

HEC MONTRÉAL

CHAIRE DE GESTION DU SECTEUR
DE L'ÉNERGIE



LES MOTEURS ÉLECTRIQUES EN AMÉRIQUE DU NORD : NORMES D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ET TRANSFORMATION DU MARCHÉ

Arthur Barial

Projet supervisé, M.Sc spécialisation en affaires internationales, HEC Montréal

Sous la supervision de Pierre-Olivier Pineau, professeur titulaire, Département des sciences de la décision, titulaire de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie et de Ekaterina Turkina, professeure adjointe, Département des affaires internationales, HEC Montréal

Note aux lecteurs : Les rapports d'étude de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie sont des publications aux fins d'information et de discussion. Ils ont été réalisés par des étudiants sous la supervision d'un professeur. Ils ne devraient pas être reproduits sans l'autorisation écrite du (des) auteur(s). Les commentaires et suggestions sont bienvenus, et devraient être adressés à (aux) auteur(s). Pour consulter les rapports d'étude et les cahiers de recherche de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie à HEC Montréal, visitez le site <http://energie.hec.ca>.

À propos de la Chaire de gestion du secteur de l'énergie : Créée en 2013, la Chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal a pour mission d'augmenter les connaissances sur les enjeux liés à l'énergie, dans une perspective de développement durable, d'optimisation et d'adéquation entre les sources d'énergie et les besoins de la société. La création de cette chaire et de ce rapport est rendue possible grâce au soutien d'entreprises partenaires. Pour plus d'information ou pour consulter nos autres publications, visitez le site <http://energie.hec.ca>.

Juillet, 2014

Chaire de gestion du secteur de l'énergie

HEC Montréal
3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine
Montréal (Québec) Canada
H3T 2A7

Conception infographique : Émilie Parent et Johanne Whitmore

Copyright©2014 HEC Montréal. Tous droits réservés pour tous pays. Toute traduction et toute reproduction sous quelque forme que ce soit sont interdites. Les textes publiés dans la série des rapports d'étude n'engagent que la responsabilité de(s) auteur(s).

Table des matières:

I. Introduction:	1
II. Marché des moteurs électriques:	2
1- État des lieux	2
a) Consommation énergétique des moteurs, perspective globale et appliquée à l'Amérique du Nord.	2
b) État du marché au niveau américain:	5
c) Quelles sont les économies d'énergie potentielles?	7
2 - Acteurs en présence dans l'élaboration des lois.	9
a) Les associations de manufacturiers:	10
b) Les agences gouvernementales et les États américains / provinces canadiennes:	11
c) Les associations nationales et transnationales:	11
d) Les fournisseurs d'énergie:	12
3 - Les barrières à l'efficacité énergétique.	12
a) L'Information imparfaite	14
b) La rationalité limitée	16
c) Le fractionnement des incitations (<i>split incentive</i>)	16
III. Les normes en vigueur	20
1- Panorama des réglementations au niveau mondial, quelle est la place des États-Unis et du Canada?	20
2- Amérique du Nord.	22
3 - Europe.	25
IV. Analyse de la mise en place de normes en Amérique du Nord	31
1- Facteurs d'influence	31
a) Prise de conscience de l'importance d'agir	31
b) La consultation des manufacturiers comme facteur clé de succès	32
c) Incitatifs et programmes pédagogiques comme facilitateurs de la transformation du marché.	36
2 - Répliquer le succès nord-américain en Europe?	43
a) Constat.	43
b) Les enjeux européens:	44
c) Reproduire le succès nord-américain?	46
V. Conclusion:	48
VI. Références:	50
ANNEXES:	56

I. Introduction:

L'efficacité énergétique occupe de plus en plus de place dans le discours public, notamment en Europe et en Amérique du Nord. Cette volonté des gouvernements met en lumière la nécessité de changement d'outils de production pour arriver à une meilleure adéquation entre productivité et consommation d'énergie.

Malgré les critiques adressées aux États-Unis concernant leur implication limitée dans des actions internationales de lutte contre les changements climatiques, il se trouve que ce pays et son voisin canadien sont deux chefs de file en matière d'efficacité énergétique dans le domaine des moteurs électriques industriels, avec la mise en place de normes strictes depuis de nombreuses années. Avec la promulgation de deux séries de lois (*Energy Policy Act* en 1992 et *Energy Independency Act* en 2007), ces deux pays ont fait changer leur parc de moteurs industriels de façon notable, en obligeant les utilisateurs à se procurer des équipements aux standards de performance toujours plus élevés.

Il est alors intéressant de comprendre pourquoi le Canada et les États-Unis occupent cette position privilégiée et comment les mesures ont pu être mises en place avec autant d'avance comparativement à des économies similaires comme celle de l'Union Européenne.

Avant de mettre en évidence les mécanismes qui leur ont permis de devenir des leaders en efficacité énergétique dans le secteur, définissons cette consommation ainsi que les potentiels d'économies d'énergies découlant des politiques mises en place depuis la fin des années 1990. La définition des acteurs en présence, des barrières à l'efficacité énergétique et des caractéristiques des normes sera aussi un pré-requis à la compréhension du succès des politiques américaine et canadienne.

II. Marché des moteurs électriques:

1- État des lieux

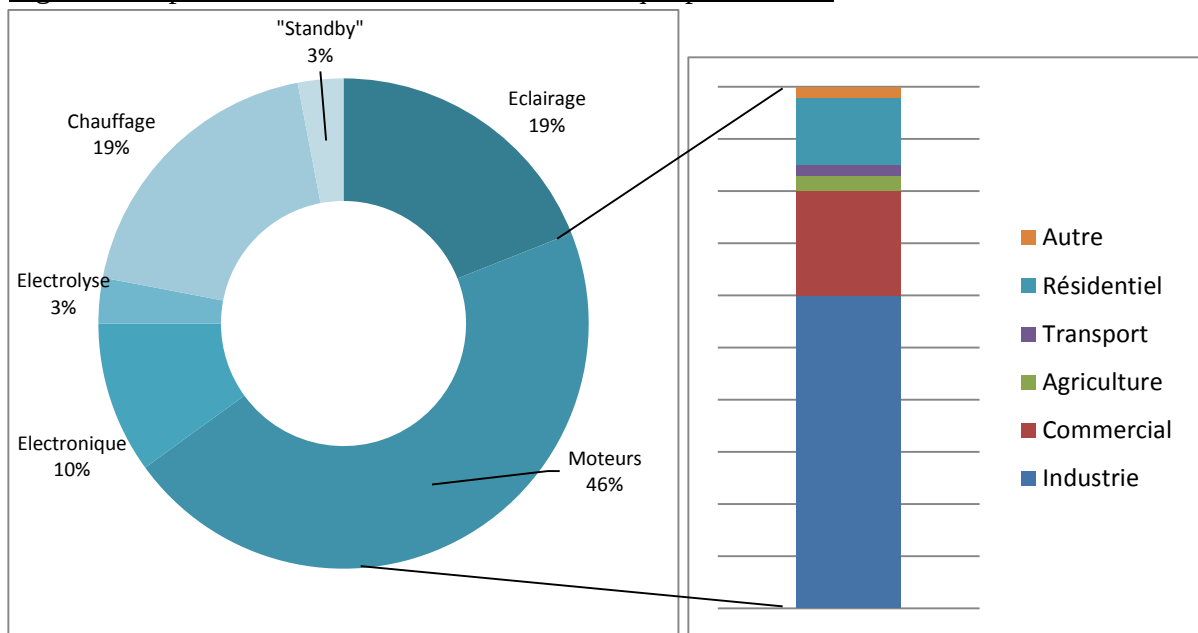
a) Consommation énergétique des moteurs, perspective globale et appliquée à l'Amérique du Nord.

Pour mieux comprendre les enjeux de l'efficacité énergétique concernant les moteurs électriques industriels, il est bon de faire un état des lieux de la consommation électrique au niveau mondial. Celle-ci s'élève en 2011 à quelques 19 298 TWh, ayant quasiment doublé en 20 ans, notamment portée par l'émergence de nouveaux pays tels l'Inde ou la Chine (EIA, 2014a).

En s'intéressant à la consommation par pays, notons en premières positions les grandes puissances économiques telles les États-Unis, la Chine ou encore l'Union Européenne, qui totalisent à elles trois plus de 56% de la consommation mondiale d'électricité. Si l'on ajoute à ce chiffre d'autres puissances telles que le Japon, la Russie et l'Inde, nous retrouvons une part de plus de 70% de l'énergie globale consommée (Brunner et Werle, 2011, IEA 2014).

Nous pouvons alors décomposer cette consommation (Waide et Brunner 2011) afin de mieux comprendre la place des moteurs électriques dans l'utilisation de l'électricité. Ceux-ci occupent de fait la part la plus importante - avec 46% de l'énergie utilisée internationalement - bien loin devant d'autres postes tels que l'éclairage ou le chauffage (Figure 1).

Figure 1: Répartition de la consommation électrique par secteur:



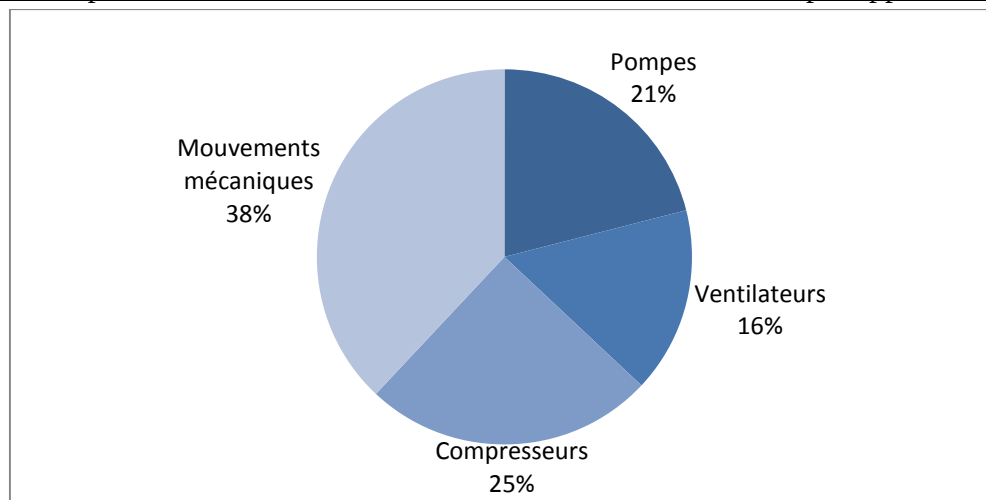
Source: Waide et Brunner 2011.

Ces moteurs sont utilisés dans cinq grands secteurs (résidentiel: 13%, commercial: 20% agriculture: 3%, transport: 2% et industrie: 60%).

Le secteur industriel compte donc pour 60% de l'utilisation de moteurs électriques, soit une part de 27,6% de l'électricité mondiale simplement pour les moteurs industriels. Avec une part globale de 5 326 TWh utilisés par année, les politiques d'efficacité énergétique se doivent de prendre en compte ce secteur névralgique. Cela a notamment été le cas aux États-Unis, dans les années 80 où le gouvernement prend conscience des économies réalisables dans le secteur (Benkhart, 2011), mais aussi en Europe avec un temps de retard lors de la promulgation de la directive 2005/32/CE du Parlement européen portant sur les exigences d'éco-conception des moteurs électriques.

Dans l'industrie, ces moteurs sont essentiellement utilisés dans les mouvements mécaniques, les pompes (transport de fluides tels que l'eau, le pétrole, etc.), les ventilateurs (entre autres pour des systèmes de chauffage/climatisation) et enfin les compresseurs (systèmes de refroidissement notamment). La répartition de la consommation électrique des moteurs par fonction est composée comme suit:

Figure 2: Répartition de la consommation mondiale dans l'industrie par application.



Sources: De Almeida et al, 2008.

La consommation de ces moteurs électriques peut aussi être divisée en fonction du type de moteur utilisé, notamment de leur puissance. Les petits moteurs - fabriqués en grande série - représentent près de 90% de la population globale, mais seulement 9% de la consommation, alors que la part la plus importante en termes d'utilisation est celle des moteurs de taille moyenne. De fait, avec un peu plus de 10% en termes de population, ils représentent 68% de la consommation totale des moteurs, soit 4 700 TWh ou 30% de la demande mondiale d'électricité (tableau 1).

Tableau 1: Principaux types de moteurs électriques en fonction de leur puissance et de leurs caractéristiques au niveau global:

	Petits moteurs	Moteurs à usage général de taille moyenne	Grands moteurs
Puissance	10 - 750 W	0,75 - 375 kW	375 - 10 000 kW
Utilisation	Pompes, appareils, ventilateurs	Pompes, ventilateurs, compresseurs, manutention industrielle	Industrie et infrastructure
Voltage	< 240 V	Entre 200 et 1 000 V	Entre 1kV et 20kV
Fabrication	Induction, "pôle ombragé". Grande série	Asynchrone Grande série, dimensions standards.	Synchrone Conçu sur mesure
Nombre de moteurs en activité	2 milliards	230 millions	0,6 millions
Part de la consommation des moteurs électriques	9%	68%	23%

Source: Waide et Brunner, 2011.

Au-delà de cette phase d'introduction, intéressons-nous aux États-Unis et au Canada. Ces deux pays sont d'une part de gros consommateurs en terme d'électricité utilisée par les moteurs dans le monde (18% pour les États-Unis et 3% pour le Canada, faisant en sorte que l'association de ces deux pays arrive quasiment au niveau de la Chine en la matière) mais sont aussi, comme nous le verrons par la suite, des chefs de files concernant l'efficacité énergétique dans ce domaine. La consommation par type de moteur et les possibilités de gains d'énergie nous aideront à comprendre la pertinence des mécanismes mis en place par les différents gouvernements et groupes d'intérêt telles les associations de manufacturiers. Le potentiel d'économies d'énergie est un incitatif à réglementer dans le domaine pour assoir une certaine indépendance énergétique et peut aller de pair avec la volonté des manufacturier d'écouler plus de produits (et à plus haut coût du fait de nouvelles technologies) par l'intermédiaire de régulations.

