publics.

ÉNERGIE SOLAIRE

AVANTAGES

- une ressource renouvelable
- adaptée aux endroits éloignés
- réduction de la consommation d'énergie provenant du réseau
- aucune pièce mobile, sauf si on utilise un suiveur

DÉFIS

- certains systèmes (p. ex. photovoltaïque) nécessitent un investissement important
- applications limitées par la durée d'ensoleillement et l'énergie produite
- en l'absence de raccordement au réseau, l'énergie doit être stockée pour compenser le manque d'ensoleillement – accumulateurs onéreux et relativement peu efficaces

ÉNERGIE ÉOLIENNE

En plus de livrer à la terre une énergie de rayonnement directe, le soleil, en réchauffant la surface de la terre et son atmosphère, crée des différences de températures qui sont à l'origine du vent. La force du vent fait tourner les grandes pales de l'éolienne.

Dans le passé, la rotation des pales servait à moudre la farine ou à pomper de l'eau. Aujourd'hui, les pales font tourner une turbine qui actionne une génératrice produisant de l'électricité.

De vastes espaces exposés aux vents sont indispensables au fonctionnement efficace d'un tel système.

La production d'électricité au moyen de petites éoliennes se divise en deux groupes, selon leur importance :

- micro-électrification – au moyen de turbines à faible capacité (100 W à 1 kW), pour répondre aux besoins limités d'un site ou d'une maison;
- autoproduction – pouvant satisfaire les besoins énergétiques d'une exploitation agricole (1–50 kW).

Il existe plusieurs types de systèmes d'énergie éolienne :

Autonome – fournit de l'énergie provenant uniquement du vent. Dans la plupart des cas, ce type de système est relié au réseau. Quelques systèmes autonomes comprennent des accumulateurs (batteries) qui stockent l'énergie, puis la libèrent quand le vent est insuffisant.

Hybride – tire profit des technologies éolienne et photovoltaïque (PV), ce qui offre plusieurs avantages par rapport à l'une ou l'autre utilisée seule. En effet, dans la majorité des endroits, la vitesse du vent est faible en été, lorsque le soleil brille fort et longtemps. Par contre, les vents soufflent plus fort en hiver, lorsque la période d'ensoleillement est courte.

Mécanique – permet d'aérer les étangs, ou de pomper l'eau servant à l'abreuvement du bétail, à l'irrigation des cultures ou aux besoins domestiques. On estime à plus d'un million le nombre de tels systèmes en usage à travers le monde aujourd'hui, la plupart dans des exploitations agricoles.

Les systèmes d'éoliennes mini permettent la recharge de batteries capables de fournir de faibles charges électriques.

PGOⁱ

Des exigences spécifiques s'appliquent aux fondations d'une tour d'éolienne selon le type d'éolienne, sa conception, ses dimensions et les conditions édaphiques (sol) locales. *Avant de commencer* les travaux, consulter un ingénieur ou un entrepreneur afin d'établir si le sol du site choisi nécessite une fondation différente ou adaptée par rapport aux recommandations du fabricant. Il s'agit là d'une PGO essentielle.



ÉNERGIE ÉOLIENNE : APPLICATIONS À LA FERME

Depuis des générations, on utilise le vent comme source d'énergie fiable et peu dispendieuse pour le pompage de l'eau. Un système de pompage mécanique ou électrique peut s'avérer utile en milieu rural et dans les endroits éloignés pour abreuver le bétail, approvisionner une maison ou même une petite communauté.



Les éoliennes peuvent accomplir bien plus que le simple pompage d'eau dans une exploitation agricole d'aujourd'hui. Comme elles sont bien adaptées aux endroits éloignés, où une basse tension est suffisante, les génératrices actionnées par une éolienne peuvent alimenter les clôtures électriques ou l'éclairage d'une cour.



ÉNERGIE ÉOLIENNE

AVANTAGES

- une ressource renouvelable
- adaptée aux endroits éloignés
- réduction de la consommation provenant du réseau

DÉFIS

- peut représenter un investissement important
- non fonctionnelle en l'absence de vents assez forts (11–45 km/h ou 7–28 mi/h)
- entretien parfois exigeant
- les petits systèmes peuvent être bruyants
- certaines technologies défectueuses récemment

ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

L'énergie géothermique se manifeste à la surface de la terre sous forme de volcans, de geysers et de sources thermales. À faible profondeur sous la surface du sol, les variations saisonnières de la température de l'air n'ont que peu d'influence, et la chaleur interne de la terre suffit à garder la température constante durant toute l'année. Les *pompes à chaleur géothermiques* permettent d'exploiter l'énergie thermique du sol afin de chauffer et de rafraîchir les bâtiments.

