Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Développement et implantation de projets d'efficacité énergétique: Défis techniques, financiers et humains

Séminaire HEC-Pôle e3, Montréal, 21 mai 2019

Philippe Navarri Ph.D., Serge Bédard ing., M.ing.

Optimisation des procédés industriels
CanmetÉNERGIE-Varennes
Ressources naturelles Canada

CanmetÉNERGIE
Leadership en écoInnovation

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2019

Canada

Agenda

- Présentation de CanmetÉNERGIE
- Contexte industriel
- **Identification** de projets d'efficacité énergétique les plus porteurs à court et long terme : défis et recommandations
- **Implantation** de projets d'efficacité énergétique en industrie : défis et recommandations
- Défis reliés à la **conception de politiques et programmes** énergétiques
- Bénéfices et limites des **programmes actuels**
- Conclusions

CanmetÉNERGIE

CanmetÉNERGIE est le leader en matière de science et technologie de l'énergie non nucléaire au fédéral.

Nous sommes un **organisme national** avec des installations situées à Varennes, Ottawa et Devon.

Nous avons des liens de partenariat bien établis avec d'autres organismes gouvernementaux à tous les niveaux (industries, universités et à l'étranger).

- Sables bitumineux et pétrole lourd
- Impacts environnementaux

Devon

- Bâtiments et communautés
- Procédés industriels
- Électricité propre
- Bioénergie
- Énergies renouvelables
- Transport

Ottawa

- Bâtiments
- **Procédés industriels**
- Intégration des énergies renouvelables et des ressources distribuées
- RETScreen International

Varennes

Centre de CanmetÉNERGIE à Varennes

Programme Optimisation des procédés industriels (OPI)

Mission

- Avancer la **science et la technologie** dans les domaines de l'intelligence artificielle, de la bioéconomie et des procédés éco-efficaces afin de **soutenir l'élaboration de politiques** gouvernementales et la **transition de l'industrie** vers une économie à faibles émissions de carbone.

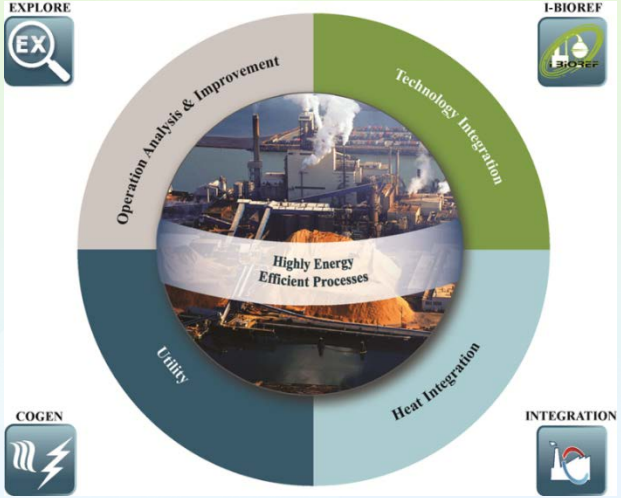
Domaines de recherche

- **Procédés industriels éco-efficaces** en support à la décarbonisation du secteur industriel.
- **Procédés avancés de bioraffinage** et plate-forme d'aide à la décision.
- **Intelligence artificielle** pour une industrie sobre en énergie.

Centre de CanmetÉNERGIE à Varennes

Programme Optimisation des procédés industriels (OPI)

- Le programme OPI de CanmetÉNERGIE est axé sur les techniques avancées d'optimisation de systèmes industriels selon un **approche globale** :
  - Améliorer la conception et l'opération des procédés.
  - Introduction optimale de nouvelles technologies (nouveaux systèmes énergétiques, technologies hautement efficaces, cogénération, captage CO_2, bioraffinage).
  - Utilisation efficace de l'énergie et des ressources naturelles pour un impact environnemental réduit.
  - Axé sur les industries énergivores.



Efficacité énergétique et réductions de GES

- Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE):
  - Des réductions importantes sont requises dans tous les secteurs industriels.
  - Émissions liées à l'utilisation de l'énergie mais aussi les émissions de procédé.
  - Plusieurs stratégies de réduction des GES sont envisageables dans l'industrie.

Pas de solution unique

L'efficacité énergétique : l'une des stratégies les plus rentables

2016, NRCan/OEE

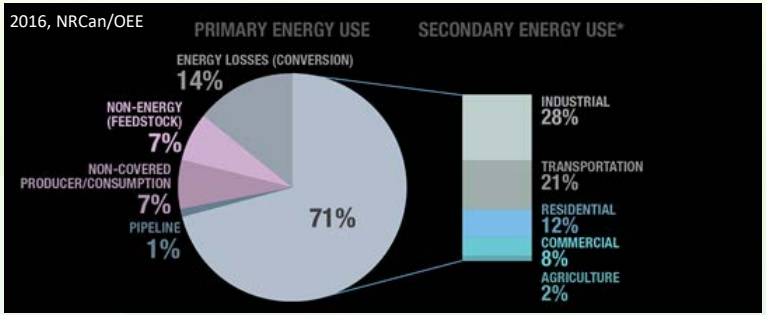
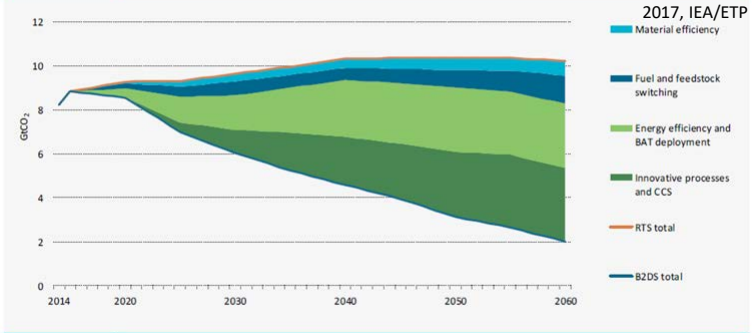


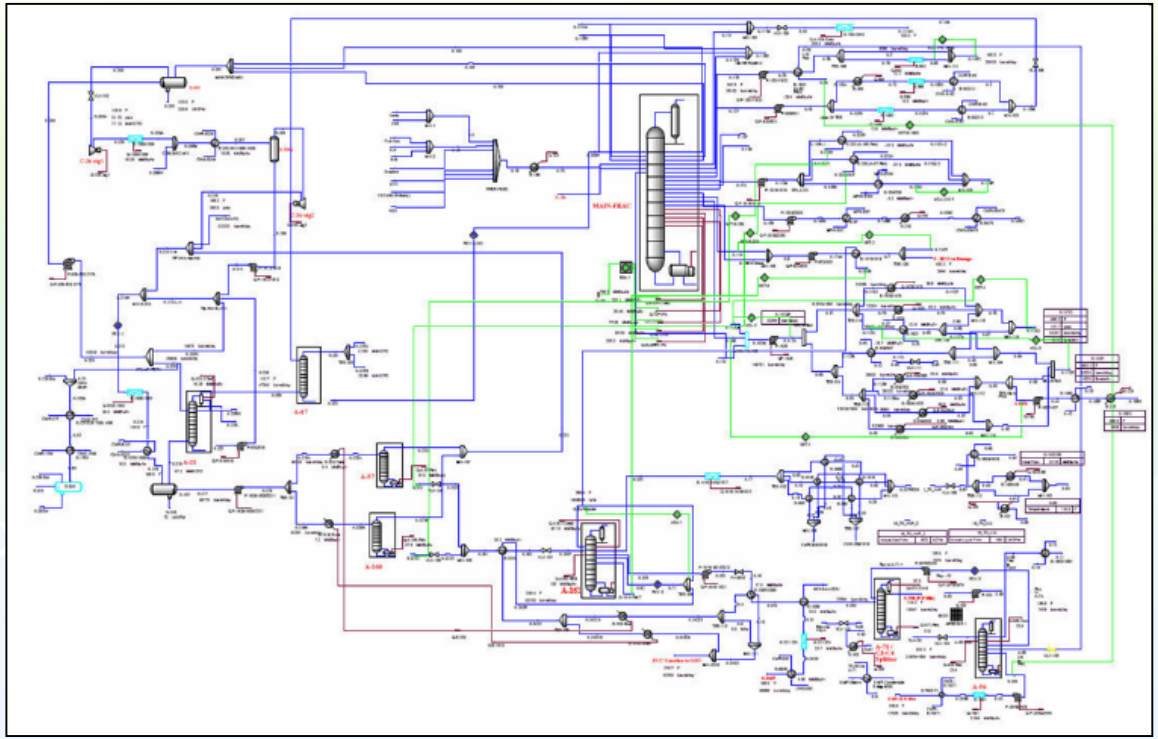
Figure 4.4. Direct CO_2 emissions in industry by mitigation strategy in the B2DS compared with the RTS