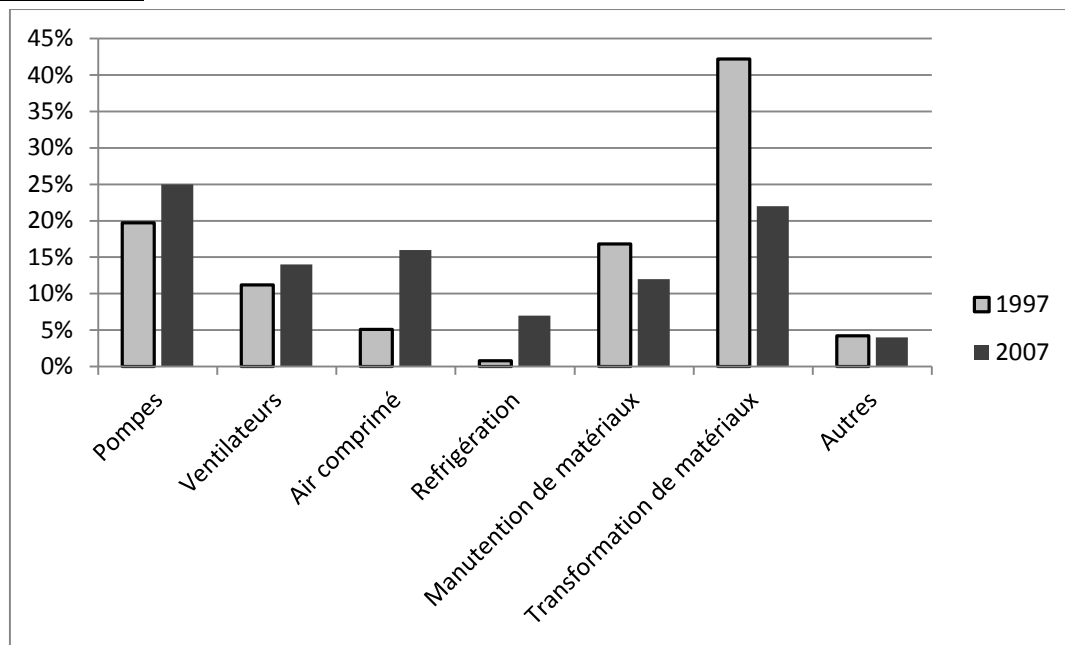
En 2009, l'IEA estime que les moteurs de tous types représentent respectivement près de 38% et 46% de la consommation totale américaine et canadienne (Waide et Brunner, 2011). Parmi celle-ci, nous notons que les moteurs industriels représentent 17% de l'utilisation totale d'électricité aux USA et 28% au Canada (Waide et Brunner, 2011).

Alors qu'une étude du ministère américain de l'énergie (DOE) évaluait la consommation des moteurs électriques d'une puissance de 0,75 à 375 kW à 23% de la consommation globale américaine dans les années 80 (Benkhart, 2001), cette part n'a quasiment pas varié au cours des trente dernières années. Nous retrouvons des chiffres similaires chez le voisin canadien avec une participation à la consommation nationale variant entre 18 et 27% suivant le mode de calcul utilisé pour définir le nombre de moteurs en activité (Waide, Brunner 2011). L'impact de l'amélioration de la performance sur ces machines, même minime, laisse alors augurer des économies conséquentes.

b) État du marché au niveau américain:

Selon Lowe et al. (2010), le marché des moteurs électriques est souvent combiné à celui des générateurs (équipements qui transforment l'énergie mécanique en énergie électrique), ce même marché américain est alors estimé à 15 milliards de dollars par an alors que celui des moteurs à proprement parler représenterait 1 milliard de dollars. Le manque de données sur la population au niveau industriel nous permet simplement de mettre en évidence la distribution par application en 1997 et 2007 (Tableau 2).

Tableau 2: Distribution de la consommation électrique par application aux États-Unis en 1997 et 2007:



Sources: Waide et Brunner, 2011.

Le marché actuel des moteurs électriques peut être analysé sous un autre angle, soit celui de la classe énergétique (Epact, Nema Premium ou autre¹). En ce qui concerne la ventilation des ventes par type de moteur, les estimations fournies par le ministère de l'énergie américain nous permettent d'effectuer une cartographie des ventes pour l'année 2013. Les moteurs Epact représenteraient environ 5% du total alors que les moteurs NEMA

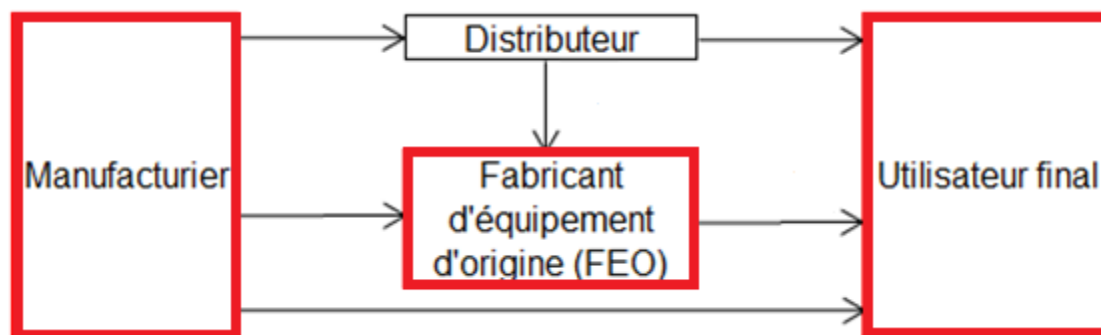
¹ Sans rentrer pour le moment dans les détails de la mise en place et la période de "lancement" des différents niveaux de législation, il existe aujourd'hui trois grandes classes de moteurs en activité en Amérique du Nord. Les moteurs dits Epact dont l'utilisation a été rendue obligatoire pour les nouveaux produits mis sur le marché à partir de 1997 au Canada et aux États-Unis. Les moteurs dits Nema Premium, génération de moteurs encore plus performants, rendus obligatoires sur la même base que celle des moteurs Epact à partir de 2011 et enfin les moteurs qui ne rentrent pas dans ces catégories du fait de leur taille ou spécificité.

Premium atteindraient 75% du marché (Boteler 2009). Le reste, soit 20% serait occupé par les autres moteurs.

Structure du marché:

Il est aussi bon de s'intéresser à la structure du marché de ces moteurs électriques, de la chaîne de livraison du producteur au client final afin de comprendre quelles peuvent être les motivations des différents acteurs dans la mise en place de normes et leur efficacité (De Almeida, 1998). Nous constatons que ce marché est assez particulier du fait de la structure des produits (moteurs seuls mais aussi des produits composés en partie de moteurs comme les compresseurs ou les ventilateurs). De manière globale, trois catégories d'acteurs peuvent être identifiées, comme étant les manufacturiers, les fabricants d'équipement d'origine et enfin les utilisateurs finaux (figure 3).

Figure 3: Structure du marché.



Source: De Almeida 1998, (DOE, 2007), (DOE, 2008).

Nous identifions dans un premier temps les manufacturiers comme acteurs principaux. Le marché des moteurs est assez éclaté, avec une multitude de participants individuels. A titre d'exemple la NEMA (National Electrical Manufacturers Association) est composée de 400 membres parmi lesquels nous pouvons sélectionner quelques acteurs principaux tels ABB, Baldor, Emerson ou encore Siemens et General Electric. Ces acteurs sont des leaders au niveau mondial. À titre d'exemple, Siemens est le premier fabricant de moteurs basse tension en 2009 avec une part de marché globale estimée de l'ordre de 11% (Chausovsky, 2011), alors qu'ABB et Baldor représentaient respectivement 8,5 et 4,5% de ce même marché. Celui des moteurs de moyenne tension suit à peu près la même tendance avec des parts de marché pour Siemens et ABB de l'ordre de 14,5 et 13% (Chausovsky, 2011) alors que GE n'en représente que 4 %.

Ce marché a aussi subi de profondes transformations ces dernières années, et ce notamment par l'intermédiaire de nombreuses fusions-acquisitions. Nous assistons à la création de

géants du secteur, présents sur plusieurs marchés et cherchant à conquérir de nouvelles régions par l'acquisition de concurrents.

Les rachats récents concernent notamment l'américain Baldor Electric C., acquis par le suisse ABB en 2010 avec comme conséquence un accès privilégié au marché étasunien pour ce groupe et une position dominante au niveau international (part de marché mondiale de l'ordre de 12%). Une autre entreprise américaine, la division moteur d'Emerson Motors C. est rachetée par Nidec, avec comme ambition de devenir leader mondial à horizon 2015 (Chausovsky, 2011). Du côté américain, General Electric rachète Converteam en 2011, une entreprise spécialisée dans les produits d'efficacité énergétique tels que les "drives" et autres générateurs et contrôleurs électroniques.

Le marché des moteurs tend alors à se concentrer autour de quelques grands acteurs tels ABB ou Nidec, ce qui va augmenter leur pouvoir de négociation notamment lors de phases de lancement de nouvelles normes. Cela implique aussi une nécessité de la part des acteurs de jouer avec plusieurs réglementations en fonction de leurs marchés cibles.

Les fabricants d'équipement d'origine sont aussi des acteurs importants, qui sont en réalité des producteurs de produits composés d'un moteur, tels que les pompes, les ventilateurs ou les compresseurs, et qui utilisent les moteurs en tant que tel dans la conception de leurs produits finaux. Pour conclure, notons les consommateurs finaux, issus de différents types d'industries: papier, textile, agroalimentaire, impression, etc. Une étude du ministère de l'énergie américain (DOE, 2007) indique que, pour les États-Unis, les principaux canaux de distributions sont tout d'abord les ventes du manufacturier vers le FEO puis vers les clients (50%), viennent ensuite les transactions du fabricant vers les distributeurs et les clients finaux (24%), les transactions passant par les distributeurs, FEO et clients arrivent en troisième position (23%). Enfin les ventes directes à l'utilisateur représentent environ 2% du total des ventes de moteurs électriques.

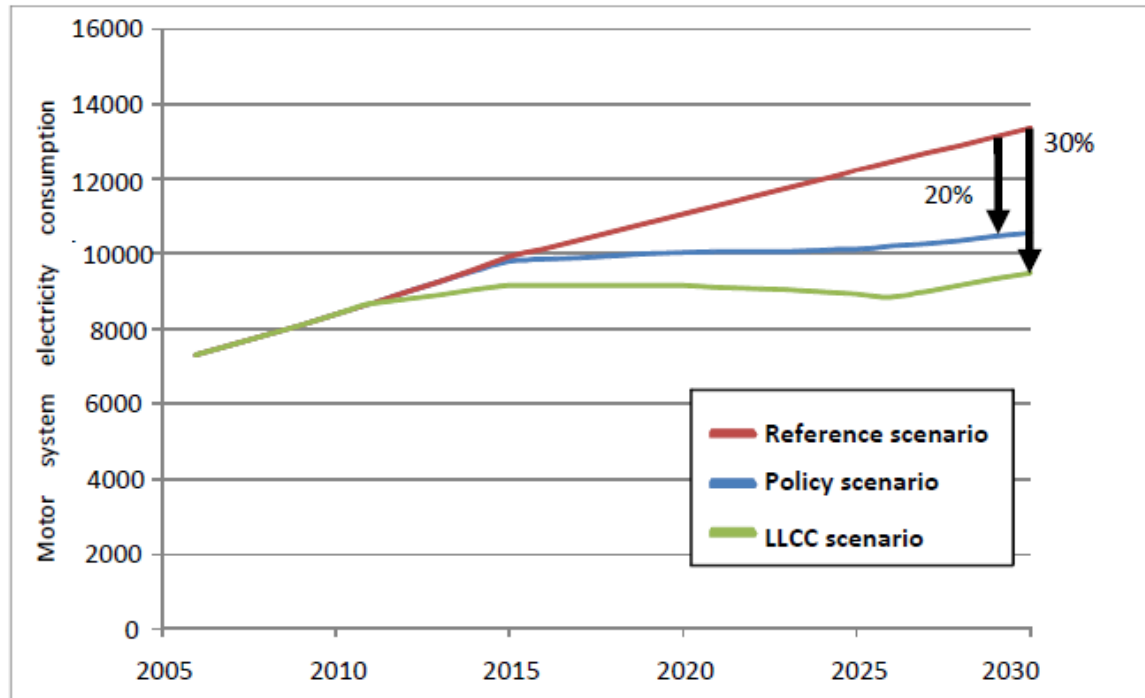
Après cette cartographie du marché des moteurs, étudions les économies possibles grâce à des politiques d'efficacité énergétique (politiques publiques mises en place par un gouvernement) et à la transformation du marché de moteurs industriels (innovation/diffusion par les associations industrielles).

c) Quelles sont les économies d'énergie potentielles?

Au niveau mondial, les estimations faites par l'IEA en 2011 mettent en relief une augmentation importante de la consommation totale de l'ordre de 60%, passant d'environ 8 000 TWh / an à plus de 13 300 TWh / an à horizon 2030 (Waide, Brunner, 2011). L'agence internationale fait aussi état de gains potentiels d'énergie assez importants en fonction des mesures mises en place. Concrètement, si tous les pays adoptaient des mesures strictes concernant les moteurs électriques, un gain de 20% (Waide et Brunner 2011) pourrait être effectué, soit une économie en 2030 de l'ordre de 2 800 TWh/an. Dans le cas

où tous les consommateurs changeraient leurs équipements pour des modèles efficaces - suivant le *Least life-cycle cost*, soit le fait de choisir le moteur qui sera le moins coûteux tout au long de son activité - les gains avoisineraient les 30%, soit une économie annuelle en 2030 de quasiment 3 900 TWh/an (Figure 4).

Figure 4: Potentiels d'économies d'énergie en fonction des mesures mises en place:



LLCC = least life-cycle cost.

Source: Waide et Brunner 2011.

Ces chiffres, affichés pour donner une idée des économies potentielles réalisables sont néanmoins discutables dans le sens où, comme nous le verrons, les politiques en termes d'efficacités énergétiques varient grandement en fonction des pays.