Aussi appelées *thermopompes puisant l'énergie du sol* , ces systèmes tirent profit d'une température souterraine constante d'environ 10 °C (50 °F), à longueur d'année, à seulement 3 à 5 mètres (10–16,5 pi) de profondeur.

Dans un système géothermique traditionnel de maison, un fluide caloporteur est pompé dans des tuyaux enfouis dans le sol, puis recirculé dans l'habitation. Les tuyaux enfouis en circuit fermé servent d'échangeur de chaleur. En circulant dans les tuyaux, le fluide absorbe la chaleur du sol et se réchauffe.

La composante thermopompe hausse davantage la température, à un niveau utilisable. Typiquement, la thermopompe transforme chaque kWh consommé en 4 kWh de chaleur utilisable.

Cette chaleur rehaussée peut être utilisée directement par un système hydronique (plancher chauffant) ou transformée en air pulsé par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur.

En été, le fluide déplace la chaleur du bâtiment vers le sol. En hiver, l'échange de chaleur se fait en sens inverse, fournissant de l'air et de l'eau préalablement chauffés au système de chauffage du bâtiment.



Les thermopompes peuvent réduire les coûts de chauffage d'une serre.

ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

AVANTAGES

- ces systèmes énergétiques sont plus efficaces que la plupart des autres sources d'énergie verte
- la période de récupération est de 5–8 ans
- le chauffage/la climatisation et l'eau chaude sont possibles pour tous genres de bâtiments agricoles, ou la maison de ferme; utilisable avec d'autres genres de systèmes
- une thermopompe peut simultanément chauffer et refroidir différents bâtiments, p. ex. chauffer un atelier de ferme et refroidir des entrepôts de pommes de terre

DÉFIS

- coûts en immobilisations initiaux
- limitations édaphiques (sols) – profondeur de la roche-mère, pierrosité et conditions d'assèchement
- incompatibilité avec d'autres systèmes existants (p. ex. distribution de la chaleur ou chauffage de l'eau) parfois problématique dans certains projets d'améliorations

MICROSYSTÈME HYDROÉLECTRIQUE

L'hydroélectricité est produite par la conversion de l'énergie cinétique de l'eau en énergie électrique, au moyen d'une turbine.

Dans le passé, les moulins à eau ont joué des rôles essentiels dans l'Ontario rural – pour fabriquer la farine, moudre le grain, préparer les aliments pour animaux, ainsi que pour scier le bois de construction.

Les systèmes hydroélectriques sont qualifiés de gros, moyens, petits, mini et micro, en fonction de leur capacité à produire de l'électricité. (Le présent fascicule vise les systèmes de taille restreinte.)

Un **microsystème hydroélectrique** type produit moins que 100 kW.

Un **minisystème hydroélectrique** a une capacité de 100–1000 kW (1 MW).

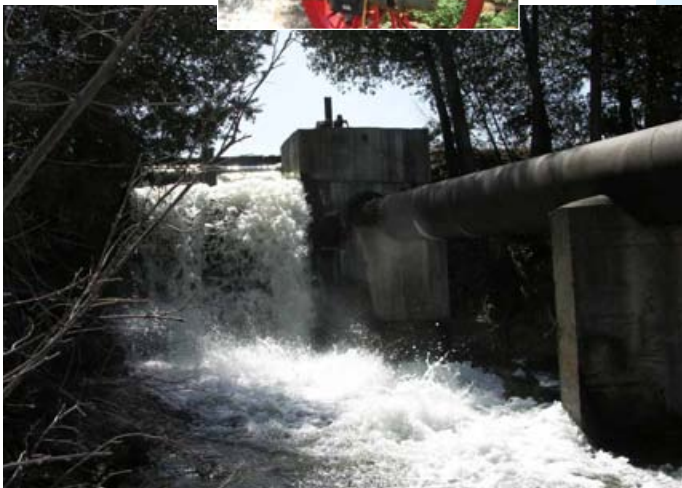
Un **petit système hydroélectrique** se définit comme ayant une capacité de 1–10 MW.

