



ENVIRONNEMENT

Innovation technologique

RÉSUMÉ

Les électrotechnologies sont des technologies électriques utilisées dans des procédés industriels comme le chauffage, le séchage, le traitement thermique et la fusion des métaux afin d'obtenir des améliorations notables en matière d'utilisation énergétique. Elles permettent de réduire la consommation d'énergie et de recycler cette dernière en récupérant la chaleur et en l'utilisant de façon plus efficace ainsi qu'en séparant et en récupérant les matières et l'eau à des fins de réutilisation et de recyclage. Les électrotechnologies peuvent donc aider l'industrie canadienne à jouer un rôle actif en matière de promotion du développement durable et d'atténuation des changements climatiques.

Parmi les utilisateurs d'électrotechnologies, citons les industries, les petites et moyennes entreprises, les villes, les municipalités, les gouvernements, les collectivités et les individus.

Les électrotechnologies sont utilisées dans des applications telles que le traitement de l'eau potable et des eaux usées, le traitement des déchets liquides et solides, le transport en vrac, l'amélioration de la qualité de l'air intérieur ainsi qu'au niveau des véhicules électriques.

Canada



OUTIL ET PROCÉDÉ NOVATEURS

LES ÉLECTROTECHNOLOGIES POUR AMÉLIORER LA PRODUCTIVITÉ ET RÉDUIRE LES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE



Photo: Donald Angers / LTE

POINTS SAILLANTS

Technologie

- Amélioration du contrôle des procédés
- Amélioration de la productivité
- Amélioration de la qualité des produits
- Diminution de la consommation de l'énergie
- Amélioration de la santé et de la sécurité au travail

Environnement

- Amélioration de l'efficacité énergétique
- Réduction de la dépendance aux combustibles fossiles
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre
- Absence d'émission toxique
- Augmentation du potentiel de recyclage des matériaux

Objectifs

- Réduction de la consommation de combustible
- Réduction du coût des matériaux (possibilités accrues de recyclage)
- Augmentation de la compétitivité des industries par une économie significative d'énergie



OBJECTIFS DU PROJET / PHASES

Cette fiche technologique vise à sensibiliser l'industrie, les consultants, les ingénieurs, les chercheurs, les gestionnaires et les décideurs politiques du Canada aux nombreuses applications potentielles des électrotechnologies et aux possibilités qu'elles offrent en matière de réduction des coûts de production, d'amélioration de la qualité des produits, de productivité et de protection de l'environnement. La fiche met l'emphase sur les thèmes suivants :

- les électrotechnologies présentement disponibles ;
- les applications et avantages potentiels des électrotechnologies dans les secteurs industriels ;
- le lien entre l'utilisation des électrotechnologies et la réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- l'usage courant des électrotechnologies dans les secteurs industriels (à l'échelle mondiale).

Cette fiche a été produite par le Conseil canadien des électrotechnologies (CCE) en collaboration avec le Laboratoire des technologies de l'énergie (LTE) d'Hydro-Québec qui est membre du Conseil de direction du CCE.

Un des objectifs du CCE est d'optimiser l'échange de connaissances et d'expériences dans le secteur des électrotechnologies afin de contribuer au progrès économique ainsi qu'à la qualité de vie au Canada et dans les autres pays. Le CCE représente le Canada au sein de l'Union internationale pour les applications de l'électricité (UIE).

TECHNOLOGIE

Les électrotechnologies sont des équipements et des systèmes qui utilisent de l'énergie électrique pour produire et transformer des produits de consommation. Elles sont utilisées dans divers procédés industriels tels que le chauffage, le séchage, le traitement thermique et la fusion des métaux.

Par le passé, les combustibles fossiles fournissaient l'énergie nécessaire pour répondre aux besoins énergétiques industriels alors que l'électricité était utilisée principalement

pour les moteurs, l'éclairage et l'électrolyse. Les électrotechnologies actuellement utilisées (voir le tableau ci-dessous) démontrent cependant que l'électricité peut être utilisée dans la plupart des procédés industriels et que ces technologies sont efficaces, avantageuses et facilement adaptables. Dans bien des cas, elles permettent aux industries de réduire leurs coûts de production, d'accroître leur productivité et d'améliorer la qualité de leurs produits ainsi que les conditions de travail

et la sécurité des employés. De plus, l'utilisation des électrotechnologies facilite l'automatisation, la robotisation et la gestion informatisée de la production industrielle.