2017, IEA/ETP



Key point *While energy efficiency and fuel switching dominate carbon mitigation impact in the near term, low-carbon innovative processes become crucial in the long term to meet the B2DS.*

Complexité des procédés industriels

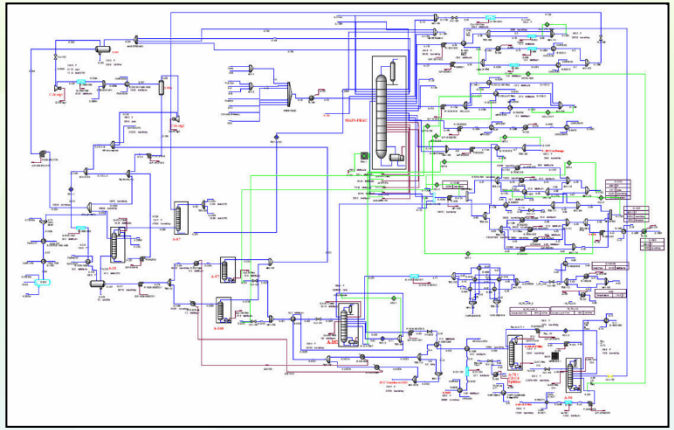


Défis reliés à l’identification et à l’implantation de projets d’efficacité énergétique

Projets d'efficacité énergétique en industrie

Défis couramment rencontrés

- Gestion de l'énergie : n'est pas la vocation première dans les usines, c'est de produire à la qualité requise.
- Défis liés à l'identification et à l'implantation des projets d'efficacité énergétique :
  - Manque de données sur l'utilisation de l'énergie.
  - Ressources humaines et expertise en énergie limitées.
  - Accès au budget limité, souvent en compétition avec les projets liés à la production.
  - Bas coûts de l'énergie au Canada.
  - Départ de personnes clés de l'usine.
  - Changements importants à l'usine : quantités, produits.
  - Tendance à reproduire l'existant, sans véritable plan d 'action à moyen et long terme



Besoin de d'accompagnement et d'aides financières

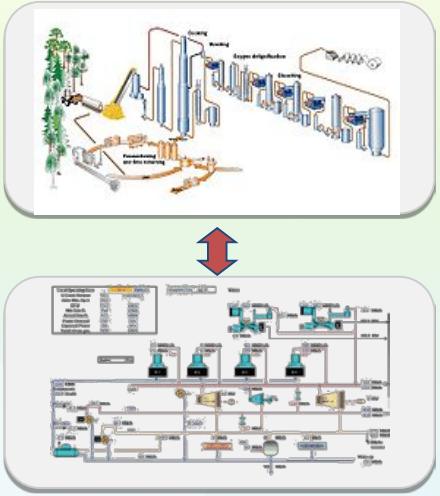
Efficacité énergétique en industrie

Défis liés à l'identification de projets

Identifier les **meilleurs projets** d'efficacité énergétique est souvent une tâche complexe

Intégration énergétique des procédés
Approche globale pour une meilleure efficacité

- Une **méthodologie** pour analyser les courants d'énergie, identifier et corriger les inefficacités énergétiques dans les procédés industriels.
- Analyse le procédé dans son **ensemble** ainsi que les **interactions** entre les différentes parties du procédé, plutôt que de considérer les opérations individuellement.

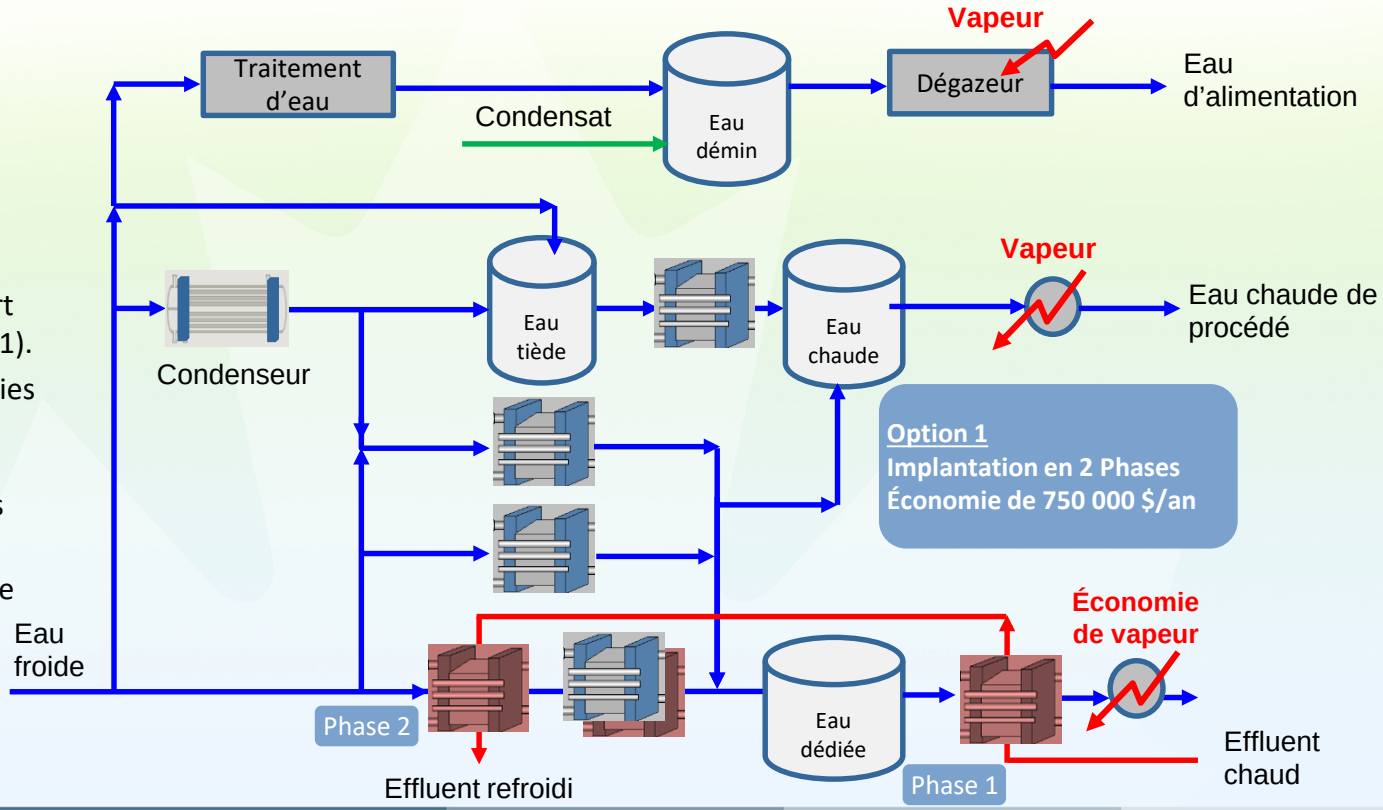


- Une approche globale :
  - Permet de déterminer, dans le procédé, les points où l'énergie est utilisée, où elle devrait être récupérée et pour quel usage.
  - Permet d'analyser l'impact global d'implanter de nouvelles technologies.
  - Reconnue comme **l'une des meilleures pratiques** dans plusieurs industries pour la conception de procédés efficaces sur le plan énergétique, **mais encore trop peu utilisée**.