L'eau en mouvement fait tourner une turbine. La turbine actionne une génératrice et qui produit de l'électricité.



PGOⁱ

Les microsystèmes hydroélectriques nécessitent un certain entretien. Il faut, par exemple, dégager les prises d'eau et tuyaux de toute obstruction (limon, branches et végétation), une fois chaque année.



Les barrages ruraux existants peuvent être adaptés en microsystèmes hydroélectriques.

MICROSYSTÈME HYDROÉLECTRIQUE

AVANTAGES

- dépendance au réseau réduite
- accessibilité dans les endroits éloignés
- réduction de la pollution

DÉFIS

- certaines exigences concernant le site
- impossibilité d'augmenter éventuellement la capacité
- faible puissance en cas de bas niveau d'eau
- quelques répercussions environnementales – migration des poissons et de la faune
- des permis sont requis pour construire ou modifier des barrages, vu que tout changement peut affecter les utilisateurs en amont ou en aval

BIOMASSE

Les matières telles que le bois, les cultures de plein champ, le fumier de bétail et d'autres matières organiques sèches sont des exemples de biomasse, une ressource renouvelable pouvant servir de source d'énergie pour le chauffage d'une maison et la production d'électricité.

Le bois et les cultures énergétiques (p. ex. variétés de graminées indigènes) constituent de la biomasse. La combustion de biomasse dans des systèmes éconergétiques permet de produire chaleur ou électricité. Elle peut aussi être transformée en bio-huiles.



La biomasse, comme le bois de chauffage, est utilisée depuis des millénaires. Pendant sa combustion, la biomasse se transforme en dioxyde de carbone et en eau, libérant ainsi l'énergie du soleil.

De nombreux types de végétaux peuvent servir à la production d'énergie de biomasse. Deux avenues sont possibles : la culture de végétaux avec l'objectif précis de produire de l'énergie, et l'utilisation de résidus de plantes qui sont cultivées pour d'autres usages.

Graminées – des graminées de saison froide ou de saison chaude, indigènes ou introduites, s'avèrent des cultures énergétiques convenables.

Cultures céréalières – nombre d'agriculteurs ont découvert l'utilité du maïs-grain pour le chauffage des maisons à faible coût. La combustion du maïs-grain est réalisée dans des appareils conçus à cette fin.

Cultures oléagineuses – des cultures telles que le soya et le canola sont transformées pour la production d'huile (le biodiesel), et le tourteau obtenu en sous-produit est utilisé comme aliment du bétail.



Le panic raide, l'andropogon, et d'autres variétés de graminées indigènes sont récoltables pendant 10 ans ou plus avant d'être ressemés.

PGOⁱ

Récolter moins de 30 % des résidus de cultures afin de laisser de la biomasse reconstituer la matière organique du sol.

Biomasse ligneuse – des matières ligneuses provenant de la ferme servent aussi de biomasse. À titre d'exemples, mentionnons :

- le bois de chauffage – récolté et apprêté pour le chauffage de locaux;
- la biomasse ligneuse de courte rotation (p. ex. le saule) – récoltée, réduite en copeaux, et brûlée pour son énergie thermique;
- les produits de rebut issus de boisés agricoles ou de la récolte de plantations forestières (p. ex. branches, cimes d'arbres et débris ligneux de moindre qualité) – réduits en copeaux de biomasse ligneuse.



La biomasse de courte rotation peut être récoltée pour la production d'énergie.

APPLICATIONS

- le chauffage de bâtiments agricoles et de serres au bois plutôt qu'avec des combustibles fossiles très onéreux;
- la combustion de grains de moindre qualité comme moyen de chauffage;
- la combustion de biomasse renouvelable comme source d'énergie dans les grandes centrales électriques.



La biomasse ligneuse peut alimenter de grandes centrales électriques qui en tirent l'énergie par combustion.