Propres et ayant moins d'impacts sur l'environnement que d'autres technologies, les électrotechnologies peuvent facilement être adaptées aux diverses opérations industrielles actuelles ainsi qu'aux différentes sources d'énergie alternatives.

PRINCIPALES ÉLECTROTECHNOLOGIES ET PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT CORRESPONDANT

Technologies (par ordre alphabétique)	Principe de fonctionnement
Arc électrique	Le chauffage à l'arc électrique est un procédé de chauffage par plasma basé sur le passage d'un courant entre deux électrodes dans un milieu de gaz ionisé. Les fours à arc peuvent atteindre une température de l'ordre de 4 000 °C si leur source de chaleur rayonnante est générée par des arcs électriques ou submergés.
Compression mécanique de la vapeur	Les vapeurs produites par l'évaporation sont comprimées dans un condenseur à une température et à une pression plus élevées afin de produire de la chaleur. Cette technologie ne requiert aucun fluide de refroidissement et n'utilise qu'un échangeur.
Conduction	La conduction (également appelée chauffage direct par résistance) consiste à passer un courant à travers un matériau pour le chauffer.
Haute fréquence	Même méthode de chauffage que celle des micro-ondes, sauf que le matériau qui doit être chauffé est placé entre des électrodes et soumis à un champ électrique alternatif (de 10 à 30 MHz), ce qui génère de la chaleur.
Induction	Le chauffage par induction consiste à déposer un corps conducteur d'électricité dans un champ électromagnétique. Le courant induit dans le corps provoque son réchauffement.
Laser	Un laser est un dispositif qui émet un faisceau lumineux très intense et cohérent. Ce dispositif permet d'atteindre une densité de puissance très élevée tout en concentrant le faisceau sur une très petite surface.
Micro-ondes	Le chauffage par micro-ondes consiste à soumettre un matériau non conducteur à un champ électrique à ultra-haute fréquence. Les vibrations causées par les charges électriques chauffent uniformément le matériau.
Moteurs à haut rendement énergétique et entraînements à vitesse variable	Les moteurs électriques, pouvant être de diverses puissances et vitesses, convertissent l'énergie électrique en mouvement mécanique rotatif et peuvent remplacer les turbines à vapeur et à gaz ainsi que d'autres types de moteurs. Leur efficacité a été augmentée de façon considérable avec l'ajout de régulateurs à vitesse variable.
Piles à combustible et batteries de nouvelle génération	Les piles à combustible et les batteries de nouvelle génération sont des dispositifs de stockage d'énergie utilisés dans les usines de fabrication et les systèmes de transport. Une pile à combustible produit de l'électricité en initiant une réaction chimique (plutôt qu'une réaction de combustion) entre l'oxygène et l'hydrogène. Les batteries de nouvelle génération utilisent de nouvelles combinaisons de produits chimiques afin d'emmagasiner de façon autonome de l'énergie électrique.
Plasma	Le plasma est un gaz ionisé qui, de ce fait, devient bon conducteur d'énergie électrique. Les générateurs de plasma peuvent chauffer des gaz à une température pouvant atteindre 10 000 °C.
Pompes à chaleur	La température des gaz s'élève quand ils sont comprimés et elle s'abaisse quand ils prennent de l'expansion. Pour produire de la chaleur, le fluide (air ambiant, gaz ou liquide) utilisé dans une pompe à chaleur prélève la chaleur d'une source froide et l'achemine à un réservoir plus chaud. Pour refroidir, la chaleur est extraite de la pièce à refroidir et acheminée au réservoir plus chaud pour ensuite être évacuée.
Procédés électrochimiques	Ces procédés utilisent des dispositifs qui convertissent l'énergie chimique en énergie électrique (ou l'inverse) à partir d'une réaction chimique induite dans une pile électrochimique. Ces procédés comprennent l'électrooxydation, la récupération des métaux, l'électroflottation et l'électrocoagulation.
Rayonnement infrarouge	Le chauffage par rayonnement infrarouge utilise la radiation (courte, moyenne et grande longueurs d'onde) émise par des résistances électriques chauffées à des températures relativement élevées.
Rayonnement ultraviolet	Contrairement aux autres procédés électriques qui ont principalement un effet thermique sur un matériau, le rayonnement ultraviolet produit des effets radiochimiques.
Résistance électrique	Le chauffage indirect par résistance est produit par le passage d'un courant électrique à travers un élément chauffant. La chaleur qui se dégage est confinée dans une enceinte, comme un four. La chaleur peut être utilisée par contact direct ou au moyen d'un matériau intermédiaire.
Séparation sur membrane	Ces procédés, qui comprennent l'osmose inverse, la nanofiltration, l'ultrafiltration et la microfiltration, permettent de séparer et de concentrer diverses fractions d'un liquide chargé de produits en suspension ou de produits dilués. La solution à traiter est mise sous pression par une pompe électrique.

