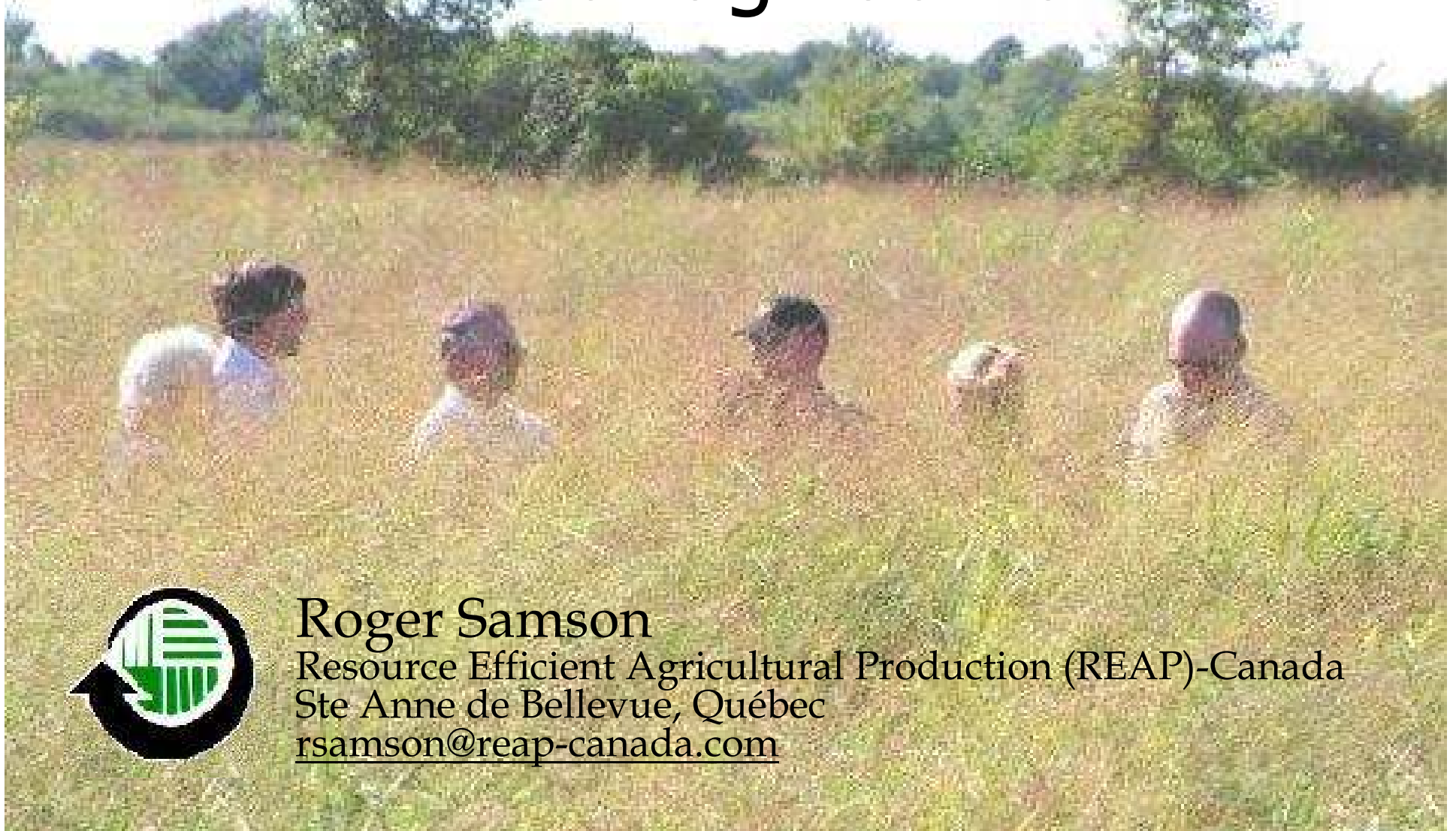


# La culture du panic érigé pour le biochauffage au Canada



**Roger Samson**

Resource Efficient Agricultural Production (REAP)-Canada

Ste Anne de Bellevue, Québec

[rsamson@reap-canada.com](mailto:rsamson@reap-canada.com)

# REAP-Canada

- **Leader dans la recherche et le développement de systèmes agricoles durables pour la production des biocombustibles et de la bioénergie dans le but de diminuer les émissions de GES**
- **17 ans de R & D sur les cultures à haut potentiel pour les biocombustibles liquides ou solides**
- **Projets de développement rural et de bioénergie**
  - ◆ **Chine**
  - ◆ **Philippines**
  - ◆ **Afrique de l'Ouest**



# **Optimiser le développement des bioénergies : question de sécurité énergétique!**

- **Afin de fournir une grande quantité d'énergie renouvelable provenant de la biomasse, nous devons**
  1. **Capter avec un maximum d'efficacité l'énergie solaire sur une plus grande surface**
  2. **Convertir cette énergie le plus efficacement possible afin d'en faire une forme d'énergie utile pour les consommateurs**



# La bioénergie suit l'émergence des systèmes agroalimentaires

- Il y a 10 000 ans, les nomades passent à la sédentarité à la suite d'un épuisement des aliments disponibles aux chasseurs-cueilleurs
- 10 000 ans plus tard, la bioénergie émerge à la suite de l'épuisement des combustibles fossiles
- Un des plus grands défis de l'humanité est de créer des systèmes de production de bioénergie économiquement et écologiquement efficaces à partir des