BIOMASSE

AVANTAGES

- combustibles plus propres – moins d'émissions de gaz à effet de serre que par les combustibles fossiles
- ressource renouvelable
- utilisation non traditionnelle des terres
- occasions de diversifier l'économie des régions rurales
- les agriculteurs peuvent contribuer en produisant des cultures de biomasse partout en Ontario

DÉFIS

- coûts-avantages exigeant une gestion intensive
- coûts de renonciation – terres visant à l'alimentation des humains ou des animaux, ou à la production d'énergie
- répercussions environnementales des systèmes de culture traditionnels convertis pour la production d'énergie
- retrait d'éléments nutritifs et de matière organique des exploitations agricoles
- hausse du marché des produits cultureux susceptible d'influer sur d'autres secteurs (p. ex. bétail, alimentation)
- haute teneur en minéraux de certains types de biomasse pouvant poser problème (p. ex. scories de combustion)
- pollution atmosphérique (fumée) causée par certains brûleurs extérieurs, surtout en mode de combustion lente
- remboursement de la mise en balles et du stockage à la ferme

BIOCARBURANTS

Après le chauffage de locaux, les carburants comptent parmi les secteurs les plus énergivores. La biomasse peut être transformée en carburant utilisé pour le transport. L'éthanol et le biodiesel sont deux formes de biocarburants. L'éthanol peut se mélanger avec l'essence en vue de sa combustion dans les moteurs à essence. Le biodiesel, issu du traitement d'huiles de cultures oléagineuses, peut se mélanger avec le carburant diesel.

ÉTHANOL

L'Ontario exige que les carburants de véhicules commerciaux contiennent 5 % d'éthanol. Les mélanges contenant de l'éthanol ont une combustion plus propre. En moyenne, ils émettent 20 % moins de monoxyde de carbone que les carburants non mélangés.

L'éthanol est actuellement produit à partir du maïs ou du blé, mais des recherches se poursuivent en vue d'utiliser de la biomasse non traditionnelle (cultivée) pour produire un éthanol dit « cellulosique ».

Le gasohol est un mélange contenant 10 % d'éthanol et 90 % d'essence. Le gasohol est un carburant plus propre, qui émet en moyenne 20 % moins de monoxyde de carbone que l'essence utilisée seule. À l'heure actuelle, l'Ontario exige que les carburants de véhicules commerciaux contiennent 5 % d'éthanol.

Les mélanges éthanol-essence peuvent être utilisés dans tous les véhicules agricoles alimentés à l'essence, tels que camions, VTT et petits moteurs à combustion interne.



ÉTHANOL

AVANTAGES

- énergie renouvelable provenant des céréales
- mélange facile avec l'essence permettant sa combustion dans les moteurs classiques
- source d'énergie domestique
- production réduite de dioxyde de carbone dans les gaz d'échappement
- production moindre de MTBE, un additif des carburants reconnu pour ses propriétés cancérigènes et ses caractéristiques polluantes de l'eau

DÉFIS

- superficie requise pour la production d'éthanol
- coûts de renonciation dus à la réduction des cultures servant à l'alimentation des humains et des animaux
- dégradation des sols résultant des pratiques axées sur la culture de céréales
- hausse possible du prix des aliments pour animaux en raison du marché mondial favorisant la culture du maïs pour la production d'éthanol
- libération du cambouis présent dans les moteurs à combustion interne, susceptible d'obstruer le filtre

BIODIESEL

Le biodiesel est habituellement le résultat d'une réaction chimique entre des lipides (p. ex. huile végétale ou gras animal) et un alcool. Le produit de la réaction a des caractéristiques similaires au carburant diesel provenant du pétrole.

Le biodiesel s'utilise dans les moteurs diesel ordinaires. Il se distingue donc des huiles végétales et des huiles de rebut qui alimentent les moteurs à carburant diesel convertis.

Le biodiesel peut être utilisé dans les applications suivantes :

- comme carburant dans les moteurs diesel – camions, moissonneuses-batteuses, faucheuses-andaineuses;
- comme combustible dans les chaudières et les générateurs à air chaud (« fournaies ») conçus pour brûler du mazout, et même dans les appareils d'éclairage alimentés à l'huile;
- à l'état pur ou mélangé avec du diesel provenant du pétrole.

Les tracteurs alimentés au biodiesel produisent moins d'émissions que les tracteurs alimentés au diesel provenant du pétrole.

Les huiles de rebut issues de la transformation des aliments peuvent coûter moins cher que le diesel traditionnel, mais le marché des huiles usées devient de plus en plus concurrentiel.