Exemple de défi lié à l'identification de projets (1/3)

Contexte – Solution initialement envisagée

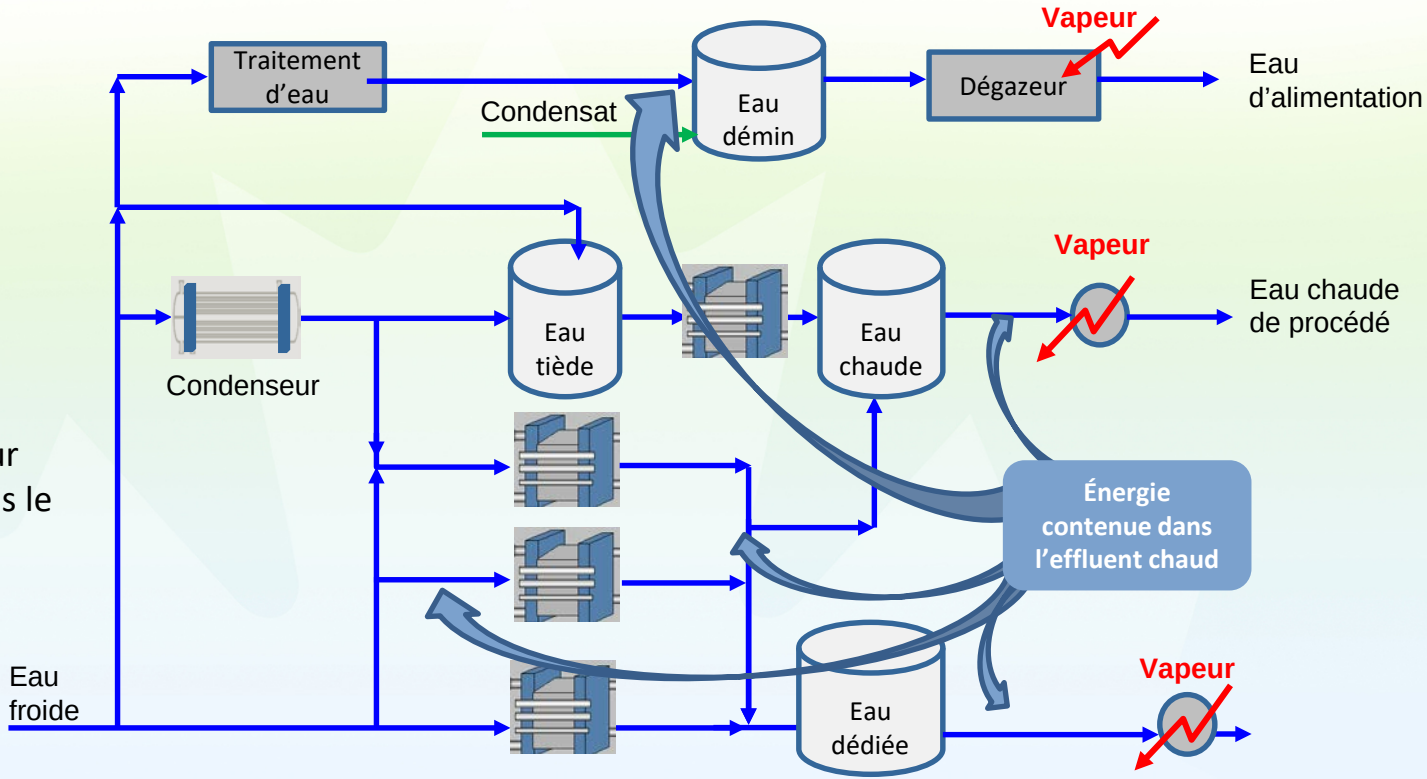
- Une papetière disposait d'un budget limité pour des projets d'efficacité énergétique.
- Elle envisageait un projet à court terme à haute rentabilité (Phase 1).
- Bien que menant à des économies d'énergie intéressantes, le projet envisagé ne permettait pas d'amélioration significative à plus long terme.
- Un seul autre projet pouvait être implanté dans le futur (Phase 2).



Exemple de défi lié à l'identification de projets (2/3)

Analyse globale

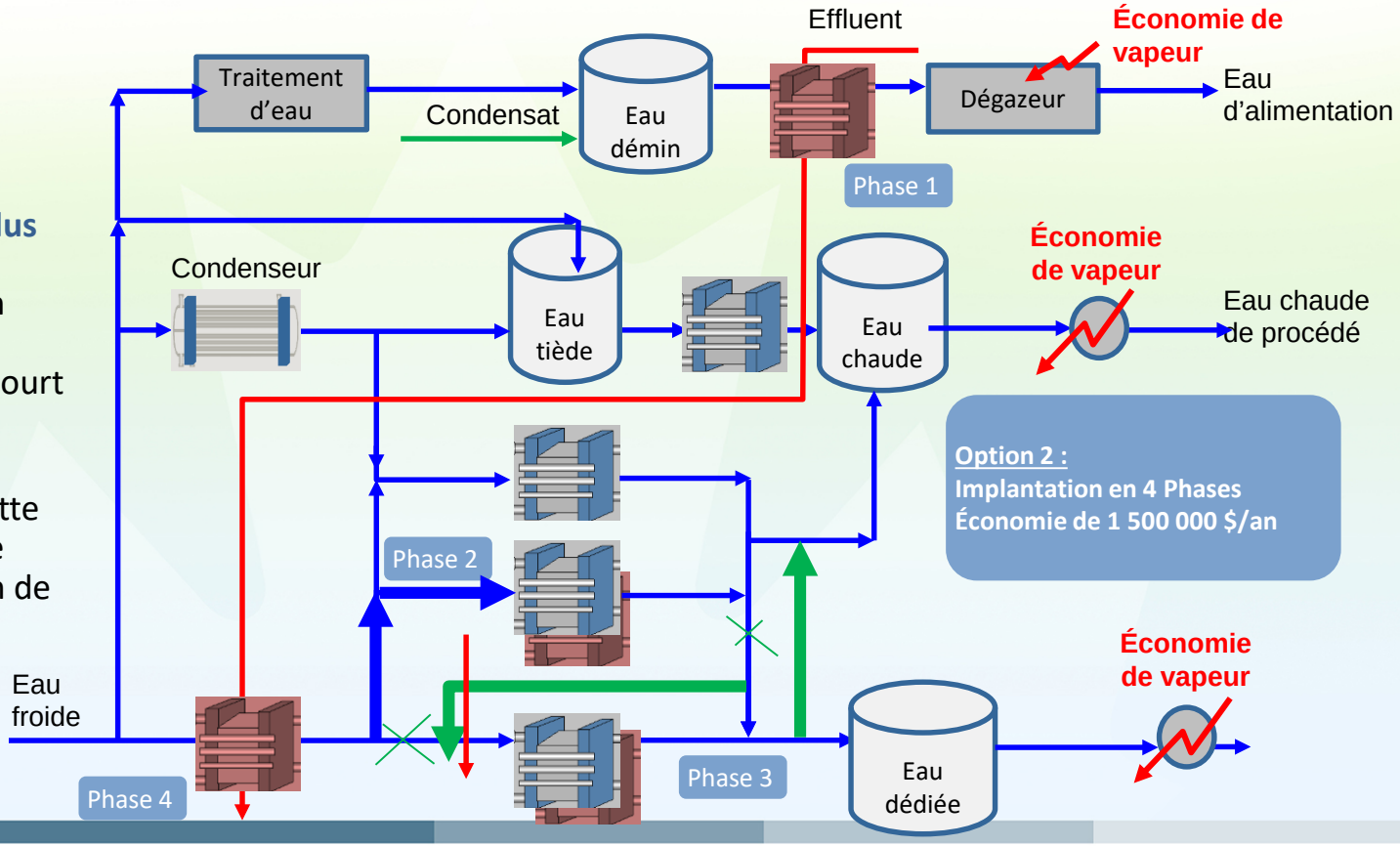
- Il existe plusieurs autres possibilités de récupérer l'énergie contenu dans l'effluent liquide.
- Chaque projet offre des possibilités différentes pour d'autres améliorations dans le futur.