# Recherche sur les biocombustibles à REAP-Canada



# Comparaison des plantes C3 et C4

## Plantes d'hiver (C3)

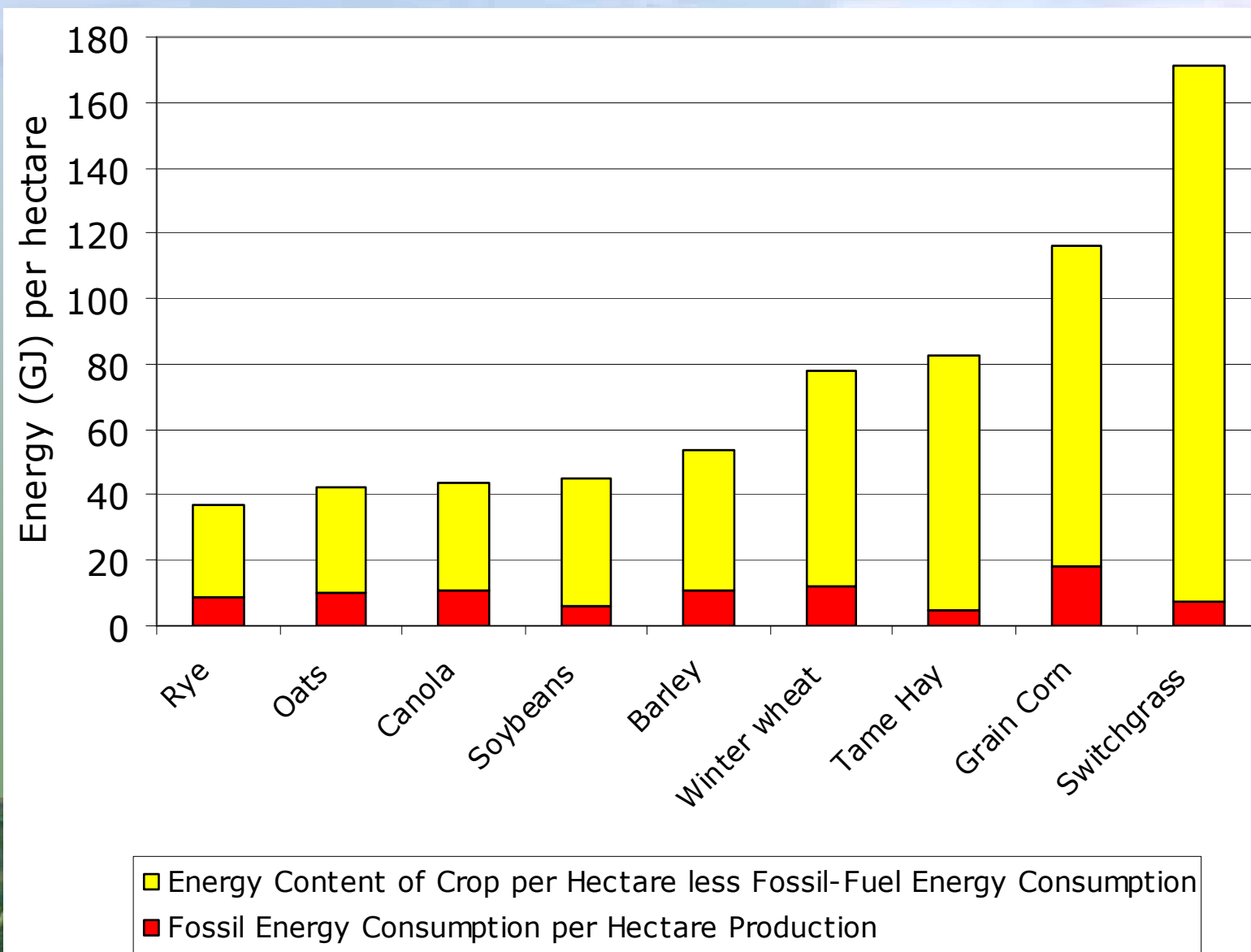
- Tolérance à refroidissement plus haut
- Utiliser le rayonnement solaire efficacement au printemps et à l'automne

## Plantes de saison chaude (C4)

- Capacité d'utilisation de l'eau plus haute (typiquement 50% ou plus)
- Peut utiliser le rayonnement solaire plus efficacement dans des conditions optimales
- Qualité de biomasse améliorée: moins de cendre et contenu énergétique et de holocellulose élevés

Réactif au réchauffement du climat

# Accumulation d'énergie solaire et demande d'énergie fossile pour des cultures ontariennes, en GJ/ha



# La thermodynamique de la conversion du panic érigé

\*

\*

\*Preliminary Estimate



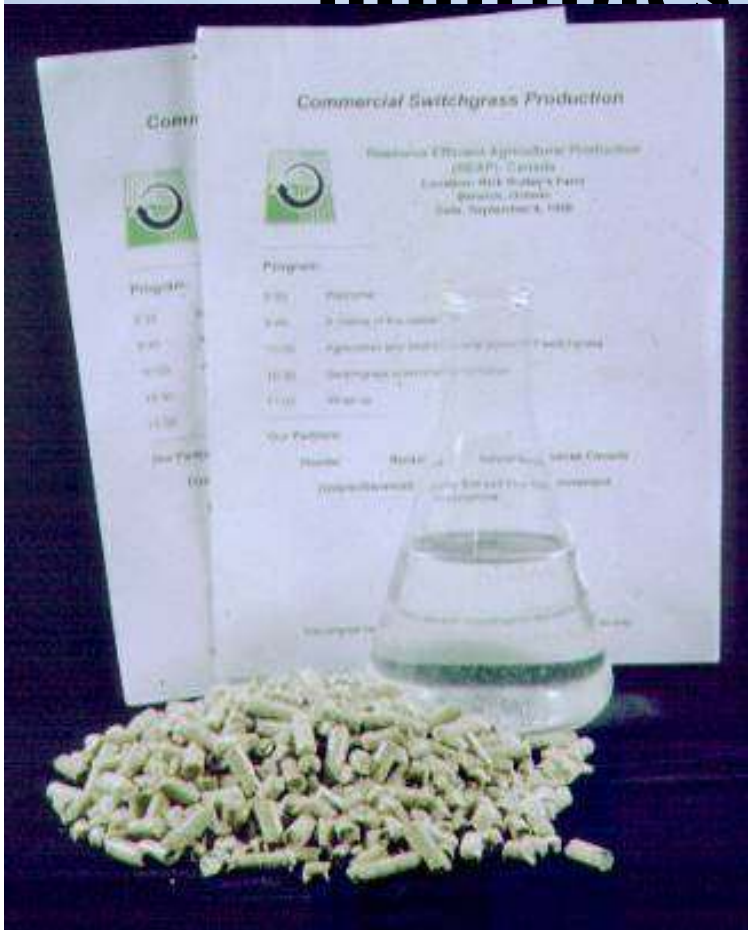


# Graminées C4

- Les graminées C4, comme le panic érigé, sont des cultures idéales pour la bioénergie
  - ◆ productivité moyenne à très élevée
  - ◆ culture vivace
  - ◆ capacité de bien utiliser l'eau et les nutriments du sol
  - ◆ faible coût de production
  - ◆ adaptables aux sols marginaux