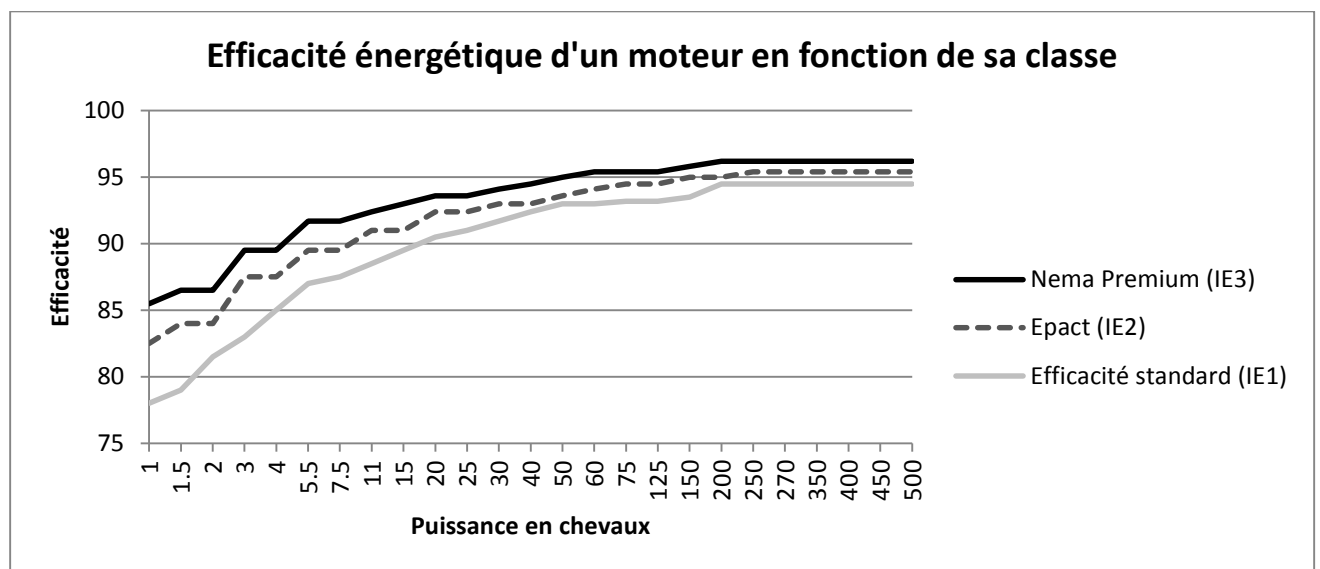
Cependant, au vu de la part des moteurs dans la consommation électrique en Amérique du Nord, et plus particulièrement aux États-Unis, une optimisation de leur performance en matière énergétique laisserait augurer des économies substantielles à l'échelle du pays. Cela a été compris assez tôt aux États-Unis, où une étude réalisée par le ministère de l'énergie américain en 2002 menait à des résultats de 14,8% (85 157 GWh/an) d'économies sur la consommation du secteur industriel, soit entre 3 et 5 milliards de dollars (Waide, Brunner, 2011).

Dans ce total, environ 4% (24 577 GWh/an) seraient imputables au changement du parc de moteur d'ancienne génération pour des produits estampillés Epack et se trouvant dans la catégorie des moteurs de taille moyenne, soit entre 0,75 et 200 kW à l'époque. Le reste du

gain prévu aurait été dû à de meilleures pratiques de maintenance, à la baisse de la taille des moteurs pour qu'elles soient plus adaptées à leurs activités et ainsi éviter les déperditions d'énergie, ou encore à la mise en place de mécanismes de contrôle de la vitesse des moteurs.

Ces gains, en termes énergétiques, viennent du fait que les moteurs dits Epact, sont intrinsèquement plus efficaces que les modèles dits classiques (Figure 5).

Figure 5: Efficacité énergétique² en fonction de la classe du moteur:



Source: Tables NEMA, reprises dans Benhaddadi et al. 2011.

Les gains énergétiques sont donc substantiels, aussi bien au niveau mondial qu'américain, et plus particulièrement dans l'industrie, qui utilise des moteurs puissants représentant la plus grande partie de la consommation électrique du parc national de moteurs. Une fois ce potentiel établi, il est intéressant de comprendre quels sont les acteurs en présence avant de mettre en évidence les politiques menées pour coller au plus près du potentiel maximum d'économies d'énergies.

2 - Acteurs en présence dans l'élaboration des lois.

Afin de comprendre les ressorts législatifs et les relations entre les différents acteurs qui ont mené à la création des lois d'efficacité énergétique (EPA et EISA), définissons ces mêmes parties prenantes. Nous identifions quatre types d'acteurs principaux, soit les associations de manufacturiers, les agences gouvernementales, les associations transnationales et enfin les fournisseurs d'énergie.

² Cette efficacité énergétique correspond au ratio entre la puissance mécanique à la sortie du moteur par rapport à l'électricité utilisée par ce même moteur (Waide et Brunner, 2011).

a) Les associations de manufacturiers:

La NEMA (National Electric Manufacturers Association) aux États-Unis et l'EEMAC (Electrical Equipment Manufacturers Association of Canada) au Canada sont des associations de fabricants du secteur électrique. L'organisation américaine est celle qui a le poids le plus important sur le marché du fait de sa taille et de sa capacité de pression sur le législateur. Elle est notamment connue pour son implication et sa contribution à différentes lois en efficacité énergétique (Brunner et Borg, 2009; Lowe et. al, 2011).

Née du regroupement en 1926 de l'association de manufacturiers (*Association of Electric Motor Manufacturers* et l'*Associated Manufacturers of Electrical Supplies*), elle regroupe aujourd'hui plus de 400 membres (NEMA, 2014a). Ceux-ci commercialisent des produits allant des moteurs et générateurs à des batteries ou autres luminaires.

Le mode de fonctionnement de l'association repose à la fois sur une représentation des producteurs de produits électriques de manière globale, mais aussi par la défense de certaines catégories de manufacturiers par la création de huit divisions regroupant une cinquantaine de sections produits. Cet organisme milite pour défendre l'intérêt de ses membres auprès du gouvernement américain, notamment en ce qui concerne les nouvelles législations.

Le rôle de ces regroupements est de développer des standards d'efficacité énergétique qui permettront à l'industrie en tant que telle d'avoir des points de repère et une classification claire. Ces associations doivent aussi promouvoir les futurs changements en matière de législation au sein de la "communauté" des manufacturiers, avec la diffusion de nouvelles pratiques et technologies dans le but d'être à la pointe de ce qui peut être fait en matière d'efficacité énergétique. Une dernière facette de la mission de ce regroupement réside dans l'établissement de produits "éducatifs" et marketing pour permettre de communiquer auprès des clients finaux. La NEMA et l'EEMAC ont aussi joué un rôle dans la mise à l'agenda et l'élaboration d'une politique publique en collaboration avec les agences gouvernementales. Cela afin de mettre en place des réglementations et conseiller ces mêmes agences pour que ces nouvelles directives soient transposables dans l'industrie, c'est à dire cohérentes avec l'état du marché ou de la technologie actuelle.

b) Les agences gouvernementales et les États américains / provinces canadiennes:

Notons deux principaux acteurs au niveau nord-américain comme le ministère de l'énergie américain (DOE) et le ministère des ressources naturelles (RNCAN) au Canada. Ceux-ci ont pour but de mettre en place les réglementations comme nous l'avons dit, mais aussi de promouvoir des actions et initiatives en termes d'efficacité énergétique.

Au niveau des États américains et des provinces canadiennes, de nombreux programmes sont mis en place par les gouvernements locaux pour favoriser le processus de changement des moteurs d'ancienne génération et permettre aux clients d'avoir l'information nécessaire pour faire le choix de produits plus performants.

c) Les associations nationales et transnationales:

La principale association dans le domaine est le CEE (Consortium for Energy Efficiency), organisation sans but lucratif regroupant des agences publiques américaines et canadiennes. La CEE est composée de plus de 130 organisations gouvernementales, ONG, services d'électricité, groupes environnementaux et de recherche et enfin agences énergétiques de 46 États et huit provinces. Celles-ci mettent en œuvre des programmes d'efficacité énergétique grâce à des incitatifs ou en communiquant auprès des industriels sur les gains économiques liés aux nouveaux moteurs.

Le CEE est un des piliers de l'efficacité énergétique dans le domaine industriel du fait de la coopération qu'il peut créer entre différents acteurs, mais aussi par la place qu'il a su occuper. Concernant les moteurs électriques, nous comptons 57 entités partenaires participant aux programmes de transition énergétique (Annexe 1) (CEE, 2013).

Le but de cet organisme est notamment de coordonner les pratiques au niveau Nord-Américain, mais aussi de jouer un rôle dans les mesures incitatives et pédagogiques concernant le changement des moteurs les moins performants. La préparation de standards en collaboration avec la NEMA est aussi une de ses compétences (Brunner et Borg 2009). Cet organisme a notamment lancé quatre initiatives pertinentes pour atteindre cet objectif (Motor Decisions Matter, Compressed Air Challenge, Motor System Initiative et Green Motor Initiative) que nous détaillerons par la suite. La CEE tente de modifier la population des moteurs au Canada et aux États-Unis en mettant en place des mesures qui sont à la fois rentables, pérennes, avec des économies d'énergies vérifiables et enfin transposables dans les États et provinces en fonction de leurs caractéristiques économiques (Emanuele et Zaragoza 2011). Le CEE gère en 2010 plus de 83% du budget total en matière d'efficacité énergétique industriel (Emanuele et Zaragoza, 2011), budget provenant des membres eux-mêmes et de subventions de la part du *Department of Energy* et du *U.S Environmental Protection Agency* (CEE, 2007).

La deuxième association importante aux États-Unis est l'ACEEE (American Council for Energy-Efficient Economy). Fondée en 1980, c'est une organisation non gouvernementale états-unienne (Brunner et Borg, 2010) ayant pour but de promouvoir l'efficacité énergétique par l'intermédiaire de programmes adaptés et de faire avancer les lois en la matière (ACEEE, 2014). L'organisation concentre ses travaux sur trois types de programmes. Influencer les politiques énergétiques dans un premier temps, et cela en conseillant le législateur sur les meilleures pratiques. Faire de la recherche en second, et pour conclure lancer des opérations de communication et d'information par l'intermédiaire de conférences ou de rapports.

d) Les fournisseurs d'énergie:

Ces fournisseurs - au rang desquels nous retrouvons de grands acteurs tels que Xcel Energy, ayant des activités dans huit États américains ou encore National Grid, desservant plus de cinq millions de clients - jouent deux rôles différents dans notre cas. Dans un premier temps, une grande partie d'entre eux sont membres de la CEE, et donc financent cette organisation et ses initiatives en matière d'économies d'énergie. Deuxièmement, ils mettent en place des incitatifs spécifiques pour permettre aux entreprises notamment d'effectuer une transition énergétique (Geller et al. 2005). Au total, les actions mises en place par ces fournisseurs d'électricité ont permis d'économiser environ 1,7% de la consommation d'électricité américaine en 2000 (York et Kushler, 2002).

Avant d'étudier les mécanismes qui ont permis à l'Amérique du Nord de devenir *leader* dans le domaine, il est intéressant de comprendre quelles sont les principales barrières à l'efficacité énergétique sur le marché des moteurs électriques. Nous verrons ensuite comment les politiques étatiques ont mené à des avancées substantielles dans l'acceptation des nouveaux moteurs.

3 - Les barrières à l'efficacité énergétique.

La notion de barrière à l'efficacité énergétique peut être définie comme étant un mécanisme qui inhibe l'investissement dans des technologies qui sont à la fois efficaces d'un point de vue énergétique et économiques (Sorell et al. 2000).

De manière globale, de nombreuses barrières sont identifiées dans la littérature (Annexe 2) pour tenter d'expliquer ce type de comportement concernant les mesures d'efficacité énergétique. Les principales barrières identifiées sont dérivées de concepts institutionnels et économiques - comme l'information imparfaite (Howarth et Andersson, 1993 ; Hewett, 1998, Sorell et al. 2000), l'accès au capital (Hirst et Brown 1990 ; Eyre, 1997, Jaffe et Stavins, 1994) ou encore le fractionnement des incitations (Jaffe et Stavins, 1994) - comportementaux - comme par exemple l'inertie (Stern et Aronson 1984, Sorell et al. 2000) ou la rationalité limitée (De Almeida 1998, De Canio 1993) - et enfin organisationnels comme la culture au sein d'une entreprise (Sorell et al. 2000).

Nous pouvons reprendre les principaux obstacles pour illustrer les difficultés qui peuvent être rencontrées dans le domaine des moteurs électriques. Cela nous permettra de comprendre comment les politiques énergétiques dans le domaine en Amérique du Nord ont réussi à les surpasser. Le succès d'une politique énergétique efficace peut en effet être vu comme étant celle qui permet de dépasser ces barrières par l'intermédiaire de différentes mesures.

Nous identifions trois principales barrières dans notre cas, du fait de la spécificité du marché et des relations qui existent entre les acteurs présents à la fois de manière générale mais aussi spécifiques aux entreprises en elles-mêmes.

Dans un premier temps l'information imparfaite, source d'une mauvaise compréhension des économies réalisables grâce aux moteurs de nouvelle génération, et qui se caractérise principalement par une mauvaise diffusion de l'information. La barrière de l'information imparfaite s'applique bien au marché des moteurs électriques (Sorell et al. 2000) du fait de ses caractéristiques, soit 1) un marché où les produits ne sont pas remplacés sur une base régulière car ayant un cycle de vie assez long, en moyenne entre 7 et 20 ans (DOE, 2002), 2) la technologie change entre deux phases d'achat et enfin 3) les performances techniques sont assez difficilement quantifiables (Hewett 1998).

Puis la rationalité limitée, qui engendre de mauvais choix en termes d'investissements. Dans un premier temps, cette barrière est identifiée comme étant présente sur un marché où les changements technologiques sont importants (Wright, 1997). De plus, le marché des moteurs électriques est sujet à ce type de barrière, à cause d'une structure du marché complexe (De Almeida, 1998), comme nous l'avons vu précédemment (figure 3).

Enfin la notion de le fractionnement des incitations, ou "split incentive", caractérisé par des objectifs différents au sein même des entreprises mais aussi entre acteurs du secteur (par

exemple les fournisseurs d'équipement d'origine et le client final). Cette barrière correspond bien au marché des moteurs électriques dans le sens où les gestionnaires dans les services achats chez les utilisateurs de moteurs ne restent en place que pour une durée limitée, avec des considérations de rentabilité sur le court terme (Waide et Brunner, 2011). Cette barrière est aussi reprise dans la littérature comme étant importante dans un contexte où les informations ne sont pas disponibles rapidement et où les intermédiaires et clients finaux privilégient les moteurs à bas coûts au détriment d'un investissement plus conséquent mais rentable sur le long terme (De Almeida, 1998).

a) L'Information imparfaite

De manière générale, l'information imparfaite - concernant les nouvelles technologies disponibles, les standards industriels et les gains possibles en efficacité énergétique - est la première et la plus grande barrière que nous pouvons identifier dans notre cas. Cela se traduit par un investissement non efficient dans les nouveaux modèles de moteurs de la part des consommateurs du fait d'informations peu présentes ou de mauvaise qualité (Sorell et al. 2000).