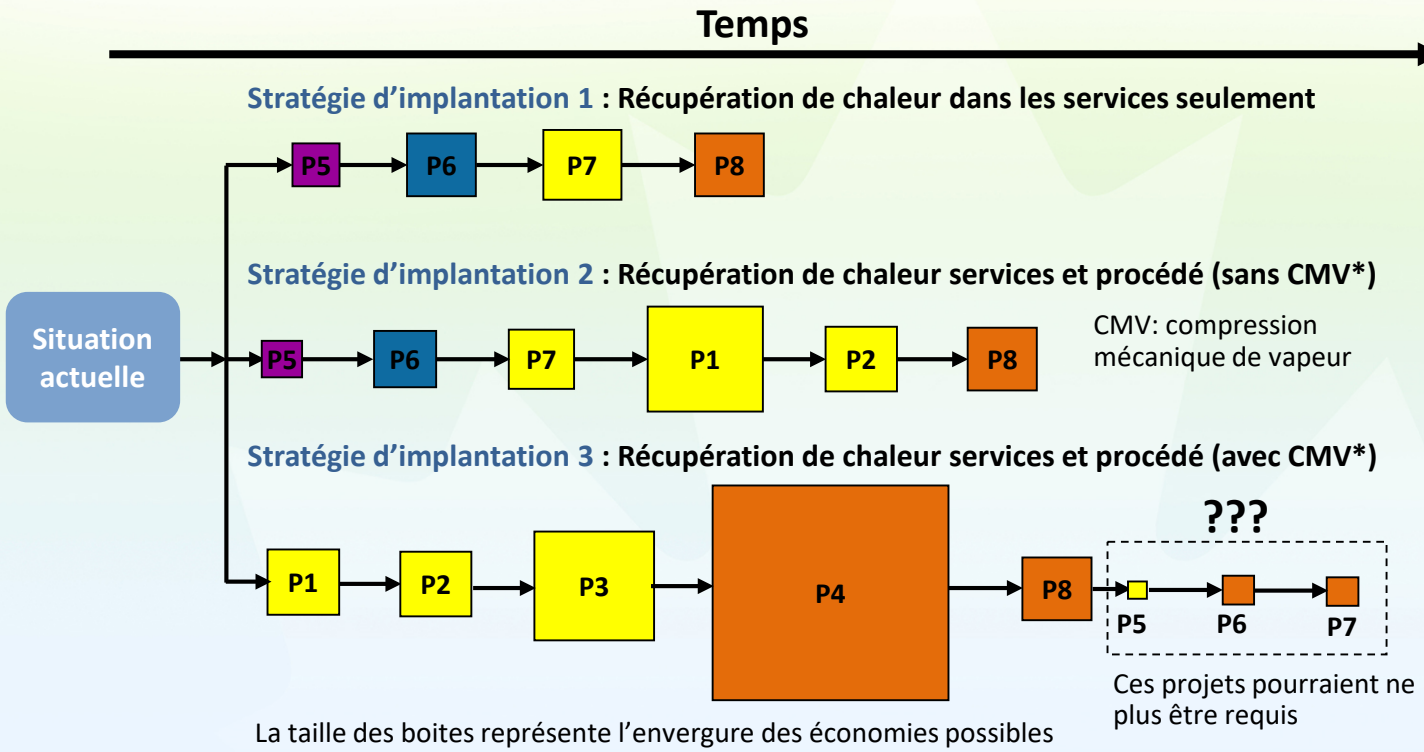
Exemple de défi lié à l'identification de projets (3/3)

Solution optimale

- Le projet conduit à **2 fois plus d'économie** que la solution envisagée au départ, tout en permettant d'implanter un projet à haute rentabilité à court terme (Phase 1).
- Plus intégrée et modifiant légèrement la tuyauterie, cette solution peut être implantée progressivement en fonction de la disponibilité du budget.



Stratégie d'implantation des mesures identifiées



LÉGENDE :

- **PRI de moins de 6 mois**
- **PRI d'environ 1 an**
- **PRI de 1 à 2 ans**
- **PRI > 2 ans**

Vision à long terme des projets d'économie d'énergie qui peuvent être implantés dans l'usine

↓

Plan d'action en efficacité énergétique

Intégration énergétique des procédés

Industrie des pâtes et papiers : potentiel identifié

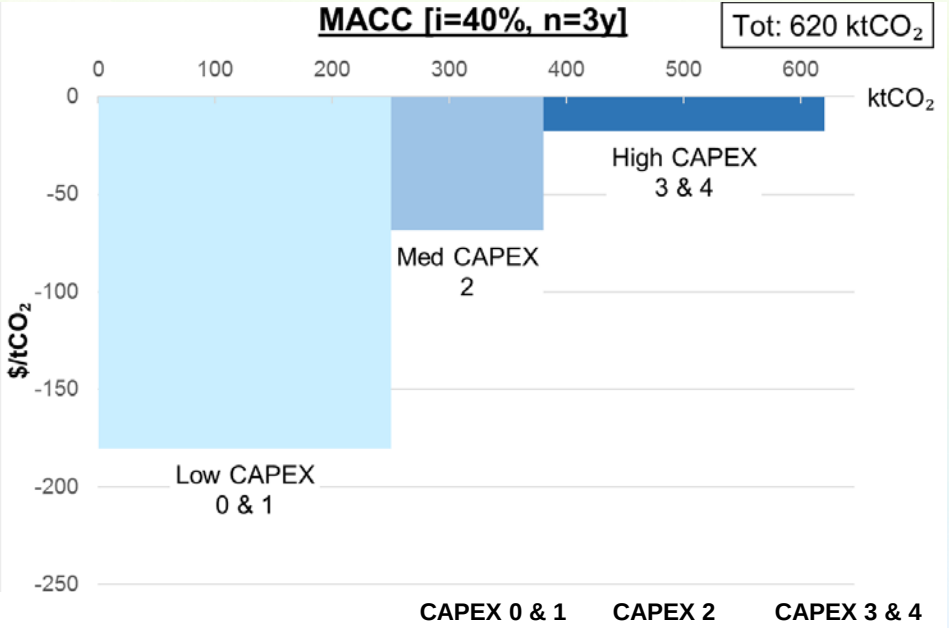
- Au cours des 6 dernières années, FPInnovations et RNCan ont identifié pour plus de **55 M$/an** d'économie d'énergie et de production d'électricité additionnelle dans **15 usines** de pâte et papier.
- **240 000 t/an** en réduction d'émissions de GES (directes et indirectes), soit plus de **1 million t/an** pour l'ensemble du secteur papetier.
- Possibilité de rendre la majorité des papetières carboneutres avec les technologies existantes (**potentiel de 5.2 millions t/an**).