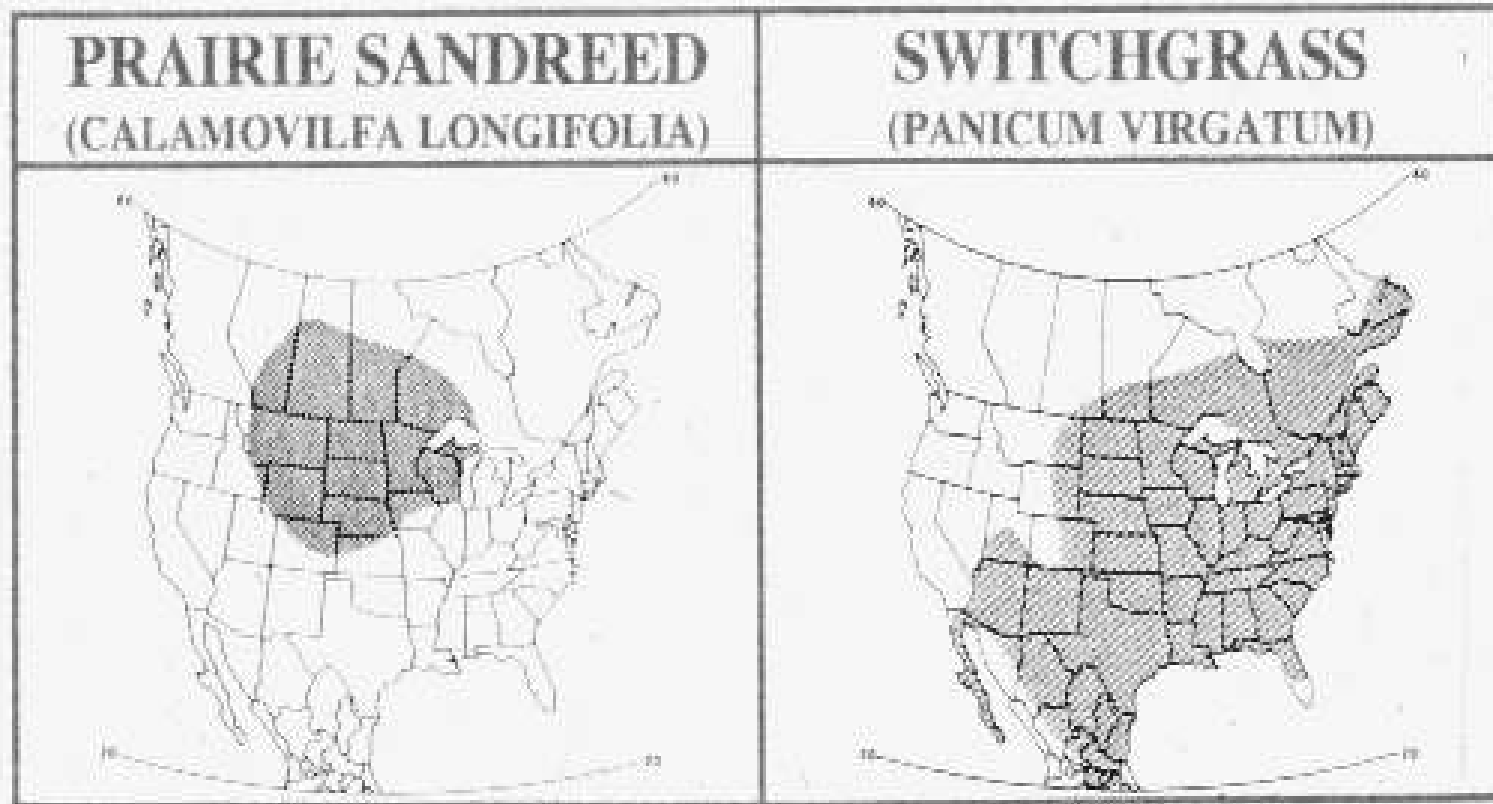


# Panic érigé : culture à usages multiples

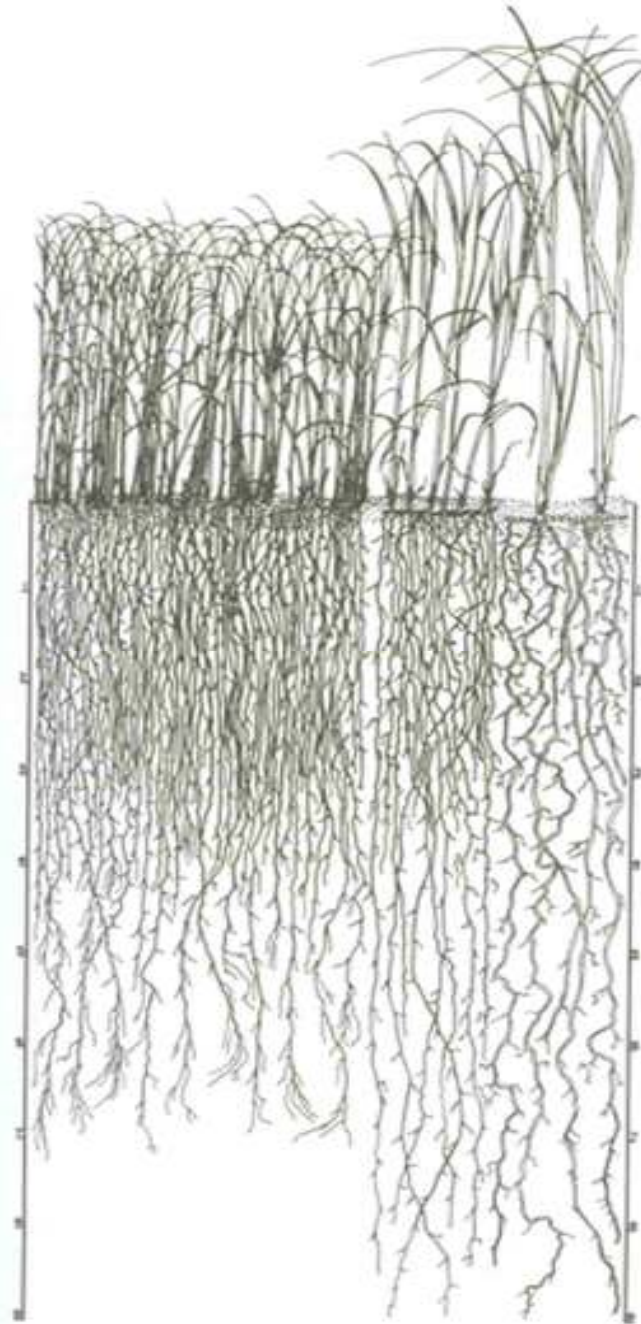


- Granules et briquettes de biocombustibles
- Biogaz
- Éthanol cellulosique
- Litière pour animaux
- Papier
- Maisons en ballots de paille