PRINCIPALES APPLICATIONS INDUSTRIELLES DES

Procédés	Applications industrielles							Électrotechnologies										
	Métaux de première fusion	Raffinage du pétrole	Papier et produits connexes	Produits chimiques	Industries de minéraux non métalliques	Industries des aliments	Transformation du bois	Conduction	Arc électrique	Procédés électrochimiques	Résistance électrique	Moteurs à haut rendement énergétique et entraînements à vitesse variable	Piles à combustible et batteries de nouvelle génération	Pompes à chaleur	Induction	Rayonnement infrarouge	Laser	Compression mécanique de la vapeur
Procédés à haute température																		
Fusion	•								✓		✓				✓			
Frittage									✓		✓							
Traitement thermique	•				•			✓			✓				✓	✓		
Traitement de surface								✓							✓	✓		
Fabrication d'anodes	•										✓				✓		✓	
Chauffage/fusion	•				•					✓	✓							
Séchage											✓					✓		
Moulage	•									✓					✓			
Réduction			•								✓							
Reformage				•				✓	✓		✓							
Craquage		•		•					✓									
Cuisson					•													
Procédés à des températures variant de basses à tempérées																		
Teinture/enrobage	•									✓	✓				✓	✓		
Récupération de la chaleur														✓				✓
Cuisson, étuvage, stérilisation, pasteurisation						•		✓			✓				✓	✓		
Séchage			•		•		•				✓	✓		✓		✓		
Séparation										✓		✓						✓
Distillation		•																✓
Digestion			•				•											
Pressage							•					✓						
Blanchiment											✓							
Blanchiment/décoloration			•			•					✓							
Réservoir de détente, évaporateurs multiples			•									✓		✓				
Sous vide		•																
Autres procédés																		
Moteurs et entraînements à vitesse variable												✓						
Compresseurs												✓						
Concassage, mélangeage, broyage	•			•	•	•						✓						
Convoyeurs	•			•	•							✓	✓					
Découpage fraisage/forage							•					✓					✓	✓
Enrobage, placage										✓		✓						
Traitement de l'eau			•							✓		✓						
Transport			•										✓					
Laminage	•											✓						
Pompage		•		•								✓						
Réfrigération						•						✓		✓				
Séparation						•				✓								✓
Rabotage, mise en copeaux, éboutage							•					✓					✓	

RÉSULTATS

Les électrotechnologies représentent une part croissante du fondement énergétique et économique du Canada et s'avèrent très prometteuses pour l'atteinte des engagements du Canada en vertu du Protocole de Kyoto. Utilisées dans les principaux secteurs économiques, elles pourraient permettre de réduire de 19 % les

émissions de gaz à effet de serre (GES), ce qui représente une réduction d'environ 10 % des émissions totales de GES au Canada¹.

Les tableaux ci-dessous présentent :

- Les principaux secteurs industriels canadiens émetteurs de carbone de source énergétique,

les émissions associées (kilotonne de CO₂ équivalent) et le potentiel de réduction des émissions de GES grâce à une utilisation appropriée des électrotechnologies^{1,2}.