Ce type de barrière peut être divisé en quatre catégories.

- La première est celle du manque d'information chez les industriels de leurs consommations réelles d'énergie d'une part et des économies réalisables en implantant de nouvelles pratiques d'autre part (Schleich 2009).
- La deuxième concerne le manque d'information sur les opportunités d'efficacité énergétique présentes sur le marché (Golove et Eto 1996, De Almeida 1998, Schleich 2009).
- La troisième catégorie est celle d'une asymétrie de l'information entre producteur et acheteur concernant les caractéristiques énergétiques des produits comme les moteurs électriques (Jaffe et Stavins 1994, Schleich 2009).
- Enfin la dernière est celle de la pertinence des informations diffusées sur le marché (Golove et Eto 1996).

Dans notre cas, elle se caractérise dans un premier temps par un manque de visibilité et de transparence concernant les options technologiques et techniques permettant d'effectuer des gains énergétiques (De Almeida 1998). À titre d'exemple, la multitude de définitions de ce qu'est un moteur efficace énergétiquement était un frein à la bonne compréhension du marché par les consommateurs. Le nombre important d'appellations, de standards suivant chaque fabricant constitue alors une barrière dans le cas où une harmonisation n'est pas effectuée pour faciliter la prise de décision de la part du consommateur final.

Le tableau 3 nous donne une idée des différents types d'appellation selon plusieurs manufacturiers américains au milieu des années 1970. Le même type de problème est rencontré en Europe dans les années 1990 concernant cette trop grande diversité de standards sur le marché - où chaque producteur a sa classification propre pour définir un moteur efficient (De Almeida et al 2003, Brunner et Borg 2009) - rendant quasi impossible toute comparaison rapide en termes de prix et de rendement pour un type de moteur bien précis.

Tableau 3: Différents types d'appellation selon plusieurs manufacturiers américains au milieu des années 1970

Entreprise	Standard	Standard toujours existant en 2010?	Équivalent à	Entreprise toujours en activité?
Litton (Magnetek après 1984)	E-Plus, E + III	Non	-	-
General electric	EnergySaver	Oui	NEMA Premium	Oui
Reliance Electric Co. (aujourd'hui Baldor Group)	XE Energy Efficient	Non (utilisé jusqu'à l'acquisition par Baldor)	-	Oui, mais acquise
Baldor Electric Co.	Super-E	Oui	IE3, NEMA Premium	Oui
Louis Allis	Spartan High Efficiency	Non, amélioré vers NEMA Premium		Oui
Us. Electric Motors (aujourd'hui Emerson)	Corro-Duty Premium Efficiency	Oui	NEMA Premium	Oui, mais acquise par Emerson
Emerson Electric	Premium Efficiency	Non	-	Oui
Toshiba / Hudson Intl.	Premium Efficiency	Oui	NEMA Premium	Oui

Source: Lowe et al. 2010, U.S. Adoption of High-Efficiency Motors and Drives: Lessons Learned. Basé sur des données de Andreas(1992) et CGGC.

Le deuxième aspect de cette barrière dans notre cas est celui d'informations imparfaites sur les gains espérés à l'achat d'un moteur plus efficace. Du fait des caractéristiques techniques des produits concernés et du manque de compétences dans le domaine de la part des services d'achats chez les consommateurs finaux (Sorell et al. 2000, Waide et Brunner 2011), ceux-ci ont de la difficulté à estimer les économies réalisables. Nous retrouvons ce problème notamment au niveau des manufacturiers, qui même en ayant les connaissances techniques de leurs produits ont parfois des difficultés à expliquer clairement à leurs clients les gains tangibles engendrés par l'achat de nouveaux moteurs (Waide et Brunner 2011). La différence entre les connaissances que possèdent les vendeurs et les clients peut alors entraîner un comportement dit de sélection adverse (Jaffe et Stavins 1994, Schleich 2009) et faire en sorte que le consommateur final ou l'intermédiaire sur le marché des moteurs

préférera choisir son produit sur la base de caractéristiques facilement repérables et compréhensibles comme le prix ou la marque.

La mauvaise qualité des informations est donc un problème pour la bonne compréhension des économies réalisables, au même titre que le manque d'information lui-même. Les utilisateurs confrontés à des sources mal calibrées auront plus de difficultés à comprendre les gains possibles grâce aux moteurs efficients (De Almeida 1998, Waide et Brunner 2011). L'information se doit alors d'être claire et précise pour permettre une compréhension et une prise de décision rapide par le consommateur.

b) La rationalité limitée

Lié à la précédente barrière, le concept de rationalité limitée (introduit par Simon, 1955) est le deuxième obstacle que doit surmonter une politique d'efficacité énergétique qui se veut efficace. Elle peut être définie comme le fait que le comportement et la prise de décision opérée par un acteur sont limités par les informations qu'il possède. Globalement, lorsque les agents sont face à des structures de décision complexe ou une impossibilité de rassembler l'information nécessaire, ils ont tendance à se rabattre sur des choix guidés par des règles préétablies ou des routines. Ce type de comportement va engendrer des pratiques répétitives au sein des entreprises qui rendront plus difficile le changement de paradigme lors de la prise de décision (prendre en compte le cycle de vie total du produit comparativement au coût de base lors du choix entre un produit efficient et standard par exemple).

Dans le cas des moteurs, ce type de barrière est due à la configuration du marché et à la structure des firmes, et rend donc difficile le rassemblement de toute l'information nécessaire pour une prise de décision optimale (à l'achat d'un moteur ou pour son remplacement). Les décisions d'achat sont alors motivées par des routines et des considérations de base comme les délais de livraison ou le prix du produit (De Almeida 1998). Les gestionnaires de parcs de moteurs sont tentés de baser leurs décisions sur la base du plus bas coût ou du retour sur investissement le plus rapide (Waide et Brunner 2011).

c) Le fractionnement des incitations (*split incentive*)

Au niveau interne de l'entreprise, les mauvaises routines mises en place à cause de la rationalité limitée des acteurs peuvent s'ajouter au phénomène dit de fractionnement des incitations qui s'applique lorsque l'acheteur d'un produit n'en assume pas les coûts de fonctionnements (CE, 2003). Il s'en suit un désintéressement de l'acheteur concernant les caractéristiques techniques qui privilégiera les produits les moins chers sans prendre en considération leurs consommations énergétiques.

Dans notre cas, les pratiques internes des entreprises impliquent des problématiques de rendement à court terme qui vont affecter les choix en matière d'adoption de nouveaux produits. Par exemple, le fait que certains gestionnaires ne restent en poste que pour de courtes durées entraîne le phénomène de fractionnement des incitations (De Canio 1993). Ces mêmes gestionnaires, en poste pour deux ou trois ans n'auront aucun intérêt à acheter des produits qui deviendront rentables seulement quatre ans plus tard. Ce faisant, ils privilégieront des produits à bas coût pour minimiser les coûts initiaux, tout en sachant qu'ils ne sont pas comptables des dépenses de leur entreprise en terme d'électricité (engendrée par ces mêmes moteurs). De plus, au sein de certaines entreprises utilisatrices de moteurs, les services d'achats sont souvent récompensés lorsqu'ils réussissent à avoir des rabais sur le matériel (Waide, Brunner 2011). Cela met évidemment une pression sur les manufacturiers dans le sens où ils vont privilégier le coût à l'efficacité et ainsi entraîner une proposition de produits non optimale. Au niveau du marché, cela engendre un cercle vicieux où les producteurs ne proposent plus de moteurs efficaces en assumant que les gestionnaires sur le terrain ne veulent pas ce type de produits (De Almeida 1998).

Nous pouvons illustrer ce type de problème avec un exemple de changement de moteur:

Changement d'un moteur défectueux comparé à sa réparation

Avec l'arrivée des législations sur la vente de nouveaux moteurs électriques - et l'obligation pour les utilisateurs finaux d'acheter des produits répondant à la norme NEMA Premium - le problème qui se pose alors est celui du remplacement des moteurs déjà en place lorsqu'ils tombent en panne. Le surcoût afférent à l'achat, qui est de l'ordre de 15 à 30%(CEE, 2007) comparé à un produit dit classique, peut engendrer un non renouvellement du parc de moteurs et une préférence pour la réparation.

Rappelons qu'en moyenne un moteur industriel est réparé de 2 à 4 fois au cours de son cycle de vie, la possibilité d'un renouvellement des produits déjà fonctionnels est donc présente, mais le coût d'un nouveau moteur est de deux à quatre fois plus important que celui de la réparation (BEA, 2014 ; Nidec, 2012). Bien que ce surcoût soit faible comparé au coût global du moteur lors de sa durée de vie (de 1 à 5% selon Waide, Brunner 2011), cela va avoir pour effet d'inciter les entreprises à réparer à cause de pressions budgétaires immédiates et d'une période de retour sur investissement qui sera rallongée. C'est cette dernière considération qui va jouer un rôle important dans le choix opéré par le gestionnaire dans l'entreprise concernée. De fait, les industriels supportent généralement une période de retour sur investissement n'excédant pas 4 ans (Waide, Brunner 2011).

Prenons l'exemple d'une entreprise localisée aux États-Unis et faisant face à la panne d'un de ses moteurs (Tableau 4) de 50 chevaux fonctionnant à 1800 rpm et 7500 heures/an, avec

un prix de l'électricité de 6,75¢/KWh (prix moyen aux États-Unis pour le mois d'avril 2014) (EIA 2014b).

Tableau 4: Période de retour sur investissement pour un moteur de 50 chevaux

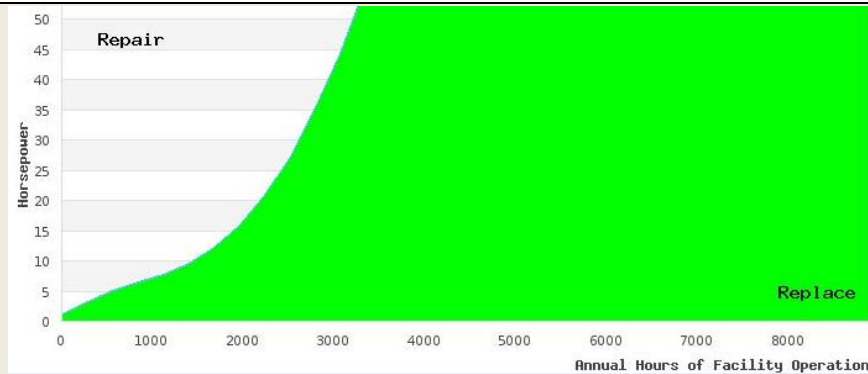
	Réparation	Achat d'un moteur NEMA Premium
7500 h/an		
Coût	980 \$	2 051 \$
Utilisation d'électricité (kwh)	228 948	222 023
Coût de l'électricité	15 453,98 \$	14 986,58 \$
Gains annuels		467 \$
Délais de retour sur investissement (en années)		2,29

Sources: Prix réparation: Hasanuzzaman et al. 2011, Utilisation d'énergie: Copper Development Association Ink (s.d).

Dans ce cas-là, la période de retour sur investissement paraît assez acceptable. Cependant, trois facteurs entrent en compte dans ce cas, à savoir le temps de fonctionnement et les prix de l'énergie - qui peuvent fluctuer - mais aussi la détermination de la durée maximale du retour sur investissement de la part du consommateur.

Reprenons le même exemple, mais en le mettant en contexte dans une entreprise californienne. Le prix de l'électricité dans l'Etat est parmi les plus hauts du pays (10,72 ¢/KWh (EIA 2014b)) et le prix du moteur vient toujours avec un rabais de 30%, comme cela est souvent le cas dans un contexte de marché très compétitif (De Almeida et al. 2011). Admettons que l'entreprise concernée est dans la moyenne concernant l'attente de retour sur investissement et qu'elle accepte un délai de 3 ans. Pour atteindre ce but, et avec un prix de l'électricité à 10,72¢/KWh, il faut au minimum que l'entreprise fasse tourner ce type de moteurs pendant environ 3 200 heures (Figure 6, qui nous indique le point de retour sur investissement à trois ans en fonction de la puissance du moteur et de son utilisation à l'année).

Figure 6: Graphique de décision sur le remplacement ou la réparation d'un moteur de 50Hz à un prix de l'électricité de 10,72¢/KWh.

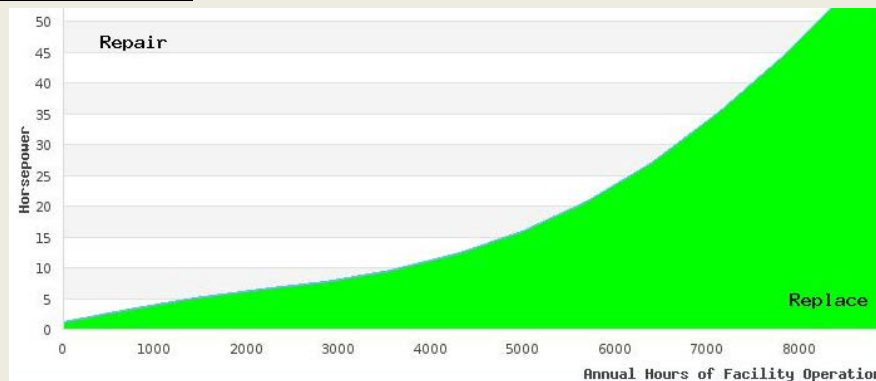


Sources: Advanced Energy 2013.

En d'autres termes, si l'entreprise n'utilise pas habituellement le moteur en question plus de 3 200 heures/an (8h/jour), le remplacement du produit ne sera pas rentable dans les délais escomptés et l'utilisateur choisira de réparer le moteur défectueux. Dans notre cas l'entreprise a clairement intérêt à changer son moteur car la date de retour sur investissement entre bien dans ses objectifs.

Admettons maintenant qu'une entreprise (B) similaire à (A) mais localisée dans l'État de Washington ait le même problème de moteur (panne sur un produit de 50 chevaux, 1800 rpm...). Cependant, le prix de l'électricité dans cet État est parmi les moins élevés du pays (4,21€/KWh (EIA 2014b)). La courbe a alors naturellement tendance à se décaler vers la droite, ralentissant le retour sur investissement et donc l'attractivité du changement de moteur (Figure 7). Pour que le remplacement vers un produit NEMA Premium soit rentable, il faut que le moteur en question soit utilisé au moins 8000 heures/an.