# Aire de distribution de graminées C<sub>4</sub> prometteuses pour la production d'énergie

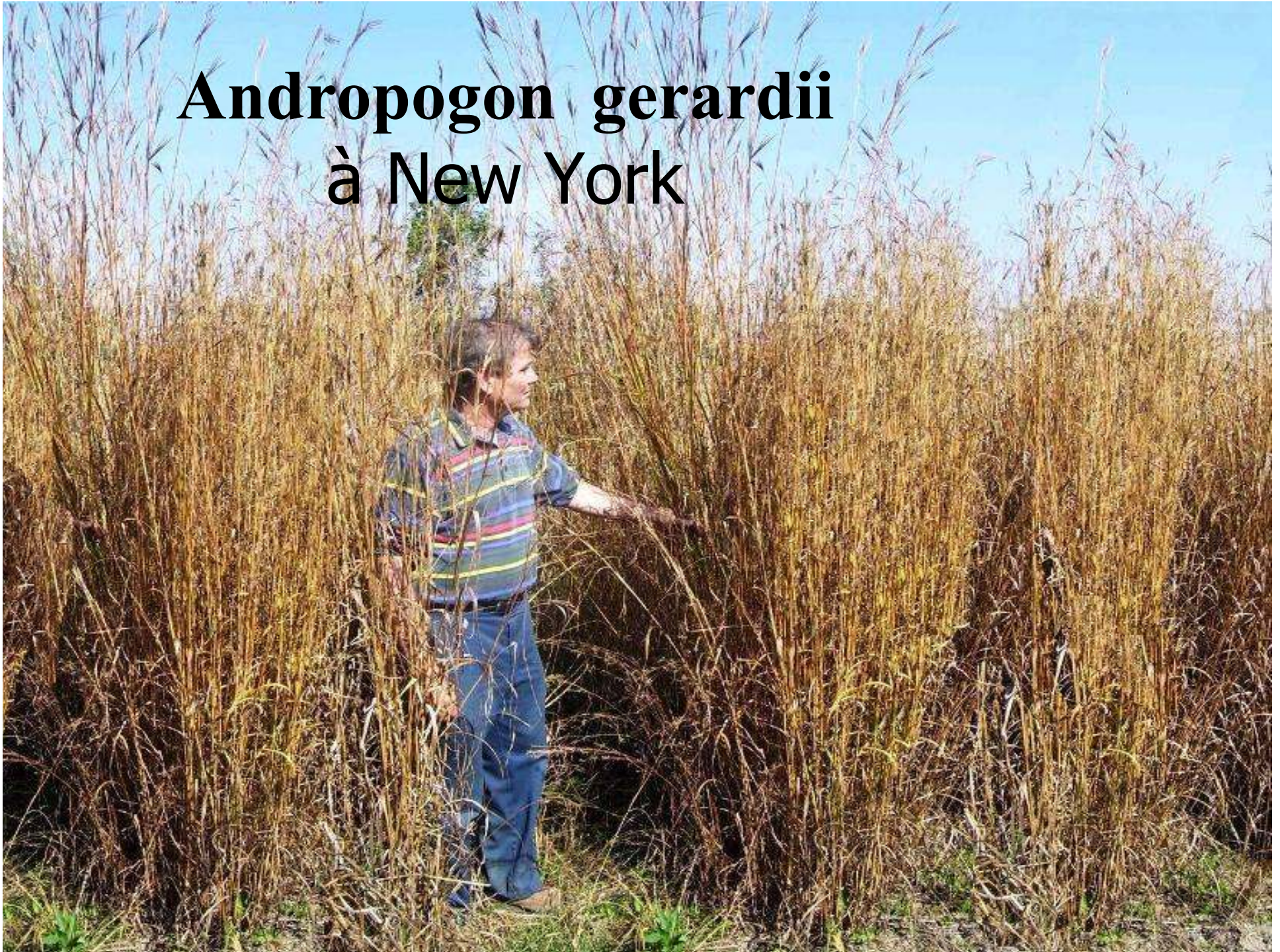








# Andropogon gerardii à New York



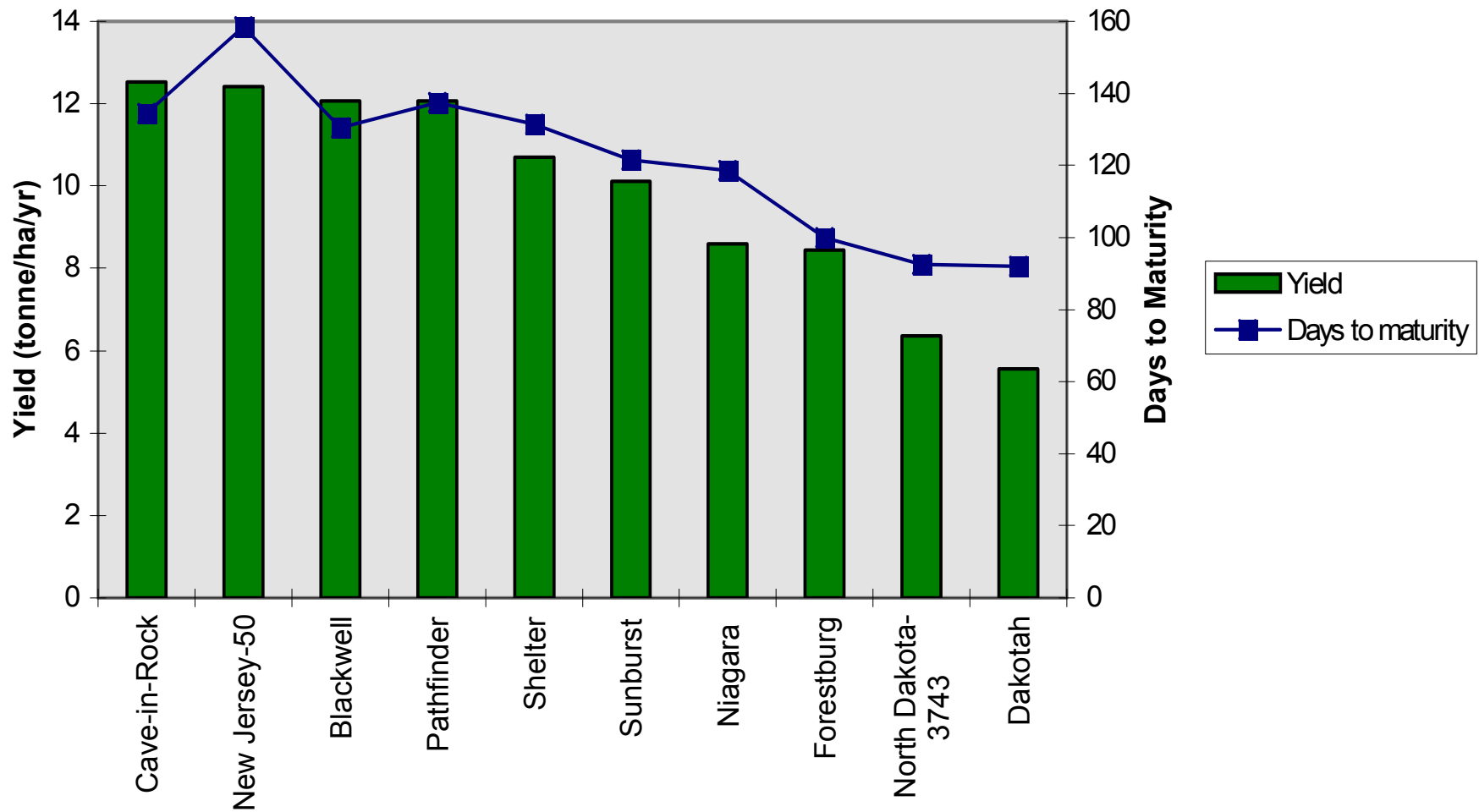


**Panicum amarum à  
Pennsylvanie**





# Rendements à l'automne des essais de cultivars de panic érigé à Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec (1993-1996)