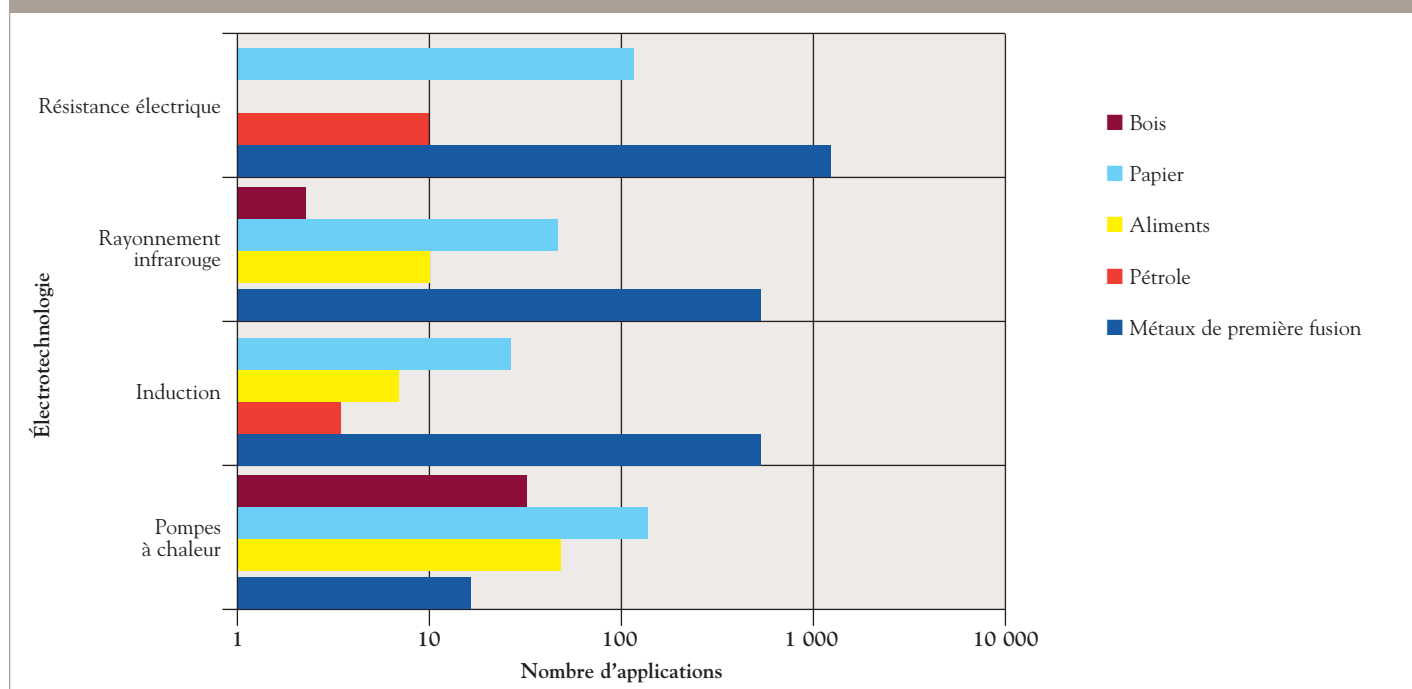
- L'utilisation actuelle des électrotechnologies dans les secteurs industriels (à l'échelle internationale).

RÉDUCTION POTENTIELLE DES ÉMISSIONS DE GES PAR L'UTILISATION DES ÉLECTROTECHNOLOGIES DANS DIVERS SECTEURS INDUSTRIELS CANADIENS (1999)

Code CTI canadien	Secteur industriel	Équivalent des émissions de CO ₂ (kt/an)	Réduction potentielle des émissions de GES (kt/an)*
29	Métaux de première fusion (acier, aluminium, etc.)	19 179	6 500
36	Produits pétroliers	14 878	9 060
27	Papier et produits connexes	9 829	7 650
28	Produits chimiques	9 176	3 850
35	Minéraux non métalliques	5 627	1 760
10	Aliments	3 201	1 890
25	Bois	1 741	1 050
Total pour des secteurs industriels		63 631	31 760

* Données basées sur une mise en œuvre potentielle de 45 % à 55 % (1996)

LES ÉLECTROTECHNOLOGIES LES PLUS UTILISÉES DANS LES SECTEURS INDUSTRIELS À L'ÉCHELLE MONDIALE



¹ Canadian Council on Electrotechnologies: *The Potential for Electrotechnologies at Point of Energy Use to Meet Canada's Commitment for Greenhouse Gas Reductions*.