Le biodiesel peut être utilisé dans la plupart des moteurs diesel de ferme. Il est habituellement mélangé avec du diesel.



On peut produire du biodiesel par la transformation de cultures oléagineuses.

BIODIESEL

AVANTAGES

- se révèle sécuritaire et facile à manipuler
- ne contient pas de soufre
- ne dégage aucune odeur
- s'utilise dans tout moteur diesel ordinaire – le mélange avec du diesel traditionnel peut contenir jusqu'à 20 % de biodiesel
- cause moins de pollution atmosphérique
- présente de meilleures propriétés lubrifiantes
- forme un mélange homogène avec le diesel traditionnel

DÉFIS

- il est risqué d'effectuer soi-même le mélange diesel-biodiesel si l'on ne maîtrise pas les techniques adéquates de manipulation des produits chimiques
- valeur énergétique de 11 % inférieure à celle du diesel provenant du pétrole, ce qui peut entraîner une perte de puissance du moteur
- le stockage prolongé peut entraîner son oxydation et sa détérioration
- son utilisation est difficile par temps froid
- trouver de nouveaux marchés ou de nouvelles utilisations s'avère problématique pour les coproduits (p. ex. tourteau et glycérine)

DIGESTION ANAÉROBIE POUR LA PRODUCTION DE BIOGAZ

La digestion anaérobie (DA) est le procédé par lequel des micro-organismes stabilisent des matières organiques par fermentation en absence d'oxygène. Le biogaz qui en résulte est utilisé comme carburant dans une génératrice produisant de l'électricité, ou comme combustible dont on tire de la chaleur. Les matières premières introduites dans un digesteur comprennent le fumier, les cultures énergétiques, et les sous-produits de la transformation des aliments destinés aux humains ou aux animaux.

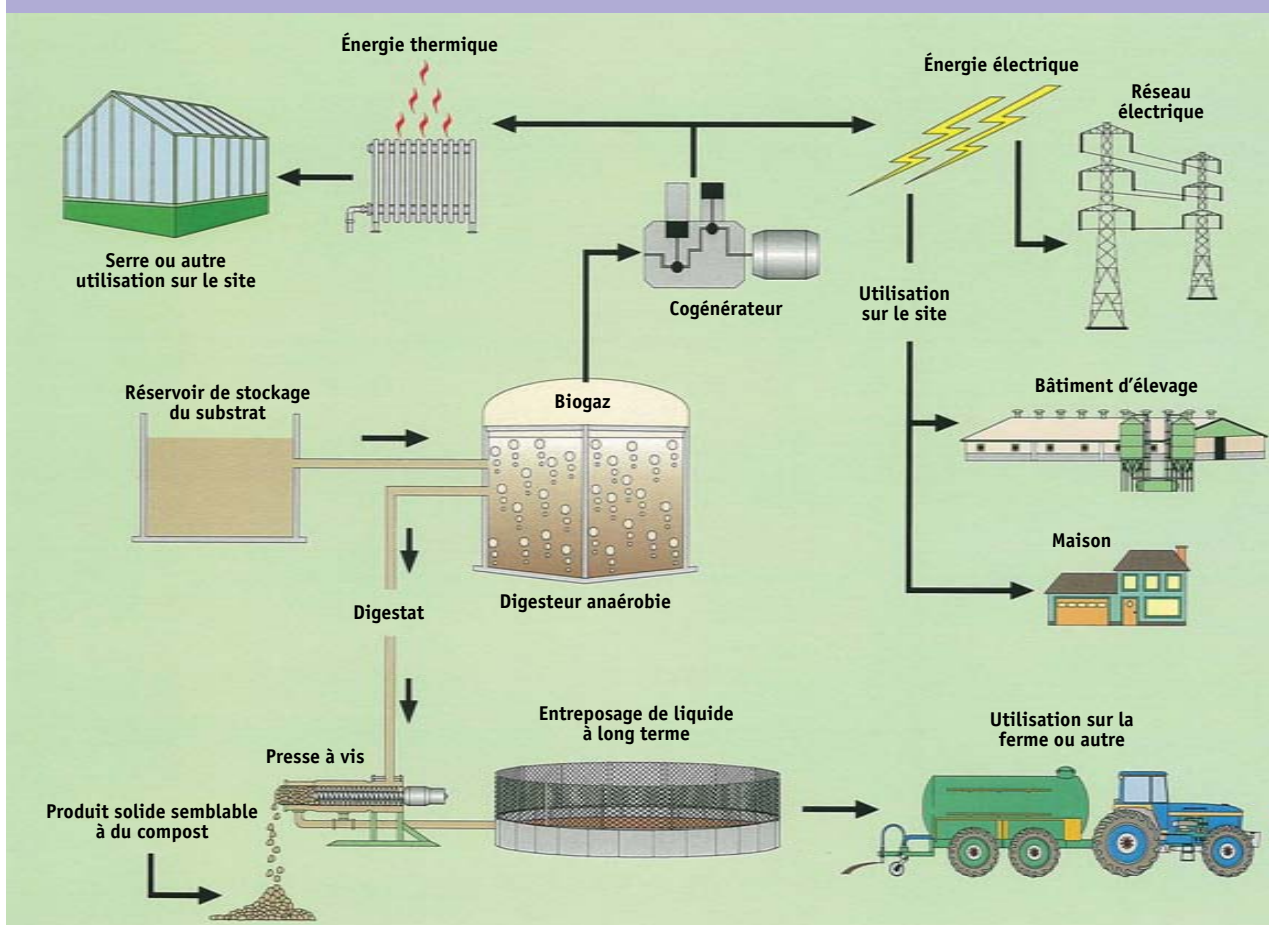
Digesteur infiniment mélangé – comme son nom l'indique, il s'agit d'un grand réservoir dans lequel le substrat frais (matières premières) est mélangé à de la biomasse déjà digérée. Ces systèmes conviennent au fumier ayant une faible teneur en matière sèche, soit 4–20 %.