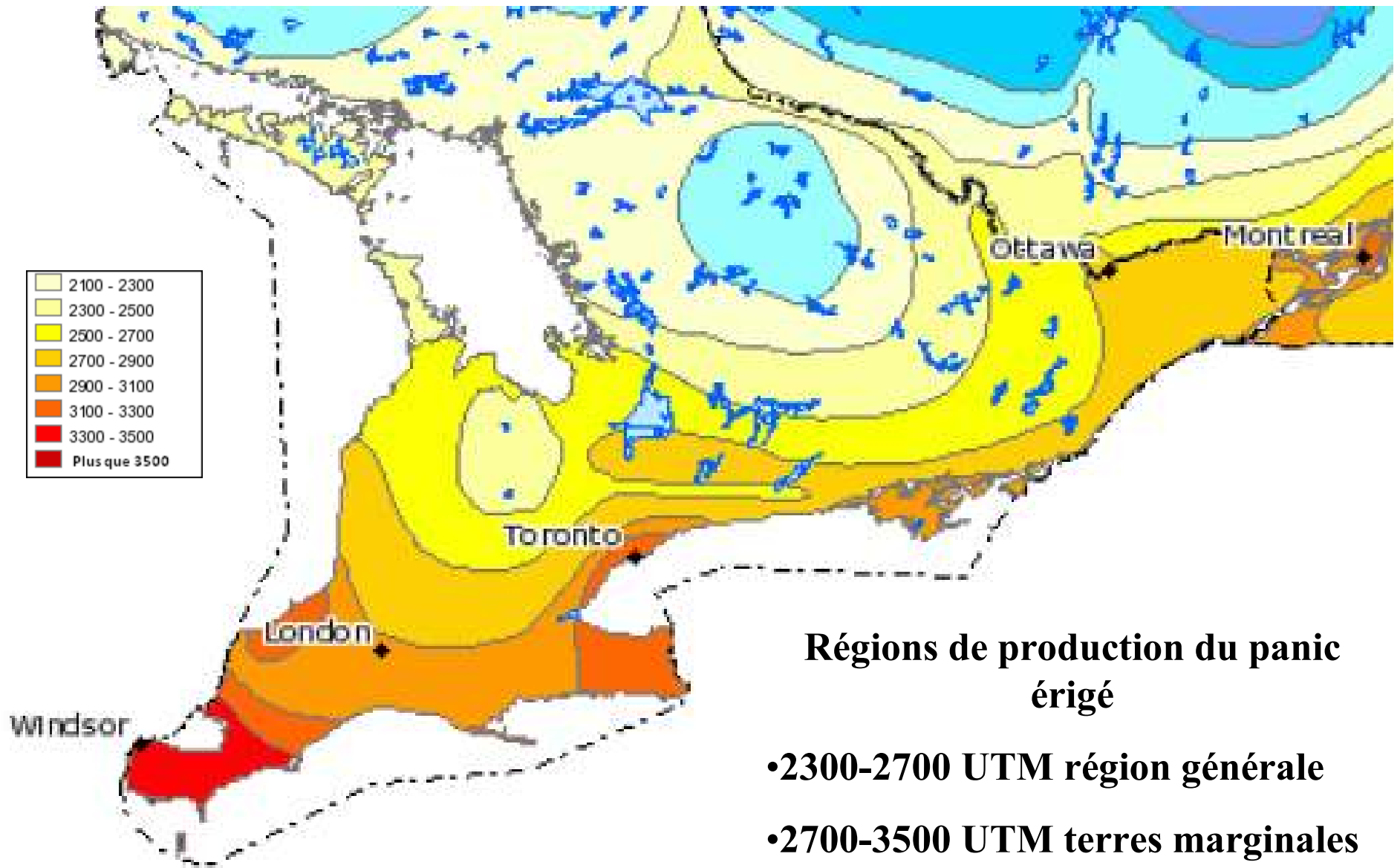


# Variétés du panic érigé pour Canada 2008

(guide pour la dureté et la productivité)

<b>Maturité</b>	<b>Nombre de jours à devenir mature</b>	<b>Nom du cultivar</b>	<b>Origine du cultivar (état, grade)</b>	<b>Exigences de l'unité thermique du maïs</b>
<b>Très tôt</b>	<b>95</b>	<b>Dakota</b>	<b>Dakota du Nord(46)</b>	<b>2200</b>
<b>Tôt</b>	<b>100-105</b>	<b>Forestburg</b>	<b>Dakota du Sud(44)</b>	<b>2300</b>
<b>Mi</b>	<b>115-120</b>	<b>Été de « sunburst »</b>	<b>Dakota du Sud(44)</b> <b>Nebraska (41)</b>	<b>2400</b>
	<b>125</b>	<b>Abri</b>	<b>Virginie de l'ouest(40)</b>	<b>2500</b>
<b>Tard</b>	<b>130</b>	<b>Caverne aux roches</b>	<b>Illinois du sud (38)</b>	<b>2600</b>
<b>Très tard</b>	<b>150</b>	<b>Carthage</b>	<b>Caroline du Nord(35)</b>	<b>2700</b>

# Identifier la base géographique



# Gestion du panic érigé

- **Guide de production de REAP**
- **Bonne sélection de site et bon désherbage, surtout dans le nord**
- **Typiquement 50kg N/hectare et pas de P K ou lime**
- **Granger après que la sénescence est à 4 pouces (10cm) pour aider à assurer la survie pendant l'hiver**



**Récolte du panic érigé**



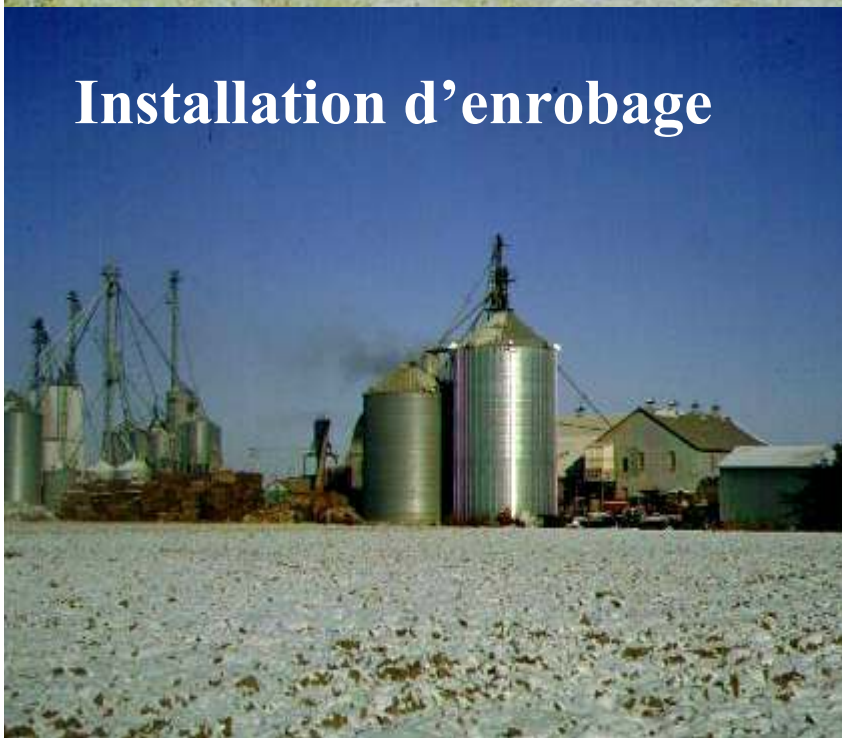
**Transport des balles**



**Transformation  
des balles à la  
presse à  
agglomérer**



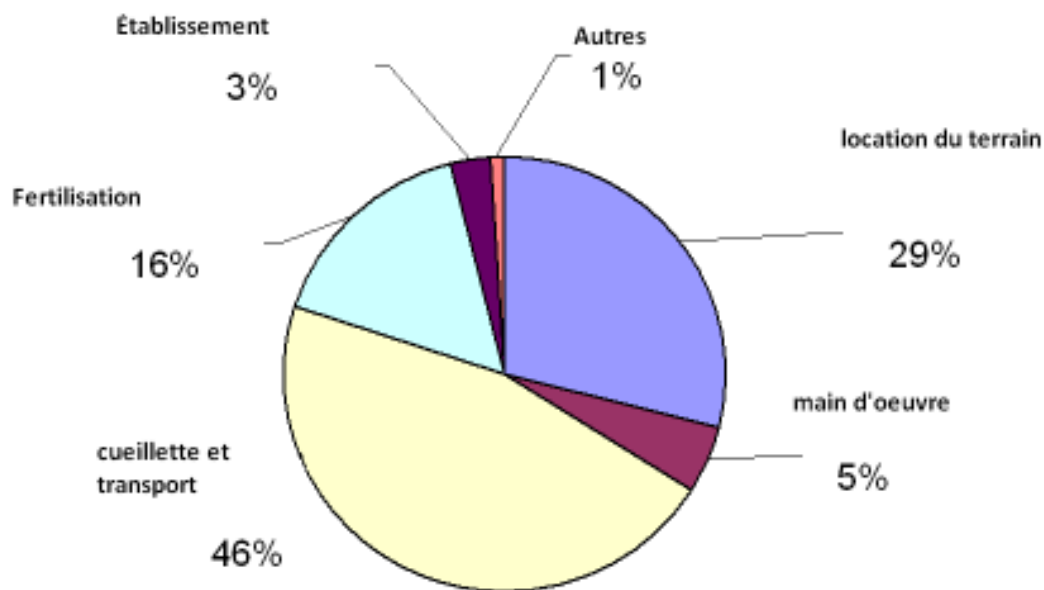
**Installation d'enrobage**



# Aspects économiques de la production du panic érigé

- Récolte au printemps  
61-81\$ CDN/t

Ventilation économique des frais de production du panic érigé pendant l'automne





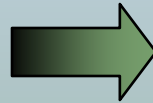
# Raisons à densifier la biomasse herbacée