Figure 7: Graphique de décision sur le remplacement ou la réparation d'un moteur de 50Hz à un prix de 4,21€/KWh.



Sources: Advanced Energy 2013

Même si le moteur engendre de réelles économies à plus long terme, cela entraîne un non remplacement du moteur et une empreinte énergétique inchangée voir aggravée du fait de

la perte d'efficacité généralement constatée à la suite d'une réparation, de l'ordre de 1,5% en moyenne (De Almeida et al. 2011).

En plus d'illustrer le comportement d'une entreprise face à la décision de remplacement d'un moteur défectueux (décision basée sur le court terme, non prise en compte du cycle de vie complet du produit...), nous voyons que le prix de l'énergie peut avoir un impact dans la réussite de politiques d'efficacité énergétique et dans l'adoption de nouvelles pratiques de la part de l'industrie (Schleich 2009, Trianni et al. 2012). Ce prix joue un rôle important dans le choix du changement de moteur en affectant la durée du retour sur investissement et donc l'attractivité des mesures d'efficacité énergétique et la transformation du marché. Un coût faible de l'électricité peut donc être vu comme une entrave à l'efficacité énergétique.

III. Les normes en vigueur.

1- Panorama des réglementations au niveau mondial, quelle est la place des États-Unis et du Canada?

Avant d'analyser l'histoire et la mise en place de normes au Canada et aux États-Unis, il est bon de comprendre quelles sont les normes d'efficacité énergétique dans les différentes zones géographiques où les moteurs électriques sont fortement utilisés, mais aussi comment ces deux pays se situent par rapport au "reste du monde". Le tableau suivant nous montre les différentes réglementations (USA, Europe, Chine et Australie) avec comme étalon le classement IEC (International Electrotechnical Commission). Cette organisation a publié une classification visant à harmoniser les normes mondiales mises en place par différents gouvernements en 2008 (Chausovsky, 2011), et elle est notamment adoptée en tant que telle par l'Union Européenne en 2009 avec la directive sur l'utilisation de moteurs efficaces 2005/32/CE. Les catégories IE1, IE2, IE3 permettent principalement d'avoir une meilleure visibilité globale sur le marché des moteurs électriques grâce à une plus grande facilité de comparaison de consommation et d'efficacité pour des produits similaires sur différents continents.

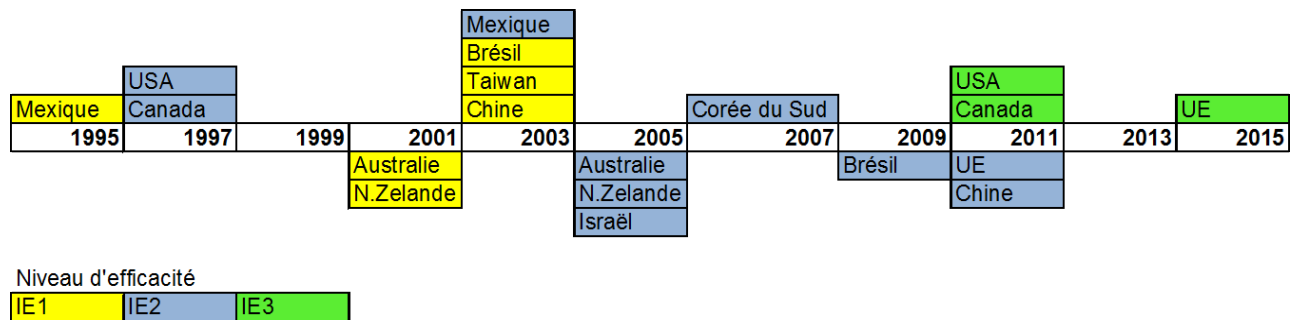
Tableau 5: Classification des moteurs électriques par région.

Classe d'efficacité énergétique	International (2008)	États-Unis (1992 puis 2007)	Union Européenne (ancien système, 1998)	Union européenne (nouveau système, 2009)	Chine (2002)	Australie (2002, 2006)
Premium	IE3	NEMA Premium	-	IE3	-	-
Haut	IE2	EPAct	Eff1	IE2	Grade 1	AU 2006 MEPS
Standard	IE1	-	Eff2	IE1	Grade 2	AU 2002 MEPS
Sous le standard		-	Eff3	-	Grade 3	-

Source: Waide et Brunner, Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems, 2011.

La figure suivante montre le calendrier de mise en place de normes d'efficacité énergétique dans les principaux pays consommateurs d'électricité dans le secteur industriel en fonction des capacités énergétiques des produits.

Figure 8: Calendrier des réglementations pour les principaux pays consommateurs d'électricité:



Source: (De Almeida et al. 2008 ; Brunner et Brog, 2009).

Ces données nous montrent bien que les deux pays qui sont le Canada et les États-Unis sont sans cesse premiers dans l'implantation de réglementation, en étant notamment en avance de 14 ans sur l'Union Européenne concernant l'utilisation de nouveaux moteurs conformes aux spécifications IE2 et de quatre ans sur les moteurs IE3, dits NEMA Premium.

Il est alors important de se demander pourquoi les États-Unis et le Canada ont une telle longueur d'avance sur d'autres pays ou zones économiques telles l'Union Européenne, l'Australie, la Nouvelle Zélande ou encore la Corée du Sud. L'étude de l'historique de la mise en place des normes en Amérique du Nord et des spécificités de ces mêmes réglementations est alors nécessaire pour comprendre quelles sont les raisons de leur implantations et de leur succès.

2- Amérique du Nord.

Les États-Unis et le Canada sont, comme nous l'avons dit précédemment, des chefs de file en matière d'efficacité énergétique dans le domaine des moteurs électriques industriels. Ces deux pays ont notamment été parmi les premiers à appliquer des normes d'efficacité énergétiques minimales (*Minimum Energy Performance Standard - MEPS*). Côté américain, l'efficacité énergétique est essentiellement de la responsabilité du ministère de l'énergie (DOE), alors que pour le Canada elle revient au ministère des ressources naturelles (RNCan). Le gouvernement Canadien semble suivre les directives états-uniennes en transposant les caractéristiques des normes en droit local (RNCan, 2010). Cependant, pour mener à terme de nouvelles politiques sur le terrain, c'est bel et bien une coopération transnationale qui a été mise en place, par la création notamment d'un organisme de négociation binationale, le CEE afin d'harmoniser les politiques dans ce domaine et de les rendre plus cohérentes en Amérique du Nord. Notons aussi le rôle important de la NEMA dans le processus d'efficacité énergétique, notamment par la mise en place de tables d'efficacité afin de définir les seuils en fonction de la puissance de chaque moteur.

Environmental Policy Act (1992).

Entrée en vigueur en 1997 aux États-Unis, cette réglementation votée par le congrès américain en octobre 1992 est suivie peu de temps après par la loi sur l'efficacité énergétique au Canada. Ces lois mettent en place des standards stricts en matière d'efficacité aux nouveaux moteurs vendus sur les sols américain et canadien à un niveau dit *Epact*. Cette norme s'applique aux moteurs à usage général répondant à ces critères (NEMA, 1997) : à "cage d'écureuil", avec une fréquence de 60 Hz, sous une tension de 230/460 volts, et enfin qui entrent dans la fourchette de puissance de 1 à 200 chevaux. Notons que le Canada a calqué son modèle d'efficacité énergétique sur les caractéristiques édictées par la NEMA sous le nom de CAN/CSA C-390 un an après son voisin - soit une loi mise en place en 1993 et appliquée en 1998 - (Benhaddadi et al, 2011). Ces délais de cinq ans pour la mise en pratique des différentes lois sont relatifs à une période d'adaptation de la part des fabricants de moteurs, afin de leur laisser le temps de s'adapter à la production de nouveaux produits et à mettre en place des politiques commerciales visant à vendre les nouveaux moteurs (Boteler 2009). Le même type de délai a été mis en place en Europe lors de la promulgation de la réglementation en efficacité énergétique (CE, 2009a).

Cette réglementation, en avance sur d'autres régions (Europe par exemple) est mise en place pour permettre une meilleure pénétration des moteurs efficients en terme d'utilisation électrique. De fait, après une période de "tolérance" pour laisser les acteurs choisir de manière volontaire l'achat de ces types de moteurs, le législateur et les parties prenantes (associations de manufacturiers tels la NEMA) ont reconnu le fait que la part de marché de

ces mêmes moteurs n'augmentait que trop lentement (Nadel et al, 2000). Après une quinzaine d'années d'efforts de promotion au niveau national pour modifier la structure du marché américain vers des moteurs plus efficaces, seulement 25% de celui-ci était occupé par des moteurs de type Epact, avec une faible courbe de croissance au début des années 1990, alors que l'annonce de la mise en place de la réglementation en 1992 a fait augmenter de manière conséquente l'adoption de ces nouveaux modèles dans l'industrie, pour dépasser les 50% avant même l'entrée en vigueur de la directive en 1997 (Lowe et al. 2010)

Ce constat montre que, même si les gains en terme de consommation électrique étaient prouvés (cf. partie 1), les acteurs du secteur et notamment les consommateurs de ce type de produit préféraient utiliser des moteurs moins efficaces ou réparer les produits défectueux pour des raisons financières à court terme. L'aspect coercitif rend alors plus efficace la politique énergétique voulue par les États-Unis et le Canada, notamment en faisant passer la part de marché états-unienne des moteurs Epact en 2001 à plus de 65% (Waide et Brunner, 2011). Cette première étape législative marque clairement le début d'un mouvement vers une meilleure efficacité énergétique en Amérique du Nord, avec l'action conjointe des États-Unis et du Canada. Notons aussi que les négociations entre les acteurs tels la NEMA et le DOE ont permis aux manufacturiers de comprendre qu'une norme allait être mise en place, ce qui a fait augmenter le taux d'acceptation des moteurs efficaces avant que la norme soit officiellement annoncée.

Energy Independence and Security Act (EISA) 2007:

Suivant le même modèle que la loi précédente, une nouvelle classe de moteur plus performants est lancée au début des années 2000, avec une adoption volontaire pour les nouveaux moteurs à partir de 2002, et ce sous l'impulsion de la CEE et de la NEMA (qui a établi la codification de l'efficacité énergétique des moteurs de cette classe sous la table G12). L'EISA est alors voté en 2007 et prévoit une augmentation de l'efficacité énergétique appliquée aux nouveaux moteurs mis en vente sur les marchés états-unien et canadien. Rappelons cependant que l'obligation d'acheter un moteur NEMA Premium n'entre en application que fin 2010 aux États-Unis et début 2011 au Canada, et n'oblige aucunement les entreprises à changer leur parc de moteurs. Elle ne s'applique pas aux produits vendus sur les marchés étrangers et les manufacturiers quant à eux pourront aussi continuer à vendre les moteurs Epact produits avant la date d'application de la loi et ce, jusqu'à écoulement du stock.

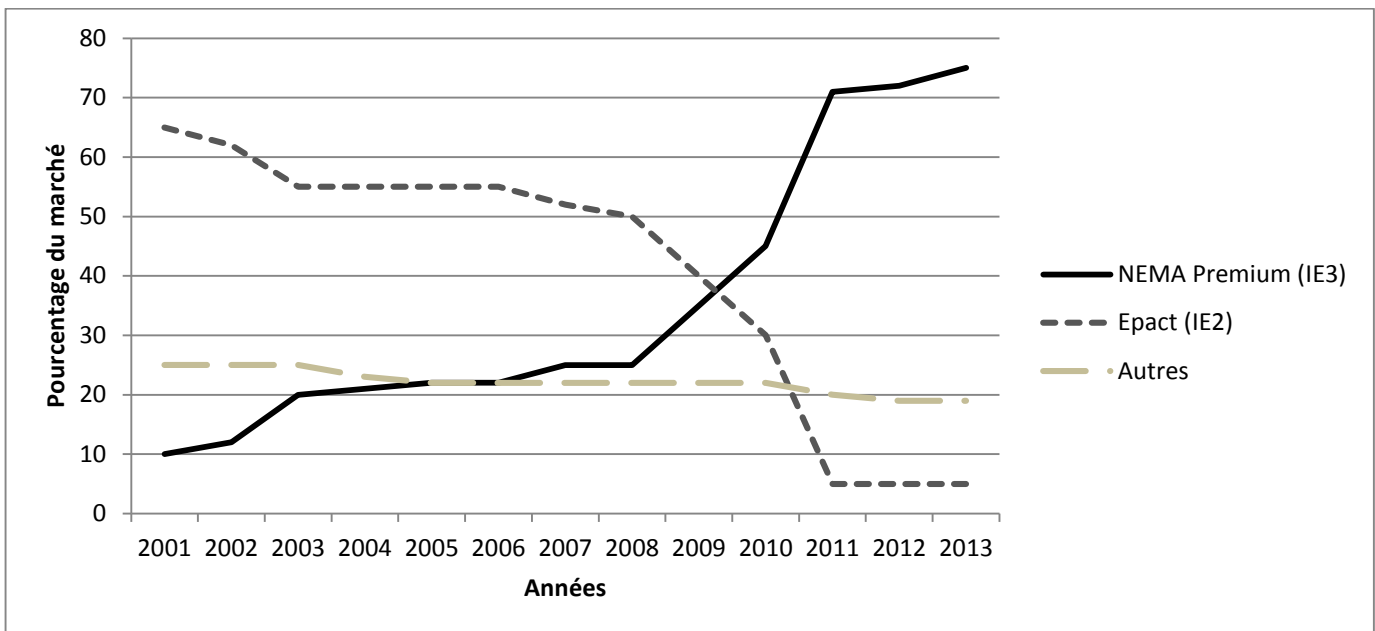
Sur le plan technique, cette nouvelle directive établit bien évidemment une nouvelle grille d'efficacité (cf. Tableau 5) mais aussi l'élargissement de la réglementation à d'autres types de moteurs.

La catégorie de moteurs visée par la précédente loi Epact doit basculer vers la nouvelle table d'efficacité NEMA Premium, alors que la fabrication et la vente d'une partie des

moteurs non touchés par l'ancienne réglementation doit désormais être conforme à la loi EAct. Nous assistons à un rattrapage en termes d'efficacité énergétique pour les moteurs de type U-frame par exemple ou encore les moteurs à bas voltage jusqu'à 600V et enfin ceux compris entre 201 et 500 chevaux d'usage général. Notons que cette nouvelle loi permet d'appliquer des normes d'efficacité énergétique à plus de 90% de la population des moteurs en Amérique du Nord (Benhaddadi et al. 2011) comprise entre 1 et 200 chevaux et qui, rappelons-le, représente plus de 60 % de la consommation des moteurs électriques industriels aux États-Unis.