² L'étude examine la faisabilité technique et non les aspects économiques de mise en œuvre.

POTENTIEL ET LIMITES

Potentiel

Les électrotechnologies, utilisées dans divers procédés industriels, peuvent aider l'industrie canadienne à améliorer leur productivité, la qualité de leurs produits et la protection de l'environnement.

Les avantages des électrotechnologies sont :

- Réduction de la consommation énergétique
- Réduction de la pollution
- Plus grande compatibilité avec l'automatisation
- Plus grande souplesse des procédés de fabrication

- Augmentation du recyclage des matériaux (la plupart des technologies de recyclage sont des électrotechnologies)
- Amélioration de l'environnement de travail
- Réduction des pertes thermiques
- Conservation des ressources non renouvelables
- Intégration de l'approvisionnement énergétique

Limites

- Sensibilisation insuffisante de l'industrie et des consommateurs au potentiel des électrotechnologies

- Connaissance insuffisante des technologies
- Coûts initiaux d'immobilisation
- Nombre insuffisant de démonstrations à l'échelle industrielle et manque de preuves sur les avantages économiques

Les électrotechnologies doivent également faire concurrence aux anciennes technologies dont les coûts d'immobilisation ont été amortis depuis plusieurs années.

INFORMATION

La présente fiche technologique est basée sur une analyse bibliographique financée par Ressources Naturelles Canada et sur l'expertise du Conseil canadien des électrotechnologies et du Laboratoire des technologies de l'énergie d'Hydro-Québec. Le projet a reçu l'appui technique et financier d'Environnement Canada.

Pour de plus amples renseignements, s'adresser à :

Laboratoire des technologies de l'énergie
Donald Angers
Tél. : (819) 539-1417
Courriel :
angers.donald@lte.ireq.ca
Site Web:
<http://www.ireq.ca>

**Environnement Canada
Innovation, Suivi et Secteurs industriels**
Jean-René Michaud, ing.
M.Sc.A.
Tél. : (514) 283-9207
Courriel :
jean-rene.michaud@ec.gc.ca

Conseil canadien des électrotechnologies
Rick Clayton
Tél. : (819) 539-1560
Courriel :
rick.clayton@cce.qc.ca
Site Web:
<http://www.cce.qc.ca/>

Ou
Georges Houlachi
Tél. : (819) 539-1400
poste 1307
Courriel :
georges.houlachi@cce.qc.ca

Innovation technologique
Les fiches d'information Innovation technologique, produites par Environnement Canada, sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors de projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les secteurs suivants : eaux usées, émissions atmosphériques, sols contaminés, matières résiduelles, déchets dangereux, agro-environnement, et outils et procédés novateurs.

Vous pouvez obtenir les fiches en vous adressant à :
Environnement Canada
Innovation, Suivi et Secteurs industriels
105, rue McGill, 4^e étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
Téléphone : (514) 496-6851
1 800 463-4311

Publications disponibles sur le site d'Environnement Canada sous la rubrique Publications :
<http://www.qc.ec.gc.ca/dpe>

Production :
Julie Leduc

Rédaction :
Donald Angers
Georges Houlachi

Révision du texte :
Jean-René Michaud
Rick Clayton

Mise en page :
Lacroix O'Connor Lacroix

Impression :
Les impressions IntraMédias

Publié avec l'autorisation du ministère de l'Environnement © Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2005

No de cat. : En-113/58-2005F
ISSN: 1712-0225
ISBN: 0-662-79562-8

Novembre 2005

Also available in English under the title: Electrotechnologies to Enhance Productivity and Reduce Greenhouse Gas Emissions

Canada