Coûts de réduction des émissions de GES

Industrie des pâtes et papiers

- **Note** : les projets se rapportant au système de production de vapeur et d'électricité (par ex.: chaudières et turbines) ainsi que la plupart des projets à haut CAPEX ne sont pas inclus dans cette analyse.
- Les projets à haut CAPEX peuvent bénéficier de subvention, ce qui n'a pas été considéré.
- Les projets à très hauts CAPEX ne sont pas inclus (nouvelle technologie, gros équipements, pompe à chaleur, etc.).

MACC: Courbe du Coût Marginal de Réduction de GES
Inclut CAPEX et OPEX
Exclut les taxes sur le CO_2
Durée de vie des projets de 3 ans; Taux intérêt de 40%



	CAPEX 0 & 1	CAPEX 2	CAPEX 3 & 4
Energy savings ($x10^6$ GJ/y)	11.9	6.8	13.7
Direct GHG ($ktCO_2$)	250	130	250
MAC ($/$tCO_2$)	**-$180**	**-$69**	**-$18**

Coûts de réduction des émissions de GES

Industrie des pâtes et papiers

Definitions

CAPEX Index

CAPEX Index	Description	Sample projects
0	Setpoint adjustments or projects involving minor costs that are not high enough to go through a CAPEX process.	- Decrease or increase of a temperature setpoint (e.g. clear whitewater chest, demin water, silo, bleaching showers...) - Decrease or increase of a pressure setpoint (e.g. deaerator, washer...) - Decrease or increase of a flow rate setpoint (e.g. hot water, vent...) - Operational optimization (e.g. boiler preheating, decrease overflow...) - Modified control sequence with existing equipment/Review control logic and recalibrate equipment - Equipment adjustment, repair or cleaning (e.g. valve, HX...)
1	Piping on small distance or projects of minor cost reusing equipment in place.	- Reconfiguration or retrofit of existing equipment (a combination of moving and/or repairs and/or some repiping and/or recertification…) - Short piping (e.g. By-pass, rerouting), potentially coupled with some control and instrumentation modifications - Reusing an existing HX for heat recovery - Other equipment of smaller size (e.g. air traps, showers in vents, thermostatic valves...) with some piping - Installation of an automatic control or cleaning system
2	Small heat exchanger with some piping or longer piping with control valves.	- New HX or pump with some piping and/or instrumentation work - Increasing the area of/adding new plates to an existing HX - Reconfiguration of the water network (e.g. condensate redistribution, reuse whitewater for bleaching, mixing two streams...) - Installation of a thermocompressor in the dryer
3	Larger heat exchanger or pumps or small heat exchanger with more complex control and piping.	- New large HX or pump with significant piping and/or instrumentation work - Two small HX with some piping and/or instrumentation work - New HX and increasing the area of an existing HX - Titanium HX for ClO2 preheating (implies complex controls for safety reasons)
4	Large equipment and/or multiple modifications required.	- Complex warm water network optimization project (significant piping and few new HX) - Modification of the steam network (e.g. steam scrubber and new clean steam line) - New heat recovery system where at least one stream involved is a high-volume gas (e.g. dryer exhaust, boiler flue gas, building air preheating, etc.)
5+	Implementation of new/emerging technologies, major changes to the process.	- New reboiler or new biomass boiler - Sludge incineration with plasma incinerator - Gasification of black liquor - Biomass dryer - Extraction of steam from an intermediate evaporator effect or addition of a pre-evaporator

Intégration énergétique des procédés

Industrie des pâtes et papiers : projets implantés

8.9 M$/an

Économies et revenus additionnels

Taux d'implantation : 40%

Suivi détaillé auprès de 10 usines

Économies de combustibles	Repérées	4 298 300 GJ par année	Équivalent au chauffage de **6 500 habitations**
	Mises en œuvre*	849 380 GJ par année (20 %)	
Production d'électricité supplémentaire	Repérées	69 GWh par année	Équivalent à la consommation d'électricité de **15 000 Canadiens**
	Mises en œuvre*	35 GWH par année (51 %)	
Réduction des émissions de GES	Repérées	240 kt de CO_2 par année	Équivalent aux émissions de **62 000 voitures**
	Mises en œuvre*	135 kt de CO_2 par année (56 %)	

*Or scheduled for implementation

Recommandations pour augmenter le taux d'implantation des projets

- **Support de la direction et disponibilité de ressources**
  - S'assurer que la direction de l'usine:
    - Soutient les initiatives en efficacité énergétique.
    - Nomme un responsable du projet.
    - Dédie les ressources nécessaires (humaines et financières).
  - Rechercher les sources possibles de financement des projets.
- **Engagement**
  - Impliquer les responsables clés de l'usine (direction, comptabilité, production, maintenance, ingénierie) et du corporatif à chaque étape importante du projet.
  - Aider l'usine dans l'implantation des projets à faible coût, en particulier durant l'étude.
  - Impliquer la firme d'ingénierie de l'usine pendant l'étude pour l'initier aux projets et l'accompagner pendant la phase d'ingénierie détaillée.

Recommandations pour augmenter le taux d'implantation des projets (suite)

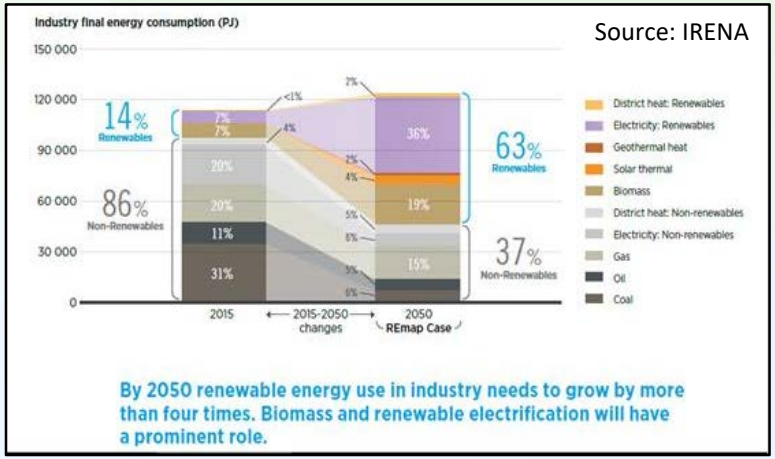
- **Communication**
  - Garder un contact régulier pendant l'étude pour maintenir l'intérêt.
  - Préparer un plan d'action clair que l'usine pourra mettre en œuvre étape par étape en fonction de la disponibilité des budgets.
  - Préparer des résumés simplifiés pour la direction de l'usine dans le format désiré, et garder les documents détaillés pour le personnel technique.
  - Montrer clairement les autres bénéfices liés aux projets d'efficacité énergétique.
  - Faire un suivi auprès du personnel de l'usine après l'étude.
  - S'assurer que tout changement envisagé aux projets proposés soit validé par les auteurs de l'étude pour éviter tout effet-croisé non désiré.
  - Contacter les auteurs de l'étude lorsqu'une contrainte semble compromettre le projet.