Les mesures obligatoires pour l'achat de nouveaux moteurs sont quant à elles entrées en vigueur en décembre 2010 aux États-Unis et en janvier 2011 au Canada (Chausovsky, 2011). Cette directive a donc pour but d'améliorer la pénétration sur le marché de moteurs au standard NEMA Premium, avec des prévisions similaires à ce que l'on a pu observer au tournant des années 2000 pour les moteurs de type EAct. La pénétration du marché par les moteurs de nouvelle génération est d'ailleurs importante (Figure 9), et l'on peut extrapoler ce modèle au marché canadien dans le sens où, en 2007, les moteurs NEMA Premium représentaient déjà 39% des ventes (Waide etBrunner, 2011), alors qu'elles étaient à moins de 30% aux USA lors de la même période. Ce constat nous permettra d'effectuer une comparaison avec l'Europe pour comprendre si l'Amérique du Nord est bel et bien en avance dans le domaine.

Figure 9: Évolution de la ventilation du marché des moteurs en fonction de leurs classes énergétiques. Observée jusqu'en 2007, estimée à partir de cette date.



Source: R. Boteler, 2009.

3 - Europe.

Dans l'optique de mieux comprendre les facteurs de succès de l'efficacité énergétique concernant les moteurs électriques industriels en Amérique du Nord, il est bon de faire un état des lieux des politiques similaires dans d'autres zones géographiques. Afin de pouvoir effectuer une comparaison pertinente, nous devons choisir une région aux caractéristiques comparables en termes de développement économique et de maturité du marché. L'Europe semble donc le point de comparaison parfait pour nous aider à comprendre la situation sur le continent américain.

État du marché:

Concernant les ventes sur ce marché, quelques 250 millions de moteurs et générateurs sont écoulés dans l'espace unique (Tableau 6) avec une distribution qui reprend celle du tableau 1. Ce chiffre élevé s'explique par l'inclusion de ces mêmes générateurs dans les statistiques de l'Eurostat (De Almeida et al. 2013).

Tableau 6 : Données des moteurs électriques vendus en Europe (en milliers) dans l'Europe des 27 en 2010.

		Petits moteurs	Moteurs à usage général de taille moyenne	Grands moteurs
Puissance		≤ 750W	> 0,75 et ≤ 375 kW	> 375 kW
Fabrication		Grandes séries	Grandes séries	Conçus sur mesure
Nombre de moteurs	Moteurs et générateurs DC	128 176	4 417	2
	Alternatifs monophasés	67 019	6 379	n/a
	Alternatifs multiphasés	11 700	10 175	28
	Universels	23 228	n/a	n/a
	TOTAL	230 123	20 970	30
En pourcentage des ventes		91,64%	8,35%	0,01%

Source: Ecodesign of Electric Motors and Drives – The EuP Lot 30 Preparatory Study. De Almeida et al. EEMODS 2013.

La consommation énergétique engendrée par les moteurs électrique en Union Européenne en 2005 représente 1 067 TWh, avec des prévisions à 1 252 TWh en 2020 (CE, 2009a). La structure du marché européen est spécifique dans le sens où il est largement contrôlé par quelques manufacturiers, entre 80 et 90% des moteurs de petite et moyenne puissance sont vendus au travers des fournisseurs d'équipement d'origine (FOE) (De Almeida et al. 2008). Le fait que ces mêmes FOE basent leurs achats sur le prix uniquement, et non sur la consommation énergétique du produit, tend à ralentir la pénétration des moteurs plus performants sur le marché en l'absence de réglementation européenne du fait de la préférence pour des moteurs moins performants, mais surtout moins chers à l'achat.

Étant donné la part du prix du moteur dans son coût global, cela a négativement affecté la transformation du marché et la réduction de l'utilisation d'électricité dans l'Union Européenne. Avec cette structure de marché, ce sont les clients qui se doivent de demander aux producteurs et FOE de vendre des moteurs plus performants, alors qu'ils n'ont pas toute l'information nécessaire.

Historique européen:

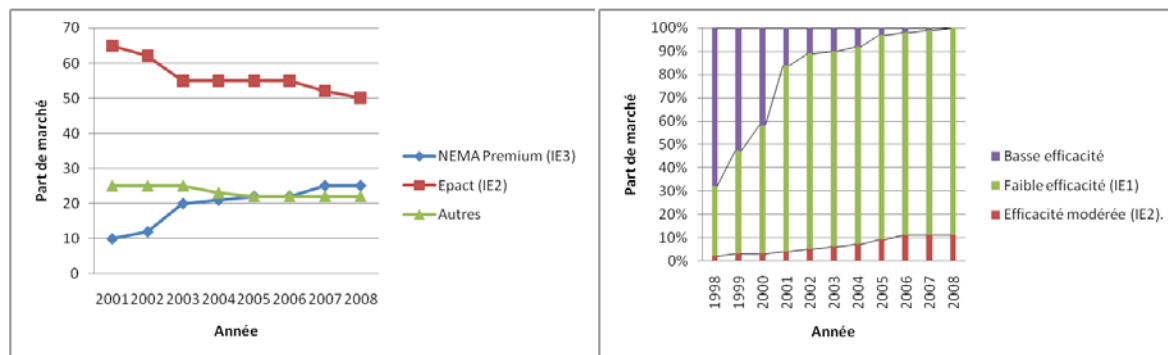
L'UE a seulement commencé à mettre en action des plans de types volontaires à partir de 1998 avec un accord conclu entre la commission européenne et l'association des manufacturiers européens, la CEMEP (*European Committee of Manufacturers of Electrical and Power Electronics*). La première initiative d'envergure voit alors le jour avec le programme appelé "*Motor Challenge*" (Bertoldi et Elle 2010).

Les premiers pas de l'Union Européenne, définition de l'efficacité énergétique et mesures volontaires:

En 1998, la CEMEP signe un accord avec la Commission européenne sur l'établissement d'une classification des moteurs en fonction de leur rendement pour rendre les appellations d'efficacité énergétique plus lisibles (Corino et al. 2010): (Eff1 pour les moteurs à haute efficacité, Eff2 pour les moteurs d'efficacité moyenne et enfin Eff3 pour les produits faiblement efficaces). Cet accord, signé par 36 manufacturiers présents au sein de la CEMEP et représentant 80% du marché de l'UE (De Almeida et al, 2008) se veut l'acte fondateur de la prise de conscience du retard de l'Europe en matière d'efficacité énergétique. De fait, les manufacturiers s'engagent sur une base volontaire à faire baisser leurs ventes de moteurs les moins efficaces (Eff3 de l'ordre de 50% à horizon 2003) au profit de classes de produits les plus performants (Corino et al. 2010; Economics Europe, Fraunhofer-ISI 2007). Notons cependant que la CEMEP, à la différence de son homologue américain, ne considère pas à l'époque les mesures obligatoires (directives, réglementations) comme étant bénéfiques pour atteindre une transformation du marché (Brunner et Borg, 2009). Cette différence implique un ralentissement des mesures mises en place par l'UE dans le sens où la relation entre industriels et législateur n'entraîne pas une avancée concrète en termes de mise en place de mesures coercitives.

Malgré le bien-fondé de ce type d'initiative et le respect des engagements du côté des manufacturiers, et bien que la part des moteurs de plus faible efficacité énergétique baisse (figure 10), celle des moteurs de type Eff1 (IE2) est restée relativement faible au cours des années 2000. Leur part de marché ne dépasse en effet pas les 15% en 2008 (De Almeida et al. 2008), comparée à 50% aux États-Unis en 2001 et une pénétration des moteurs NEMA Premium (IE3) à plus de 20% en 2006.

Figure 10: Comparatif de la ventilation des marchés américain et européen.



Sources: De Almeida et al. 2008, Boteler 2009.

Il semble alors que sans régulation, sans une obligation pour les producteurs de vendre des produits de la plus haute efficacité énergétique, ceux-ci continuent à privilégier le prix à une considération plus tournée sur le cycle de vie global du produit.

Cependant l'Union Européenne ne choisit pas de légiférer. Sans mettre en place de politique coercitive, mais toujours avec la volonté de changer la structure du marché européen, elle lance le programme *Motor Challenge*, de type pédagogique et volontaire.

Programme pédagogique sur l'efficacité énergétique pour les entreprises européennes: Motor Challenge Program

Le programme phare de l'Union européenne est le *Motor Challenge Program*. Lancé en février 2003 par la commission européenne, celui-ci permet aux entreprises produisant ou achetant des moteurs électriques d'en devenir membre sur une base volontaire (Odysse-Mure-Ademe, 2013). Ce type d'initiative sert à la fois aux clients de prendre conscience des économies d'énergie réalisables et des actions à entreprendre pour réduire leur consommation énergétique, à l'instar des programmes américains (voir section VII.3). Mais elle donne aussi la possibilité aux fabricants d'appuyer le programme dans les pays où celui-ci est mis en place (par l'intermédiaire de plans de communication auprès de leurs clients). Le *Motor Challenge Program*, lancé à la base par 13 pays partenaires puis étendu à toute l'Europe, se veut une solution flexible aux situations que peuvent rencontrer les entreprises (Kulterer et Werle 2011).

Les firmes participantes doivent alors établir des plans de réduction de leur consommation d'énergie au travers notamment du changement de leur parc de moteurs. Celles-ci doivent "choisir" une ou plusieurs sections correspondant au type de produit à améliorer (pompes, ventilateurs, compresseur...).

Concrètement, les entreprises membres du *Motor Challenge Program* reçoivent de l'assistance technique et des conseils de la part des agences environnementales nationales (ADEME en France, Fraunhofer ISI en Allemagne, ENEA en Italie...). Le but de ce programme est de permettre aux entreprises de réduire leur empreinte énergétique tout en améliorant leur rentabilité grâce aux économies réalisées par le changement de parc de moteurs. Cette initiative de la commission européenne se concentre aussi sur les principaux produits afférents aux moteurs industriels à savoir les systèmes d'air comprimé, les pompes, les ventilateurs.

Factuellement, le nombre d'entreprises partenaires progresse faiblement au sein de ce programme, passant de 93 en 2009 (Odysse-Mure-Ademe ,2013) à 104 en 2011(CE, 2011). Le nombre de producteurs de moteurs partenaires quant à lui est en plus forte augmentation sur la période (passant de 70 à 93). Nous retrouvons parmi ceux-ci des constructeurs déjà actifs au sein d'associations de constructeurs comme la CEMEP ou la NEMA (par exemple ABB, Siemens) (CE, 2011). Sur la période 2003-2009, les 93 partenaires du *Motor Challenge Program* ont lancé 289 mesures en matière d'efficacité énergétique (Bertoldi et Elle, 2010). Parmi celles-ci, les plus utilisées sont celles concernant les entraînements (48% des mesures), les compresseurs, les ventilateurs et les pompes (Bertoldi et Elle, 2010). Ces initiatives ont permis d'économiser annuellement 185 104,56 MWh (Odysse-Mure-Ademe, 2013), représentant quelques 0,02% de la consommation industrielle d'électricité dans l'Europe des 27.

Le *Motor Challenge program* a enfin été complété par une première législation en matière d'utilisation de moteurs électrique en 2009. Sur le même modèle que l'E pact aux États-Unis, le parlement européen vote une directive sur l'utilisation obligatoire des moteurs de type IE2 à partir de 2011.

La première réglementation en 2009, plus de 15 ans après les États-Unis:

Le 22 juillet 2009, la Commission européenne met en place la directive 2005/32/CE réglementant la fabrication et la vente de moteurs électriques de deux à six pôles, avec une tension inférieure ou égale à 1000 volts et pour des puissances comprises entre 0,75 et 375 kW (CE, 2009a). Les moteurs entrant dans ces catégories devront répondre aux normes de rendement IE2 à partir du 16 juin 2011.

Cette directive est la première base légale émise par l'Union Européenne et donne le calendrier pour les prochaines mises à niveau dans le domaine. À titre d'exemple, les moteurs électriques vendus à partir du 1er janvier 2015 en Union Européenne devront être de norme IE3 pour ceux compris entre 7,5 et 375 kW ou IE2 avec un variateur de vitesse, et devront être de classe énergétique IE3 pour les moteurs entre 0,75 et 375 kW à partir du 1er janvier 2017.

La Commission européenne cherche donc à rattraper son retard dans le domaine mais aussi à homogénéiser le marché des moteurs au sein de l'Europe, où les manufacturiers devaient jouer avec différentes classifications. Cependant, l'Union Européenne aurait pu légiférer dans le domaine bien avant (comme elle avait pu le faire en 1992 sur la Directive 92/42/CEE, du 21 mai 1992 concernant les exigences de rendement pour les nouvelles chaudières à eau chaude alimentées en combustibles liquides ou gazeux) (CCE, 1992), sa compétence en matière d'édiction de norme était donc bien établie avant 2009.