- **Commode pour la manipulation**
- **Densité d'énergie augmentée (systèmes d'entreposage et de combustions plus petits)**
- **Réduit les risques d'incendie**
- **Plus de contrôle sur le processus**
  - **de combustion**
    - **Efficacité augmentée**
    - **Chargement particulaire plus bas**



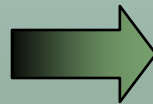
# Exigences d'investissement de dépenses en immobilisation pour la bioénergie (\$ par gigajoule – installation de production d'énergie)

Granule d'herbe  
**5\$/GJ**



6 million dollars américains d'équipement, produisant 60000 tonnes/année

Éthanol de maïs  
**24\$/GJ**



102 million dollars américains de dépense d'équipement, produisant 200 million litres/année

Éthanol cellulosique  
**57\$/GJ**



300 million dollars américains de dépense d'équipement, produisant 250 millions litres/année

# Options pour la densification de la biomasse



**Biomasse**

**Broyage**

**Séchage**  
(si nécessaire)

**Mouture**

**Granulation**

**Briquetage & agglomération**



# Granuler le panic érigé pour assurer des granules à haute durabilité



- Idéalement 8 à 12% humidité
- Moulure fine en utilisant un écran d'au moins 7/64" (2.85 mm)
- Utiliser une matrice pour granules d'une dose létale de 8.5-9:1
- Stock d'alimentation jusqu'à au moins 90 degrés Celsius
- Utiliser une vapeur saturante d'haute qualité et un temps de séjour approprié pour le fibre
- Panic d'hibernation a une durabilité de granule améliorée (semble à être moins collant à la surface)

# Biomasse de graminées : qualité et combustion

- Problème principal avec les graminées : la haute teneur en potassium (K) et chlore (Cl)
- K et Cl sont responsables de l'agglomération et de la corrosion dans les fournaies
- L'usage des graminées convient mieux aux secteurs commercial et industriel que résidentiel
- Nouvelles technologies des poêles et fournaies aident à résoudre les problèmes
- Un inconvénient : grande quantité de cendres, surtout avec l'usage résidentiel





**Évaporateurs Dekker  
Brand**

# 220 KW Évaporateur Pelco

Chauffant une édifice  
à 30000 pieds carrés





# Évaporateur Grovewood Heat

75 KW chauffant un  
complexe de ferme





# Poêles à granules de graminées



# Créer la combustion propre avec des particulaires basses

- Les carburants granulés sont meilleurs que les carburants en vrac
- Teneur basse en K, C1 et S essentielle pour réduire la production d'aérosols (particules fines)
- Technologie de combustion avancée (contrôle de lamda, chaudière à condensation)
- Utiliser le cyclone sur l'appareil de combustion pour capturer les particules

# Cueillette d'automne

# Leçons apprises lors de la récolte

- La récolte tardive (25 oct.-15 nov.) ou hivernal semble la meilleure option pour le sud de l'Ontario et le sud-ouest du Québec
- Une récolte en mai a causé des pertes hivernales de 25 à 35 % à cause des feuilles et des têtes cassées au champ
- Pour une récolte printanière, faucher est un meilleur choix, car le matériel est plus fragile
- Des expériences sont en cours afin de déterminer si une coupe à l'automne suivie d'une récolte au printemps est une option intéressante pour diminuer les pertes dues à l'hiver











**AUTOMNE**



**HIVER**



**PRINTEMPS**







# Qualité de la biomasse du panic érigé par rapport aux granules de bois et de la paille de blé

Teneur	Granules de bois	Paille de blé	Panic érigé	
			Récolté à l'automne	Récolté au printemps
Énergie (GJ/t)	20,3	18,6-18,8	18,2-18,8	19,1
Cendres (%)	0,6	4,5	4,5-5,2	2,8-3,2
N (%)	0,30	0,70	0,46	0,33
K (%)	0,05	1,00	0,38-0,95	0,06
Cl (%)	0,01	0,19-0,51	n/a	n/a

Source : Samson *et al.*, 2005



# Teneur en cendres et énergie du panic érigé

Composante de la plante	% cendres	Contenu en énergie(GJ/ODT)
Tiges	1,03 %	19,6
Graines	2,38 %	19,5
Gaines des feuilles	3,07 %	18,7
Feuilles	6,98 %	18,4

- Globalement, la teneur moyenne en cendres du panic érigé était de 2,75 % et 3,25 % respectivement sur des sites sablonneux et argileux





- **Augmenter la teneur de tige avec la reproduction**
- **Peut-on réduire le transport de silice dans les graminées de saison chaude avec la reproduction des plantes?**
- **Peut-on fractionner les graminées de saison chaude et envoyer les tiges aux marchés de granulés commerciaux/industriels?**

# Terres agricoles pour la culture énergétique en Ontario et au Québec

	Utilisation des terres	Territoire ('000 ha)	Territoire pour bio-combustibles* ('000 ha)	Rendement potentiel des herbages ** ('000 tonnes)	Rendement potentiel total des herbages ('000 tonnes)
Ontario	Terre cultivée	2,254	450	4,192	8,883
	Fourrages	1,261	504	4,691	
Québec	Terre cultivée	940	188	1,748	5,221
	Fourrages	933	373	3,473	
<b>Ontario &amp; Québec Total</b>					<b>14,104</b>

\* 20% des terres cultivées estimé et 40% de terres de fourrage converti à la production bioénergétique

\*\* Rendement hypothétique de 9.3 tonnes/hectare



# Potential for Bioenergy Production

Land use	Agricultural Land (million ha)	Area for biofuel production* (million ha)	Perennial grass production** (million tonnes)	Millions Barrels of Oil Equivalent (MBOE)/day
Canada	68	13.6	80.2	.69
U.S.A.	377	75.4	610.7	5.23
North America	445	89	691	5.92