Défis reliés au développement de politiques et programmes énergétiques

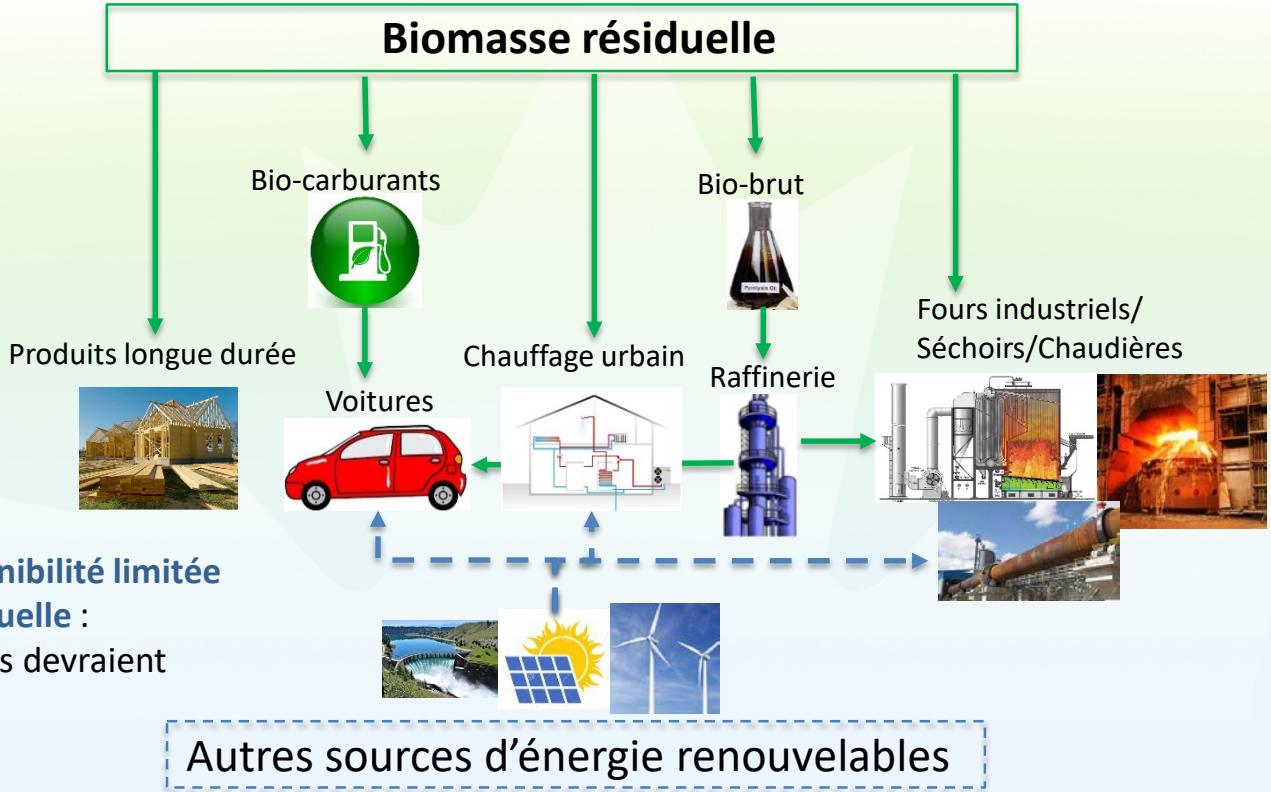
Défis reliés au développement de politiques et programmes énergétiques

- Nécessité d'engager la transition énergétique et développer une économie faible en carbone.
- Potentiel important offert par l'efficacité énergétique et l'implantation de nouvelles technologies… mais probablement insuffisant.
- Investissements importants et changements de paradigmes requis.

- **Disponibilité limitée des ressources renouvelables** (par ex. biomasse, électricité).
- Besoins importants dans chaque secteur d'activité.
- Quel est le potentiel maximal offert par les sources énergétiques renouvelables?
- Où devrait-on les utiliser en priorité?



Utilisation de la biomasse résiduelle



Considérant la disponibilité limitée de la biomasse résiduelle :

- Quelles utilisations devraient être privilégiées?

Utilisation efficace de la biomasse résiduelle dans les procédés – Voies technologiques possibles