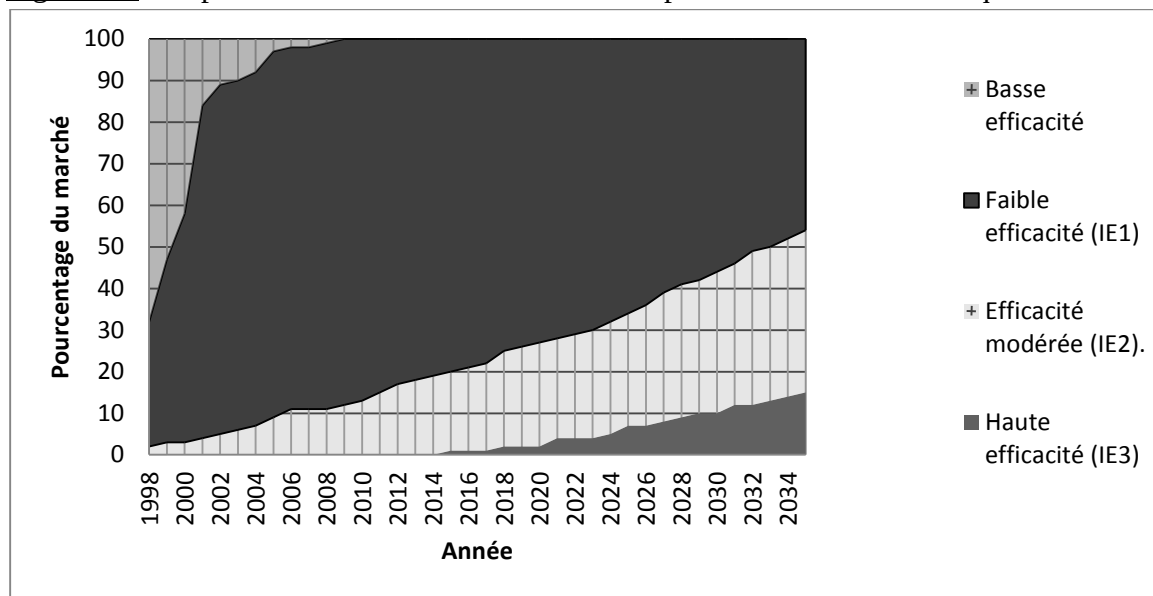
Cette directive permet d'harmoniser les réglementations nationales dans le but de faire tomber les barrières au commerce intra-union (CE, 2009b) et de permettre aux clients finaux d'avoir plus d'opportunités d'approvisionnement chez les manufacturiers européens, avec une classification plus précise et harmonisée.

Cela atténue notamment la barrière de l'information imparfaite (Sorrell et al. 2000). Elle permet aussi aux manufacturiers de pouvoir vendre sous une seule dénomination leurs produits et ainsi ne plus avoir besoin de s'adapter aux différents types d'appellations nationales.

Notons aussi un changement de mentalité qui semble s'opérer au milieu des années 2000, lorsque la CEMEP, par un communiqué en 2007 annonce supporter l'établissement de standards d'efficacité énergétique en Europe. Cette annonce est due à la fois à des considérations écologiques où il semble clair que la transformation du marché n'est pas possible sans une base règlementaire stricte, mais aussi à des considérations d'ordre plus économique. En effet, il semble que les manufacturiers européens aient souffert de l'arrivée massive de produits venus de pays émergents. Cette volonté de changement est donc mue par des intérêts économiques dans le but de garder des parts de marché par l'intermédiaire d'une régulation plus stricte (Brunner et Borg 2009).

Le changement de stratégie de la part de l'Union Européenne démontre bien l'impuissance des mesures incitatives ou/et pédagogiques si elles sont utilisées seules pour surpasser les barrières à l'efficacité énergétique. Le passage à une directive de type coercitif a pour but de forcer ce changement de structure du marché pour les nouveaux produits. Les perspectives globales pour la population de moteurs au sein de l'UE montrent que le chemin est encore long pour arriver à ne serait-ce qu'égaliser les résultats obtenus en Amérique du Nord. Notons toutefois que, malgré une prise de conscience et la mise en place de réglementation plus tardive, le vieux continent accélère les réformes avec une remise à niveau en 6 ans (2011 pour les moteurs IE2 et 2017 pour les moteurs de type IE3). Les perspectives concernant la progression des moteurs électriques suivent cependant une pente assez douce (Wesselink et al; 2010), (Figure11).

Figure 11: Perspectives d'évolution du marché européen des moteurs électriques



Source: Wesselink et al. 2010.

Notons cependant qu'au niveau global, avec de nouvelles mesures telles le lancement du plan *Energy 2020* visant à réduire la consommation d'énergie de 20% à horizon 2020 (CE, 2014), l'UE accélère la cadence en terme d'efficacité énergétique. La réduction de la consommation dans l'industrie est l'une des quatre priorités de ce plan (Convery et al. 2011) et le domaine des moteurs électrique y est bel et bien présent. Dans le même secteur, le traité de Lisbonne, entré en vigueur en décembre 2009 (CE, 2010) redéfinit et clarifie le rôle de l'Union dans le domaine de l'énergie, avec pour but de promouvoir l'efficacité énergétique et de mettre cette problématique en avant (Parlement européen, 2014). Ces changements se veulent être le point de départ d'une nouvelle politique énergétique européenne avec une plus forte ambition dans le domaine.

Voyons maintenant dans quelle mesure les initiatives prises par les États-Unis et le Canada dans le domaine sont différentes en termes d'implantation et de résultats.

IV. Analyse de la mise en place de normes en Amérique du Nord.

Les questions qui se posent après avoir étudié l'état des marchés américain et canadien, mais aussi après avoir comparé leur population de moteurs avec celle de l'UE sont celles de savoir pourquoi ces deux pays sont des chefs de file dans le domaine et quels sont les facteurs qui ont joué dans le succès des normes EPA et EISA. Les facteurs que nous allons considérer sont la prise de conscience plus rapide des problèmes d'efficacité énergétique, la concertation entre les manufacturiers, l'État et les organisations non gouvernementales, et enfin la mise en place d'une série de mesures accompagnant la promulgation des lois.

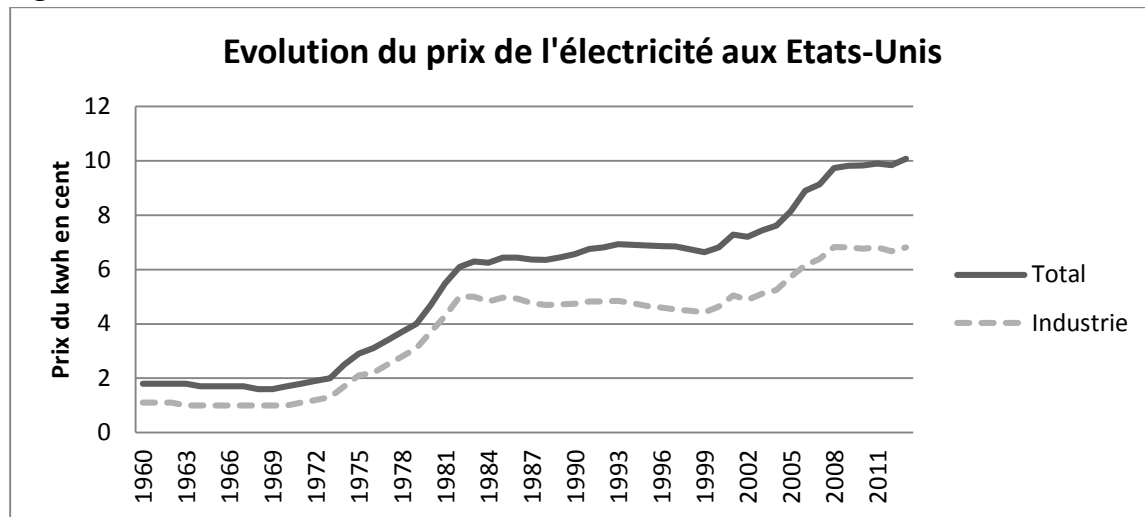
1- Facteurs d'influence

a) Prise de conscience de l'importance d'agir.

L'aspect historique semble important dans la mise en place des normes actuelles et dans le fait que les différents acteurs aient été sensibilisés à l'efficacité énergétique. La conjoncture économique est alors un élément décisif qui a permis aux acteurs du secteur de prendre conscience que des améliorations techniques concernant l'efficacité des moteurs électriques pouvaient à la fois réduire la consommation globale du pays et donc sa vulnérabilité dans une certaine mesure à la volatilité du prix de l'électricité (Geller et al. 2006).

Au niveau étatique, les premières considérations de réduction de la consommation électrique aux États-Unis commencent au début des années 1970 avec une crise de l'énergie qui secoue le pays (Figure 12). Cette crise, combinée à un rapport commandé par le DOE en 1976 montrant un grand potentiel d'économie d'énergie dans le secteur industriel (Brunner, Borg, 2009), ont poussé le gouvernement américain à initier des efforts concernant l'efficacité énergétique et notamment par la promulgation de la loi de 1977 (Federal Energy Administration Act).

Figure 12:



Source: Données EIA. Average Retail Prices of Electricity, 1960– 2012

L'EISA, signée en 2007 par G.W Bush, s'inscrit dans la continuité de cette considération de réduction de la vulnérabilité du pays et de ses industries aux fluctuations du prix de l'énergie(US Government, 2007). Associées aux considérations purement écologiques, nous pouvons dire que le changement cognitif est aussi corrélé aux aspects économiques dans le sens où les externalités environnementales positives sont issues de lois mues par un pragmatisme économique de la part des États-Unis et du Canada (Tanaka, 2011).

Cette considération historique n'est cependant pas le moteur du leadership de l'Amérique du Nord en ce qui concerne l'efficacité énergétique mais donne un aperçu d'une certaine prise de conscience qui a pu s'opérer à l'époque et de la réponse de la part du gouvernement fédéral.

b) La consultation des manufacturiers comme facteur clé de succès

L'un des facteurs clés du succès de la mise en place des normes EPAAct et EISA - et de la position de leader en efficacité énergétique du Canada et des États-Unis concernant les moteurs électriques est le fait que les différents acteurs présents sur le marché (NEMA, DOE, ACEEE) aient travaillé ensemble que ce soit pour l'élaboration des lois ou dans des programmes de soutien et d'accompagnement du changement auprès des utilisateurs finaux notamment. Grâce aux principales barrières identifiées dans la partie II.3, nous pourrions comprendre si et comment ces relations entre différents organismes ont permis de faire sauter ou d'atténuer une partie de ces problématiques, que ce soit lors de l'élaboration des lois EPAAct et EISA, ou dans les mesures connexes et de soutien.

Les réglementations (1992 ou 2007) sont le fruit d'une coopération entre les différents acteurs du secteur, que nous pouvons classer en deux phases.

Une première collaboration public / privé:

Lors des négociations menant à la promulgation de la loi EAct (1992), les associations de manufacturiers ont été associées assez rapidement aux discussions, ce qui a permis à l'Amérique du Nord de mettre en place plus facilement des réglementations du fait de l'appui technique de la NEMA notamment. Celle-ci a une longue histoire en termes de classification de l'efficacité des moteurs sur le marché et de la diffusion de standards qui lui sont propres. Le recours à ce type d'association ajoute une certaine légitimité aux lois établies comme l'EAct ou l'EISA dans le sens où les manufacturiers sont associés au processus de décision. Cela participe à la réduction d'une des barrières identifiées par Stern et Aronson (1984) soit la confiance et la crédibilité que doivent dégager les institutions envers les consommateurs finaux.

Cependant, cette collaboration entre agences publiques et privées n'est pas le fruit du hasard. Après des années d'attente pour voir le marché des moteurs électriques changer d'aspect et être composé d'une majorité de moteurs plus efficaces, et devant l'inutilité apparente de cette attente, de nombreux États américains ont voulu commencer à mettre en place des réglementations qui leur étaient propres (Boteler 2005 Elliott 2007). La NEMA a alors l'occasion de se faire entendre par le Congrès sur l'impact d'une loi en matière d'efficacité énergétique, mais aussi par des entités telles que le DOE. La coopération en tant que telle entre le législateur et l'association des manufacturiers débute donc avec la peur de la part des fabricants de devoir jouer avec différentes réglementations selon les États (Elliott 2007) et donc une augmentation des coûts de fabrication et de gestion des produits, entraînant une désorganisation du marché au niveau fédéral et une perte de visibilité pour le client final dans un second temps.

Légiférer au niveau fédéral est donc une priorité pour la NEMA :

NEMA supports federal government energy efficiency requirements based on industry consensus standards. As products are produced for national markets, standards, test procedures, and labelling must be uniform state to state(NEMA, 2005).

Tout l'enjeu pour les manufacturiers est alors d'être présent pour les négociations et d'apporter à la fois leur savoir mais aussi de défendre leurs intérêts plutôt que d'être laissés de côté et "subir" une législation non voulue et peut-être déconnectée des réalités du terrain. L'association de fabricants américains n'était au début pas convaincue (à l'instar de la CEMEP en Europe) par le fait que le passage à une norme obligatoire pour les nouveaux produits maintiendra les volumes de vente, avec la peur que les consommateurs préféreraient réparer leurs anciens modèles ou utiliser ceux qu'ils ont déjà en stock (Brunner, Borg, 2009). Notons ici le rôle de l'ACEEE qui a su faire comprendre à la NEMA l'intérêt économique de la mise en place d'une nouvelle loi, leur faisant vendre des produits plus efficaces et donc plus chers, entraînant une augmentation de leurs chiffre d'affaire(Brunner et Borg 2009).

Le désir de la NEMA est alors d'utiliser le plus possible les standards existants afin de simplifier d'une part la mise en place de la norme, mais aussi de faire en sorte que les clients et fabricants puissent comprendre et être familiers avec les nouveaux seuils proposés. Cette particularité vient aussi atténuer la barrière la plus fréquente dans ces types de programmes, à savoir celle de la forme d'information diffusée par la loi en question (Jaffe, Stavins, 1994) car les critères d'efficacité suivent une table bien précise et facilement compréhensible par les manufacturiers et les clients.

Au-delà de l'utilisation des standards, le fait de pousser le gouvernement à légiférer au plan national de la part de la NEMA fait en sorte que les consommateurs finaux pourront traiter un seul type d'information concernant les caractéristiques des produits, et ce même s'ils ont des activités dans plusieurs États. Cela amène un bénéfice en termes de coûts pour la collecte de l'information (Barrière des coûts cachés, Jaffe et Stavins, 1994) avec une réglementation uniformisée.

Une deuxième phase de négociation

Après le passage de l'EPAAct en 1992 et son application cinq années plus tard, et devant une très bonne pénétration du marché par les moteurs EPAAct (cf. figure 9), les manufacturiers américains identifient trois menaces qui vont les pousser à reprendre les négociations avec les organismes gouvernementaux.

Dans un premier temps, certains États américains souhaitent, après le passage de cette norme, réglementer pour pousser plus loin les standards d'efficacité énergétique aux moteurs non couverts par la loi de 1992. Deuxièmement, le *Department of Energy* annonce son intention d'effectuer une révision de ces mêmes standards à horizon 2008 (Elliott 2007). Enfin la certaine saturation du marché des moteurs de technologie EPAAct, (ayant atteint leur niveau de maturité) pousse certains membres de l'association à développer des produits plus efficaces à partir de 2003 et qui serviront de base pour la nouvelle réglementation NEMA Premium (Brunner et Borg 2009).