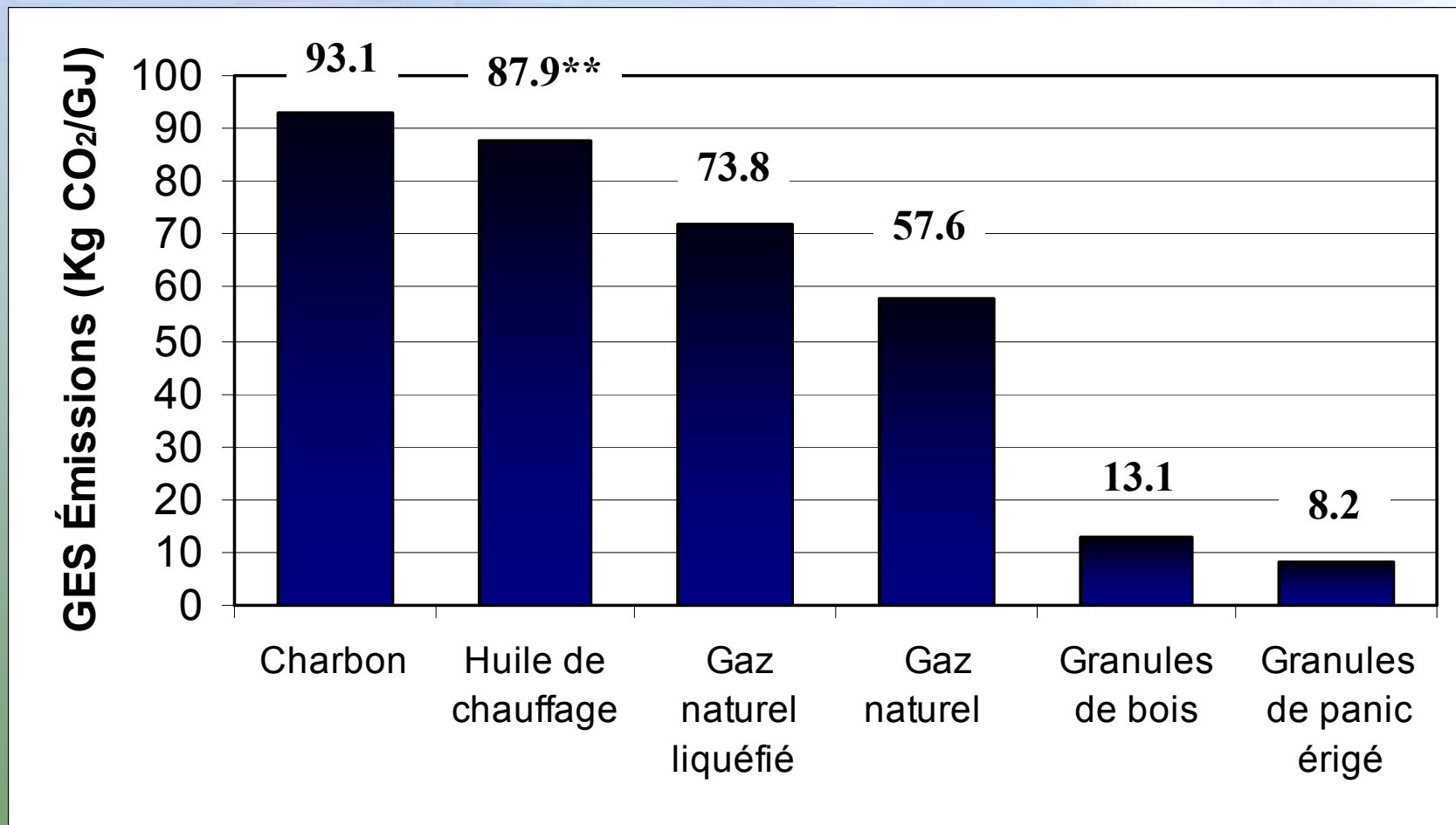
The grass farmers of North America can produce the energy equivalent of 7.2% of the world's oil supply (82 million barrels of oil/day)

\* Estimated 20% land converted to bioenergy grasses

\*\* Assumed bioenergy hay yields of 5.9 tonne/ha in Canada and 8.1 t/ha in the US and 18.5GJ/tonne of hay



# Émissions de GES des énergies fossiles \*



\*Basé sur GHGenius 3.9xls, Ressources Naturelle Canada, Samson et al, 2007

\*\*Basés sur un mélange d'huile typique Canadien de 48% domestique et 52%

international





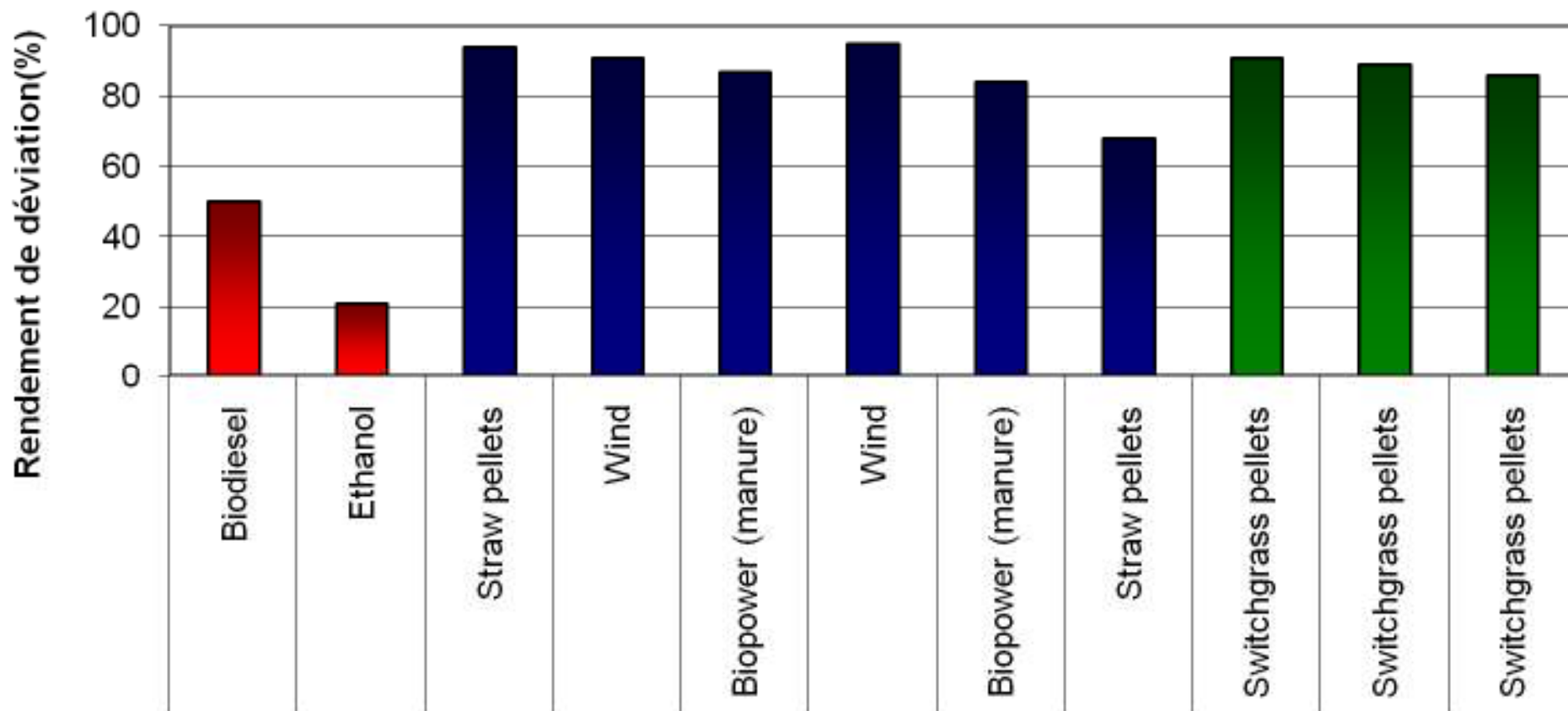
# Dégagement de chaleur Déviations de gazes à effets de serre