De façon générale, le digesteur infiniment mélangé s'avère le plus fiable pour les conditions canadiennes.



Lorsque sont chauffés et mélangés du fumier et d'autres matières organiques (p. ex. des sous-produits de la transformation alimentaire ou de la biomasse végétale), il y a production de biogaz, lequel se compose surtout de méthane. Le méthane est recueilli puis brûlé afin de produire électricité ou chaleur, ou d'être utilisé comme carburant de remplacement.

PROCÉDÉ DE DIGESTION ANAÉROBIE



En Ontario, les systèmes qui produisent du biogaz sont habituellement conçus pour la production d'énergie renouvelable. Ils offrent aussi des améliorations sur le plan environnemental, comme la destruction d'agents pathogènes du fumier (p. ex. *E. coli*), et la réduction des odeurs de fumier.

Le biogaz est brûlé dans un cogénérateur ou une centrale de cogénération qui produit électricité et chaleur. On appelle « digestat » le produit final du procédé. Il est riche en éléments nutritifs et, par conséquent, peut servir à fertiliser les cultures.

Certains agriculteurs extraient du digestat une fibre similaire à la tourbe qu'ils utilisent comme litière pour le bétail, en remplacement de la paille, des copeaux de bois et du sable.

APPLICATIONS À LA FERME

On peut brûler le biogaz pour en tirer de la chaleur ou l'utiliser pour produire de l'électricité. On peut aussi le transformer pour obtenir du méthane à l'état presque pur, qu'on appelle *gaz naturel vert*. Il peut être transporté dans un gazoduc. Par ailleurs, le biogaz purifié, connu sous le nom de *biométhane* peut alors servir de carburant de transport.

La plupart des digesteurs anaérobies agricoles reçoivent aussi des matières premières provenant de l'extérieur de la ferme (p. ex. sous-produits de la transformation des aliments) pour hausser la production de biogaz.

Le fumier seul est relativement pauvre en énergie, mais il renferme une large fourchette de bactéries productrices de biogaz.

Le fait de mélanger le fumier avec des gras, des huiles et des graisses, ou des végétaux, non seulement accroît considérablement la production de gaz mais permet aussi d'enrichir les terres cultivables en éléments nutritifs contenus dans les sous-produits.



Gérer les matières provenant de l'extérieur de manière à réduire les odeurs émises dans l'environnement.