Residual biomass

Dryer

ORC

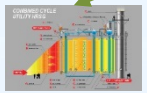
Boiler

CHP

Heat

Power

Recip. / GT

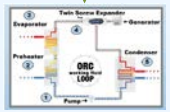


HRSG

Kiln

Fluff dryer

Kiln



ORC

Fluff dryer

Yankee dryer

Furnaces & Ovens

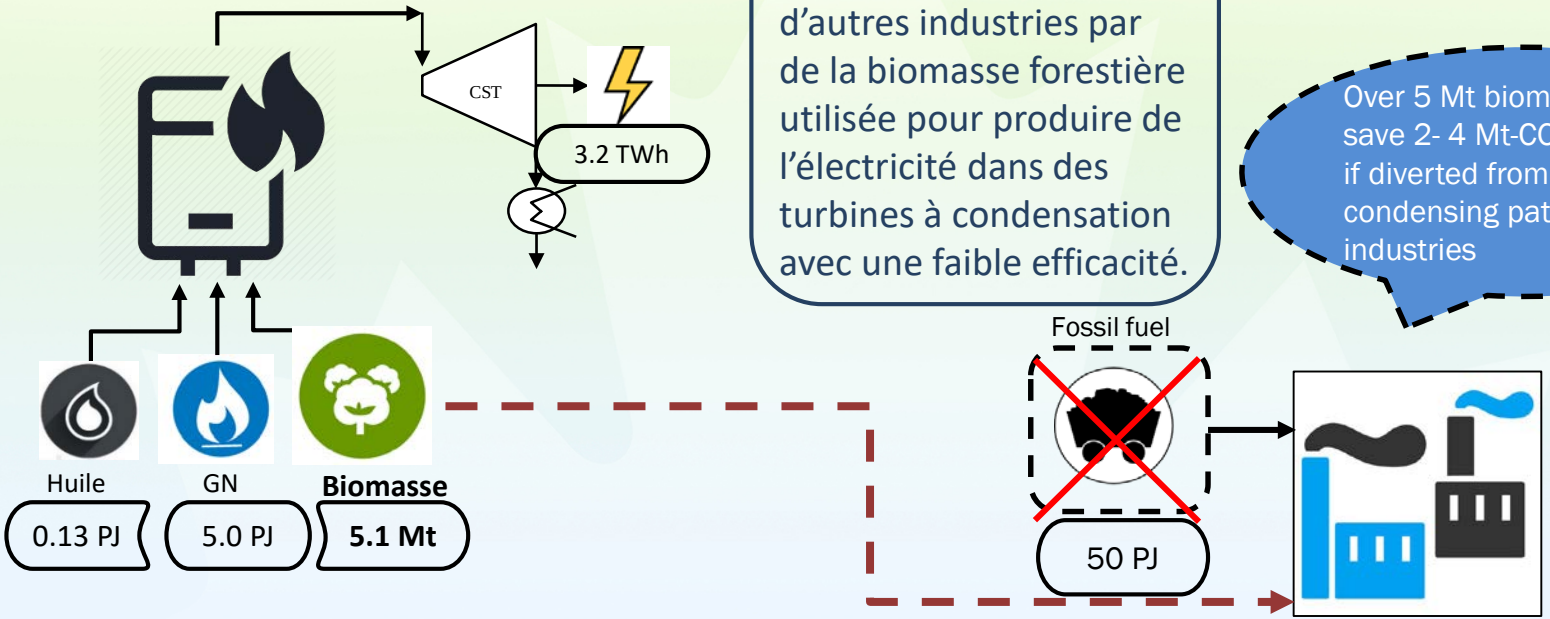
ORC

Heat

Utilisation plus efficace de la biomasse résiduelle

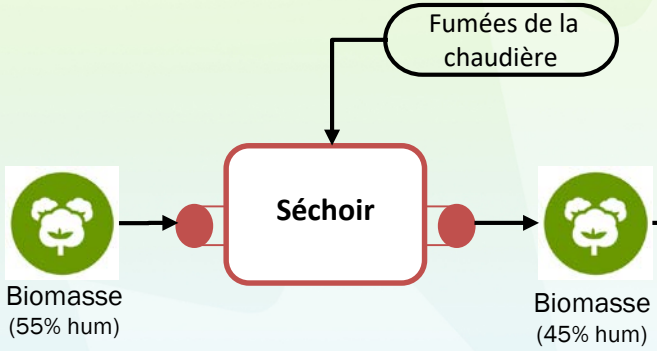
Remplacement de combustible fossile dans d'autres industries par de la biomasse forestière utilisée pour produire de l'électricité dans des turbines à condensation avec une faible efficacité.

Over 5 Mt biomass could save 2- 4 Mt-CO_{2e} per year if diverted from condensing path to other industries



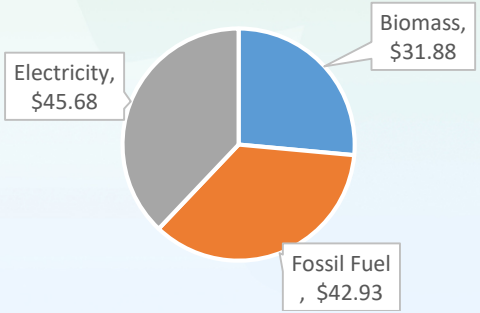
Basé sur 436 MWe de capacité installée dans le secteur des P&P, facteur de charge de 80% en moyenne

Utilisation plus efficace de la biomasse résiduelle



10% drier biomass could help save 102 kt-CO_{2e} from extra power generation and 480 kt-CO_{2e} from less fossil fuel co-firing

Savings/ Revenue[1] (M$)



[1] Simple payback time of 4.5 yr

Utilisation de rejets de chaleur pour accroître l'efficacité des chaudières en séchant partiellement la biomasse

Électrification – Applications potentielles

Électricité **renouvelable**

Énergie secondaire (2015): 9,013 PJ

Électricité (2015): 20%

	Énergie secondaire	Électricité
Agriculture	2.8%	2%
Transport	30%	0.2%
Industrie	39%	39.9%
Résidentiel/ Commercial	28.2%	57.9%

Agriculture

Transport

Industrie

- Pompe à chaleur industrielle
- Entrainement électrique
- Chaudière électrique
- Chauffage par résistance
- Fusion par résistance
- Four à induction
- Procédé infrarouge
- Cuisson ultraviolet

Résidentiel/ Commercial

Considérant la disponibilité limitée d'électricité renouvelable :

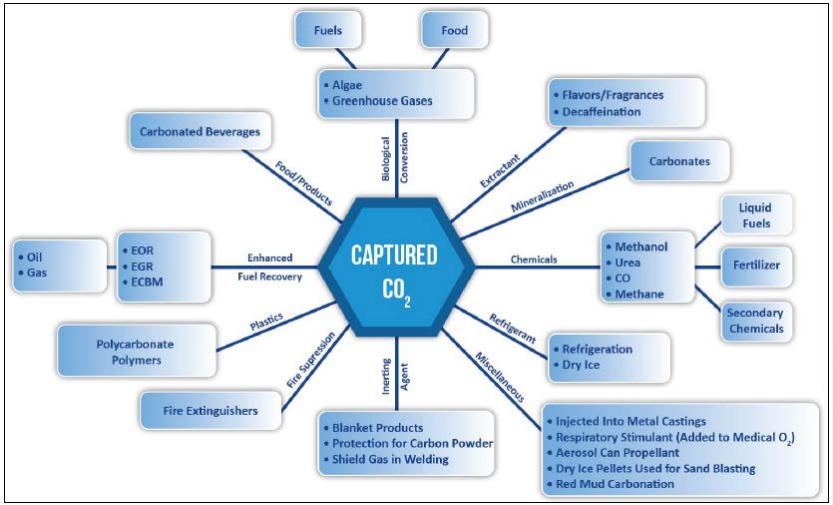
- Quelles industries devraient être électrifiées?
- Quelles électro-technologies devraient être utilisées ?
- Comment vont évoluer les coûts et les performances?

https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/pdf/energy-factbook-oct2-2018%20(1).pdf

Captage et utilisation du CO_2

- L'utilisation du **CO_2 comme matière première** pour la fabrication de carburants, produits chimiques, gaz de synthèse ou minéraux suscite un intérêt croissant.

- Les voies de valorisation du CO_2 constituent-elles un levier intéressant de réduction des émissions de CO_2?
- A quel point les produits issus de ces procédés sont-ils décarbonés? Intéressants sur le plan énergétique, et de l'utilisation de l'hydrogène?
- Les produits issus de ces procédés sont-ils compétitifs avec les produits issus des voies traditionnelles de production?



Quelques exemples de programmes et politiques liés à l’efficacité énergétique au Canada

Programmes et politiques liés à l'efficacité énergétique

- Au Canada, il existe de nombreux mécanismes et programmes aux niveaux fédéral, provincial et des distributeurs d'énergie pour permettre aux entreprises d'améliorer leur efficacité énergétique et réduire les GES :
  - Tarification du carbone.
  - Incitatifs financiers (études, implantation).
  - Aides financières à la Recherche et Développement, Démonstration.
  - Réglementation / Politique.
  - Information / Gestion de l'énergie et surveillance
- La liste qui suit n'est pas exhaustive et est présentée à titre d'exemple.

Programmes et mécanismes existants

Niveau fédéral – Quelques exemples

Federal Government	Brief description	Carbon pricing	Financial incentives / Subsidies	Research	Regulatory / Policy instrument	Information / Energy management & monitoring
Federal carbon pricing backstop system	Implementation of a carbon tax of 10$ in 2018 (increasing by 10$/y until 50$ in 2022) in all provinces and territories that do not have an equivalent carbon pricing mechanism	X			X	
Financial assistance for energy efficiency projects (NRCan)	Cost-shared financial assistance of up to 50% of eligible costs to a maximum of $40,000 for energy management systems (EMS) projects (CAN/CSA-ISO 50001), process integration and CFD studies		X			X
Class 43 of Depreciable Property	Accelerated Capital Cost Allowance (CCA) rate to encourage businesses to invest in specified clean energy generation and energy efficiency equipment		X			
Canadian Industry Program for Energy Conservation (CIPEC)	Encourages energy management best practices through dialogue and collaboration, and recognizes and rewards those who lead the way. Participating Industry Officers organize meetings, benchmark energy intensity in various sectors, develop energy efficiency guidebooks and deliver workshops.					X
ENERGY STAR for Industry	ENERGY STAR Energy Performance Indicators (EPIs) can be used to benchmark a facility's energy performance against similar facilities in a given industry					X
Clean Growth Program	$155 million for clean technology research and development (R&D) and demonstration projects in Canada's energy, mining and forestry sectors, including Efficient energy use and productivity		X	X		
Sustainable Development Technology Canada	Funds Canadian cleantech projects and coaches the companies that lead them as they move their ground-breaking technologies to market		X	X		
Clean Energy Innovation - Energy Innovation Program	$49 M over 3 years to support clean energy innovation, with improving industrial efficiency as one of the key priority areas		X	X		
CanmetENERGY	Within NRCan, CanmetENERGY works with industry to co-manage and share the costs of development and commercialization of a range of technologies, including process integration and energy-efficient processes for energy intensive industries			X		X