Combustible fossile		Carburants renouvelables		Déviation net (%)
	kg CO <sub>2</sub> e/GJ		kg CO <sub>2</sub> e/GJ	
Charbon	93.1	Granules de panic érigé	8.2	91
GNL	87.9	Granules de panic érigé	8.2	89
Gaz naturel	57.6	Granules de panic érigé	8.2	86



Samson et al., 2008

# Rendement de déviation des options pour biocombustibles (Samson et al 2008)



NG – Gaz naturel; LNG – Gaz naturel liquéfié

Samson et al. 2008



# Incitatives pour énergies renouvelables par \$/GJ en Ontario, Canada



**Ethanol de maïs**

➡ \$8.00/GJ



**Incitatives pour énergie éolienne**

➡ \$15.28/GJ



**Granules de Biomass**

➡ \$2-4/GJ

## *Incentive Assumptions:*

**Corn Ethanol (0.021GJ/L @ \$0.168/L)** based on \$0.10 federal + \$0.068 Ontario Ethanol Fund

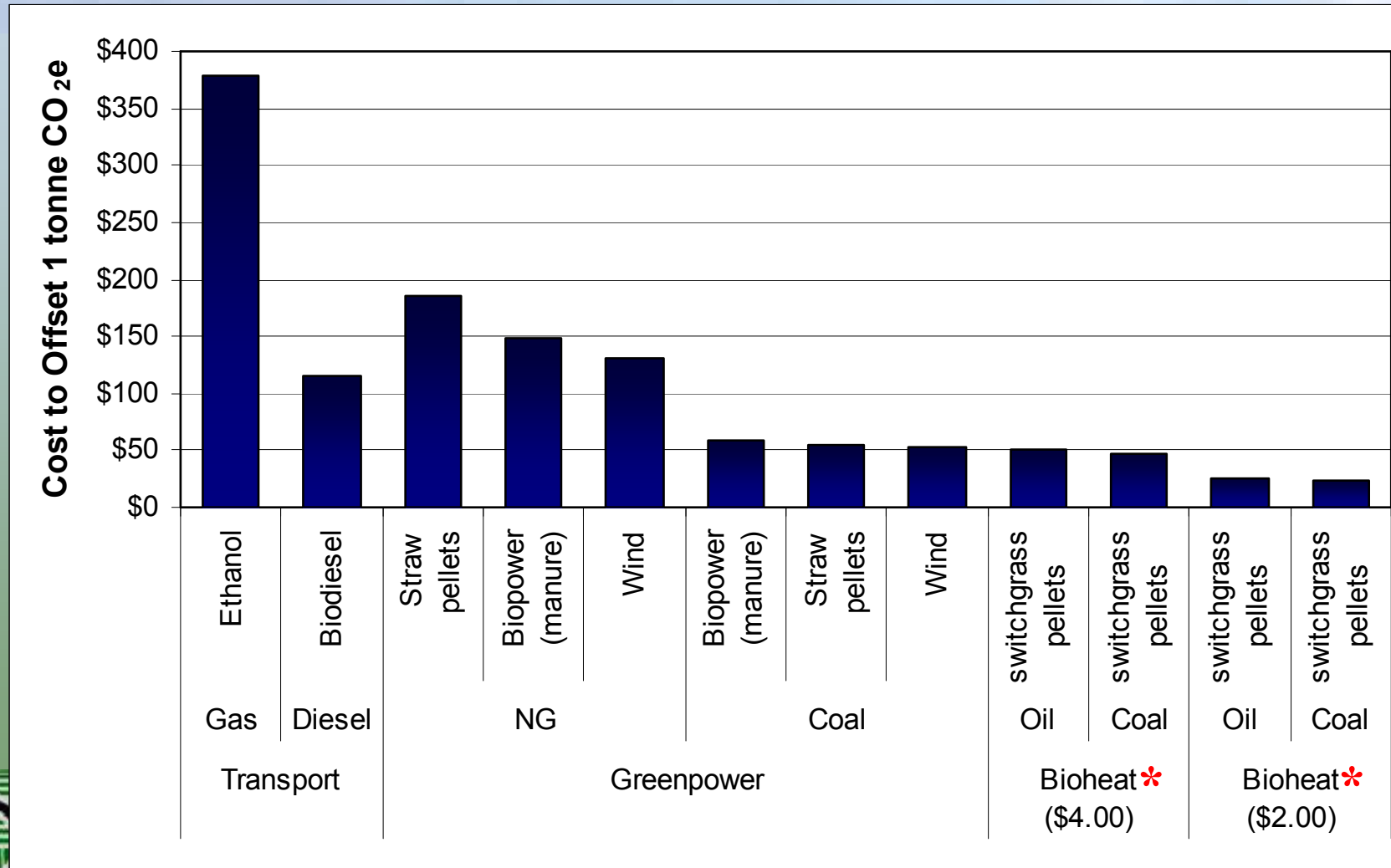
**Wind Power (0.0036GJ/kwh @ \$0.055/kWh)** based on \$0.01 federal + \$0.045 province of Ontario

**BioHeat Pellets (18.5 GJ/tonne @ \$37-\$74/t)** currently no policy incentives are in place



reap-canada.com

# Coûts pour déplacer 1 tonne CO<sub>2</sub>e avec Incitatives Ont. & Fédérales



\*Suggested incentive

Samson et al. 2007



# Options de moyens d'actions: pour faciliter la bioénergie efficace et les technologies d'énergie renouvelable

- **Appliquer les incitations par GJ de carburant renouvelable:**

**8\$/GJ combustible liquide**

**15\$/GJ écolo-énergie**

**4\$/GJ chaleur verte**

- **La meilleure solution pourrait être:**

**25\$/tonne CO<sub>2eq</sub> taxe sur les émissions carboniques**

**25\$/tonne CO<sub>2eq</sub> payé aux producteurs de biocombustibles**



# Créer la parité pour les incentives de l'industrie de granules d'herbes

- Le gouvernement devrait fournir (au minimum) le même niveau de soutien que le maïs recoie directement des subventions d'éthanol

*10 cents/litre et 400 litres/tonne=40\$/tonne*

- 40\$/t de granules de panic érigé serait 10 x plus économique comme déviations de gaz à effet de serre que les subventions pour le maïs et l'éthanol

# Résumé et conclusion

- Le cycle de production de bioénergie des graminées en C<sub>4</sub> est économiquement et énergétiquement un produit très prometteur
- La qualité de combustion de la biomasse des graminées C<sub>4</sub> peut être améliorée par les pratiques culturales et l'amélioration génétique
- L'application la plus probable et prometteuse du biochaleur est le remplacement du gaz naturel pour

# **Sommaire** (Continué)

- ✂ **Il n'y a aucune obstacle technique pour le développement de l'industrie des granules d'herbes**
- ✂ **Il y a une crise de politique parmi le développement des biocombustibles au Canada qui empêche l'émergence des systèmes de biocombustibles de la deuxième génération les plus efficaces**
- ✂ **Les agriculteurs doivent augmenter la prise de conscience politique pour renforcer les politiques à soutenir l'industrie de granules d'herbes**



# Merci!



## *Partenaires*

- *Conseil canadien de la gestion d'entreprise agricole*
- *MAAARO: Aperçu du Fonds de recherche sur les carburants de remplacement renouvelables*
- *Ressources naturelles Canada*