DIGESTION ANAÉROBIE

AVANTAGES

- réduction des odeurs
- réduction des populations pathogènes
- production d'énergie
- rétention d'éléments nutritifs servant à fertiliser le sol
- réduction des émissions de gaz à effet de serre
- cotraitement efficace de déchets de la transformation des aliments qu'il serait onéreux de faire selon d'autres méthodes

DÉFIS

- les coûts des immobilisations, de la main-d'œuvre et de l'entretien sont élevés
- elle convient davantage aux grandes exploitations
- le raccordement aux services publics est parfois problématique
- aucune baisse de la teneur en éléments nutritifs du fumier, de sorte que la même superficie est requise pour les épandages, à moins de traitement ultérieur
- les débuts sont parfois difficiles

Pour de plus amples renseignements

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION ET DES AFFAIRES RURALES DE L'ONTARIO

Le MAAARO offre maintes ressources sur des questions concernant l'énergie dans les bâtiments d'élevage, dans les cours et dans les champs.

Pour des renseignements sur l'efficacité, la conservation et la gestion énergétique, consultez la page Web http://omafra.gov.on.ca/french/engineer/con_energy.htm.

Pour des renseignements sur la production d'énergie verte, consultez la page Web <http://omafra.gov.on.ca/french/engineer/energy.html>.

Pour partir du bon pied, découvrez la Trousse d'information sur l'énergie verte à l'intention des agriculteurs, sur la page Web http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/ge_bib/welcome.htm.

Pour obtenir une réponse à toute question touchant l'agriculture, l'agroalimentaire ou les entreprises rurales, communiquez avec le Centre d'information agricole au 1 877 424-1300 ou, par courriel, à l'adresse ag.info.omafra@ontario.ca.

POUR OBTENIR DES EXEMPLAIRES DE PUBLICATIONS PGO OU DU MAAARO

Veuillez en faire la demande :

- **en ligne** à l'adresse Internet www.publications.serviceontario.ca
- **par téléphone** auprès du Centre d'information de ServiceOntario du lundi au vendredi, de 8 h 30 à 17 h 00
 - 416 326-5300
 - 416 325-3408 (ATS)
 - 1 800 668-9938, sans frais partout au Canada
 - 1 800 268-7095, ATS sans frais partout en Ontario
- **en personne** à l'un des centres de ServiceOntario répartis dans toute la province ou à n'importe quel centre de ressources du MAAARO.

AUTRES RESSOURCES

Biogas Association

<http://www.apao.ca>

HydroOne

(l'efficacité énergétique au foyer)

<http://www.hydroone.com/MyHome>

Ressources naturelles Canada,
Office de l'efficacité énergétique
(ÉnerGuide, EnergyStar)

<http://www.oee.rncan.gc.ca/accueil>

Ministère de l'Énergie de l'Ontario –
Bureau de facilitation en matière
d'énergie renouvelable (nouveaux
projets d'énergie renouvelable)
[http://www.energy.gov.on.ca/fr/
renewable-energy-facilitation-office](http://www.energy.gov.on.ca/fr/renewable-energy-facilitation-office)

Office de l'électricité de l'Ontario
(Programme microFIT)

<http://microfit.powerauthority.on.ca>

Ontario Sustainable Energy Association
(projets d'énergie communautaires)
<http://www.ontario-sea.org>

Remerciements

Le programme des Pratiques de gestion optimales est le fruit d'un partenariat entre Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires de l'Ontario (MAAARO), et la Fédération de l'agriculture de l'Ontario (FAO).

Le financement de ce fascicule a été assuré par Agriculture et Agroalimentaire Canada, et le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario.

Coordonnateurs des questions techniques, PGO – ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : H.J. Smith, Ted Taylor

Équipe de travail et rédacteurs – Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : Steve Clarke, Jake DeBruyn, Chris Duke, Ben Hawkins (président), Don Hilborn, Helmut Spieser, Ted Taylor

Coordonnateur des aspects visuels -- ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : H.J. Smith

Photographes – Agviro Inc. : Katie Gibb, Ron MacDonald; Association pour l'amélioration des sols et des récoltes de l'Ontario : Andrew Graham; Corporate Photography : Kerry Little; ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : Steve Clarke, Jake DeBruyn, Peter Roberts, H.J. Smith; Guelph University, Plant Agriculture : Andrew Gordon

Rédactrice en chef – Alison Lane

Conception graphique – Neglia Design Inc.

Graphiste – ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario : David Rouleau

Canada



La Fédération
de l'agriculture
de l'Ontario