Programmes et mécanismes existants

Niveau provincial – Quelques exemples

Provincial government		Brief description	Carbon pricing	Financial incentives / Subsidies	Research	Regulatory / Policy instrument	Information / Energy management & monitoring
BC	B.C. Ministry of Energy and Mines (and NRCan) - ISO 50001 Incentive	Up to $80,000 of cost-shared assistance to B.C. industrial companies to implement energy management system (EMS) projects that help facilities pursue compliance with the 50001		X			X
	Government of British Columbia	Carbon tax, with the possible addition of an output-based allocation system for emissions-intensive and trade-exposed industries - $35 in 2018, with $5 annual increases until 2021	X			X	
AB	Government of Alberta - CCI and Emissions Reductions Alberta (ERA)	Carbon levy of $30 in 2018, going up to $50 in 2022, and output-based allocation system (OBAS) of allowable carbon emissions intensity on individual industries,	X			X	
	Alberta Agriculture and Forestry – FEAP Program	Financial support (up to $250,000) to applicants who incorporate high efficiency equipment which will result in cost savings, energy conservation, to reduce GHG emissions		X			
MB	Government of Manitoba	Carbon tax with output-based allocation system (OBAS) of $25 in 2018, stable until 2022.	X			X	
ON	Engineering Feasibility Study (EFS)	Incentives for engineering feasibility studies are available once the company have identified opportunities and need to determine energy savings and project costs. The company can be reimbursed for the full cost of its pre-approved study, up to $50,000		X			
	Energy Manager program	Through the this program, industrial, commercial, and institutional consumers could apply to receive compensation equivalent to 80% of annual salary and benefits up to a maximum of $100k for a full-time energy manager resource		X			X
QC	Système de plafonnement et d'échange de droit d'émission de gaz à effet de serre (SPEDE)	Les industries émettant 25 000 tonnes ou plus de CO2 éq / an sont soumises au système québécois de limitation des émissions de gaz à effet de serre. Le prix plancher est de 18 $ en 2018 et devrait passer à 28 $ en 2022	X			X	
	Transition Énergétique Québec (TEQ) – ÉcoPerformance et Technoclimat	ÉcoPerformance offre du financement pour les études, les analyses détaillées et la mise en œuvre de projets ou de mesures liés à la consommation et à la production d'énergie, de même qu'à l'amélioration des procédés; le management de l'énergie, y compris embauche d'un gestionnaire de l'énergie; l'acquisition d'équipements de mesurage, etc. Technoclimat encourage le développement d'innovations technologiques en matière d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables, de bioénergies et de réduction des émissions de GES en offrant un soutien financier aux promoteurs de projets qui désirent démontrer le potentiel d'une innovation technologique		X			X
NS	Government of Nova Scotia	Cap-and-trade system in development following the announcement of a federal backstop pricing system	X			X	

Programmes et mécanismes existants

Distributeurs d'énergie – Quelques exemples

Utility providers		Brief description	Carbon pricing	Financial incentives / Subsidies	Research	Regulatory / Policy instrument	Information / Energy management & monitoring
BC	**BC Hydro**	Energy Manager Program. BC Hydro funds 50% (up to $50k/y) of an Energy Manager's salary, who is employed by the participating organization. The Energy Manager has access to funding for Energy Studies, and financial incentives for energy-efficient upgrades.		X			X
SK	**SaskPower – Industrial Energy Optimization Program (IEOP)**	Customized technical assistance to identify and implement energy management and capital projects, with financial assistance (50% of the project cost, up to $500,000 for an energy efficiency capital project)		X			
MB	**Manitoba Hydro - Industrial Power Smart Programs**	Natural Gas Optimization Program for technical support and financial incentives to identify, evaluate and implement energy efficiency projects throughout their facilities (up to 50% of the project cost, up to a maximum of $100,000 for energy efficiency measures)		X			
ON	**Enbridge – Energy Management Industrial Programs**	Custom and fixed incentives for customers as well as a Comprehensive Energy Management Program		X			X
QC	**Énergir – Programme Études et Implantation**	Aide financière visant à promouvoir les études de faisabilité, y compris les études d'économie d'énergie (maximum de 20 000 $), et à mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique pour une utilisation plus efficace du gaz naturel (maximum de 175 000 $).		X			
	Hydro Quebec – Programme Solutions efficaces	Appui financier pour plus de 200 mesures énergétiques reconnues ou sur mesure pour des projet novateurs; outils d'aide à la décision ; et soutien dans le cadre du programme de réponse à la demande		X			X
NB	**NB Power – Energy Smart Industrial Program**	Providing financial incentives and advice to industrial facilities - up to $20,000 to assess energy efficiency upgrades, up to $300,000 in incentives for implemented measures, and, if eligible, up to $150,000 in incentives for Energy Management Information System (EMIS)		X			X

Malgré les programmes existants, des défis demeurent

- Manque de données sur l'utilisation de l'énergie dans les usines.
- Ressources humaines et financières dédiées à l'efficacité énergétique limitées.
- Méconnaissance de certains programmes.
- Limites aux programmes existants :
  - Offre dispersée sans véritable guichet unique (fédéral, provincial, distributeurs).
  - Délais et lourdeur administrative dans certains cas.
  - Aides financières différentes d'une province à l'autre ➔ Les priorités peuvent aller aux usines ayant accès à davantage d'aide.
  - Subventions limitées pour les projets de grande envergure.

Remarques finales

- L'efficacité énergétique : une approche unanimement reconnue et très rentable pour réduire les coûts, les GES et améliorer la compétitivité des entreprises.
- Il existe encore un potentiel important inexploité pour améliorer l'efficacité énergétique dans les installations industrielles.
- Des défis techniques, humains et financiers existent pour :
  - **Identifier les projets** et les **mettre en œuvre** selon un plan d'action compatible avec une vision stratégique à long terme.
  - **Définir des politiques et des programmes** assurant une meilleure utilisation des ressources énergétiques renouvelables.
- Une **approche globale de l'utilisation de l'énergie**, tant au niveau d'une usine qu'au niveau d'un système énergétique plus large ou de la définition de programmes est requise pour atteindre les meilleurs résultats.
- Des programmes de soutien existent mais ils ne sont pas tous connus et ont leurs limites.

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Merci pour votre attention!

Questions?

Philippe Navarri, Ph.D.
Optimisation des procédés industriels
CanmetÉNERGIE
Ressources naturelles Canada
Courriel: philippe.navarri@canada.ca
Téléphone: 450 652-2789

Serge Bédard . ing., M.ing.
Optimisation des procédés industriels
CanmetÉNERGIE
Ressources naturelles Canada
Courriel: serge.bedardcanada.ca
Téléphone: 450 652-4957

CanmetÉNERGIE
Leadership en écoInnovation

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2019

Canada