Les manufacturiers trouvent donc des sources de motivation pour faire en sorte que les avancées réglementaires se fassent au niveau national, et ainsi pouvoir jouer sur la réglementation en mettant en avant les intérêts des producteurs. Cela permettra notamment de faire entendre leur voix pour que la nouvelle norme fédérale ne prenne pas en compte les plus petits moteurs et pour que la nouvelle loi soit en accord avec leurs intérêts. La NEMA coopère à nouveau avec l'agence non gouvernementale ACEEE et lance une campagne visant à convaincre le Congrès d'adopter les standards poussés par les manufacturiers pour 2011 (Brunner et Borg 2009).

La NEMA joue alors un rôle dans la mise en place de mesures incitatives de la part du gouvernement pour aider les utilisateurs finaux à faire la transition vers les moteurs NEMA Premium, et ainsi permettre aux manufacturiers de gagner plus de parts de marché sur ces

nouveaux moteurs avant même la date d'entrée en vigueur de la loi. Cette poussée vers des mesures de type incitatives est alors importante dans la modification et l'amélioration du marché en facilitant l'achat de nouveaux moteurs et en atténuant la barrière de l'accès au capital et celle du risque concernant le financement des produits efficaces énergétiquement (Jaffe, Stavins 1994). De fait, les entreprises fonctionnent souvent avec des budgets prévus pour les pannes, les casses ou la maintenance de leur parc de moteurs, et le changement d'équipement tombe souvent dans la "case" dépense de capital (Benkhart, 2011).

Les budgets étant prévus pour des périodes d'un an, profiter d'un incitatif représente donc une réelle opportunité pour le client final car il permettra de réduire le coût direct de l'achat du matériel.

Le rôle de cette association est donc important à la fois dans l'élaboration de la loi de par son apport technique, mais aussi dans la diffusion pré-législation de normes d'efficacité énergétique dans le sens où les manufacturiers connaissaient ces classifications.

Cependant, la NEMA n'apparaît toujours pas comme étant le moteur de la mise en place des lois, alors que l'on voit le rôle des États américains et du DOE comme étant les réels instigateurs des mesures d'efficacité énergétique. Même si les intérêts peuvent paraître divergents de prime abord entre des organisations non gouvernementales, gouvernementales et privées, le cas de la mise en place des lois EPact et EISA concernant la réglementation des moteurs électriques est un bel exemple de coopération amenant une transformation effective du marché et en avance sur les autres puissances économiques mondiales (cf. Figure 10).

La NEMA apparaît plutôt comme étant un catalyseur ayant permis de faire émerger une directive fédérale à partir de considérations régionales dispersées, mais aussi des incitatifs financiers nécessaires à une bonne entrée sur le marché de nouveaux produits. Cette collaboration public/privé est donc un des facteurs clés de succès concernant la bonne position de l'Amérique du Nord dans le domaine des moteurs électriques.

c) Incitatifs et programmes pédagogiques comme facilitateurs de la transformation du marché.

La place de l'Amérique du Nord comme leader dans le domaine de l'efficacité énergétique va plus loin que la simple mise en place de normes et de mesures purement coercitives. Comme nous l'avons évoqué, les différents gouvernements ont aussi mis en place des mesures d'ordre incitatif ou pédagogique. Ces actions permettent de parer aux différentes barrières que peut rencontrer le législateur lors de politiques d'efficacité énergétique.

De fait, au niveau de l'industrie, et compte tenu des vues à court terme en matière d'investissement de la part des consommateurs industriels, mais aussi d'une possible inertie chez les fabricants, l'adoption ou le remplacement de produits fonctionnels peut prendre plus de temps que prévu. Et cela malgré les gains évidents en matière de consommation électrique pour les firmes concernées. Les États-Unis ont mis en place trois types de mesures pour accompagner les politiques d'efficacité énergétique, communément appelées la musique (1), la carotte (2) et le bâton (3) (Benhaddadi et al. 2011), soit celles de natures pédagogique (1), obligatoire (2) et incitative (3).

Comme nous l'avons évoqué lors de l'analyse historique des différentes réglementations, la partie obligatoire (achat de moteurs Epact ou NEMA Premium) est souvent précédée de mesures volontaires et incitatives permettant aux consommateurs de changer de matériel en ayant des coûts moindre que lors d'un remplacement classique.

Ce type de combinaison de mécanismes incitatifs, réglementaires et pédagogiques est reconnu comme étant celui qui fonctionne le mieux pour arriver à une transformation du marché (De Almeida et al. 2003).

Mesures d'information et d'éducation:

La mise en place d'outils permettant aux consommateurs industriels de s'informer à la fois sur les gains financiers liés à l'adoption de moteurs plus efficaces, mais aussi sur les performances et les réglementations en tant que telles vise à faire tomber de nouvelles barrières présentes dans la littérature (information imparfaite, sélection adverse, inertie...). En Amérique du Nord, les mesures d'information concernant les moteurs à haute efficacité énergétique font partie des politiques publiques depuis les années 1980 (De Almeida 1998). Le tableau 7 reprend les principales mesures mises en place de la part des organisations gouvernementales et du consortium pour l'efficacité énergétique commun aux États-Unis et au Canada:

Tableau 7: Principaux programmes d'efficacité énergétique aux États-Unis et Canada.

Organization	Type	Program	Launch Year	Scope	Tools
Government, Utilities, Industrial users	Public and private	Demand Side Management programs	1977	Programs inform industrial users and promote adoption of higher-efficiency motors	External expert assistance, on-site analyses, loans, partial rebates, concentrated marketing efforts, direct installation of equipment, technical assistance
U.S. DOE / Industry partners	Industry/government partnership	Motor Challenge Program	1993	Promotes energy-efficient motors	Motor Systems Efficiency Tool Development and Dissemination (e.g. MotorMaster+ software) Partnership programs between different kinds of organizations
CEE	Joint United States and Canada organization	Premium-Efficiency Motors Initiative	1996	Promotes premium energy-efficient motors	Definition of standard (NEMA Premium) Advance program design Consumer education about the energy and non-energy benefits of premium-efficiency motors
		High-Efficiency Motor System initiative	1999	Promotes energy-efficient motor systems	Adjustable Speed Drives Sector-Specific Strategies Motor Decisions Matter Campaign
		Motor Decisions Matter	2001	Promotes greater awareness of the benefits of motor systems efficiency	Customized "business" message aimed at senior plant and corporate management Specific business cases developed through a network of partners

Source: Lowe et al. 2010, U.S. Adoption of High-Efficiency Motors and Drives: Lessons Learned

Notons l'importance de la coopération Canada/États-Unis par l'intermédiaire de la CEE qui a mis en place trois programmes: *Premium Efficiency Motor Initiative*, *High Efficiency Motor System Initiative* et *Motor Decisions Matter*.

Premium Efficiency Motor Systems Initiative (PEMSI):

Lancé en 1996 (CEE, 2007), ce programme a pour but d'améliorer le taux d'adoption de moteurs performants. Cela par l'intermédiaire de forums pour que les membres de ce programme se tiennent informés des nouvelles technologies dans le domaine des moteurs électriques, mais aussi des incitatifs proposés par les différents services publics et agences. Le but est donc de permettre aux membres de la CEE (fournisseurs d'électricité notamment) de mettre en place des programmes incitatifs et pédagogiques de qualité pour améliorer la pénétration des moteurs de nouvelle génération sur le marché. Ce type d'initiative agit donc sur les acteurs institutionnels afin de faciliter la transition par le haut et ainsi permettre aux entreprises d'avoir un panel de services assez large en termes de programmes d'efficacité énergétique.

Au niveau des membres, le *PEMSI* leur permet de ne pas engager de ressources en études de marché sur ce qui se fait ailleurs au Canada et aux États-Unis en matière de programmes d'efficacité énergétique (plans d'information, incitatifs financiers). L'autre avancée que permet ce programme est celle d'harmoniser et de développer les programmes dans différents États et provinces (CE, 2009a).

Le résultat attendu par la CEE est alors celui d'une plus grande adoption de moteurs efficaces par l'intermédiaire d'une disponibilité accrue de ces mêmes produits et une compétition plus grande entre les manufacturiers, impliquant une baisse des prix des moteurs Epack au moment du lancement de l'initiative, et NEMA Premium par la suite.

Motor Systems Initiative

Autre programme lancé par la CEE, le *Motor System Initiative* - débuté en 1999 (Kulterer et Werle 2011). Il vise les représentants de terrain des membres de la CEE avec pour but de leur fournir les outils nécessaires pour convaincre leurs clients (notamment les distributeurs) d'adopter des programmes d'amélioration de leurs moteurs. La CEE, par ce programme - contrairement au *Premium Efficiency Motor Systems Initiative* qui entend influencer sur le choix des mesures à prendre de la part des membres (information, incitatifs) - cherche donc à instaurer de meilleures pratiques chez les fournisseurs de moteurs en faisant de la proposition de produits efficaces énergétiquement un procédé de base.

Plusieurs objectifs sont définis au lancement du programme par la CEE. Dans un premier temps, comprendre les motivations des acteurs industriels sur le terrain dans leur prise de décision, et ce afin de calibrer les actions et les mesures à mettre en place. Puis la création d'une plateforme commune pour les activités de la CEE en matière de moteurs électriques. Et enfin le développement d'une "boîte à outils" destinée aux agents sur le terrain pour convaincre leurs clients d'implanter des programmes de changements de moteurs. Les informations qui sont diffusées sont notamment de caractère technique (logiciels, information sur les réglementations), mais aussi pratique (documentation des possibilités d'économies d'énergies).

Motor Decision Matter

Un autre programme phare de la CEE est le *Motor Decision Matter*, lancé en collaboration avec la NEMA, le DOE et la RNCAN (Emanuele et Zaragoza 2011) dans le but de permettre aux entreprises de bien gérer leur parc de moteurs et de donner des outils de prévision et de simulation économique concernant le changement de matériel industriel. Celui-ci met notamment l'accent sur l'optimisation du choix auquel peut être confrontée une entreprise lors de la décision de changement ou de réparation d'un moteur défectueux par exemple. Cela passe par notamment par la mise à disposition d'informations sur les gains relatifs à la bonne gestion du parc de moteurs dans les entreprises, au changement des moteurs les moins performants et à la décision de changer un produit au lieu de le réparer. Combiné à ces informations, les consommateurs peuvent aussi utiliser des outils de planification de leur parc dans le temps, de création d'inventaire et de gestion de la maintenance.

Ce type d'initiative a pour but de promouvoir le passage ou le changement de moteurs en donnant des informations aux consommateurs, avec le développement d'outils de la part de ses membres. Notons par exemple des "kits" de planification et de décision avec des informations données sur l'amplitude des gains occasionnés par ces changements.

Ces informations visent alors à permettre au consommateur d'être sur un pied d'égalité avec le producteur concernant la connaissance des normes et des gains énergétiques, limitant le phénomène de sélection adverse (Jaffe et Stavins, 1994). Cela passe notamment par la volonté de faire prendre conscience que le coût total et réel d'un moteur électrique est composé à une écrasante majorité par l'utilisation de l'électricité, alors que le coût initial d'investissement n'en représente en général qu'entre 1 et 5% (Waide et Brunner 2011). Ce faisant, les entreprises sont plus enclines à acheter des moteurs de dernière génération et à faire progresser le taux de pénétration de ces mêmes produits en Amérique du Nord. Cela permet donc d'agir au niveau des gestionnaires chez les utilisateurs finaux de moteurs industriels, qui auront alors les connaissances pour mieux évaluer les bénéfices des moteurs efficaces. Le fait d'avoir des clients conscients des gains énergétiques possibles et de la pertinence du changement de leur parc de moteurs est alors un atout dans le processus de changement du marché (Benkhart, 2011).

La force de l'Amérique du Nord en efficacité énergétique passe à la fois par une collaboration entre associations de manufacturiers et entités gouvernementales et non gouvernementales, mais aussi par la complémentarité des mesures mises en place. Dans le cas des initiatives d'information, nous constatons que les gouvernements américains et canadiens jouent aussi un rôle par l'intermédiaire de mesures de soutien.

Initiatives du DOE et de RNCAN:

Motor Challenge Program aux États-Unis:

Cette initiative a été lancée en 1993 dans le but d'améliorer la relation gouvernement-industriels (Nadel et al, 2000) dans une optique de compétitivité des entreprises et d'efficacité énergétique. Le programme permet aux entreprises utilisant des moteurs industriels d'avoir des informations sur les meilleures pratiques en termes de gestion des moteurs électriques par l'intermédiaire de publications, conférences, logiciels sur le changement de moteurs, ateliers et conseils d'acteurs du secteur, parmi lesquels des partenaires venus des manufacturiers, distributeurs ou encore des agences gouvernementales. Après une demi-douzaine d'années d'activité, ce programme a permis d'économiser quelques 520 GWh par an (Kulterer et Werle 2011).

OSMCan (Outil de sélection des moteurs au Canada):

Ce type de programme, mis en place en 2004 est un logiciel permettant de comparer le niveau d'efficacité énergétique des moteurs électriques triphasés (RNCAN, 2014). Cela dans le but de rendre plus facile le choix de changement d'un moteur pour une classe d'efficacité énergétique supérieure, notamment lors de la décision à prendre entre remplacement et réparation.

Programmes des États américains et provinces canadiennes:

Nous pouvons prendre pour exemple le programme de l'État de New York mis en place par la NYSERDA et qui permet d'illustrer la volonté de transformation du marché à un niveau régional. Cela nous permettra de mieux comprendre comment les actions nationales sont appuyées par des initiatives locales et permettent aux États-Unis et au Canada d'accompagner la transition du parc de moteurs électriques.

Exemple de la NYSERDA:

La *New York State Energy Research and Development Authority*, organisation gouvernementale d'intérêt public (NYSERDA, 2014a) a mis en place des mesures incitatives et pédagogiques par l'intermédiaire de ses programmes "*Business Partners Motor Systems*" et "*Energy Smart*" visant à la fois les distributeurs de moteurs et les clients finaux. Cette association vient compléter les mesures mises en place au niveau fédéral par des agences telles que la CEE ou l'ACEEE. Après une phase d'implantation de mesures incitatives pour permettre aux producteurs de vendre leurs produits performants à un prix moindre, la NYSERDA est passée à des mesures pédagogiques (DeFay 2009, Benkhart 2011). Ce choix de mesures pédagogiques est pertinent dans le sens où il permet aux manufacturiers de développer des aptitudes et des connaissances dans le domaine des économies d'énergie, en corrélation avec les considérations économiques nécessaires à la réussite de ces actions pédagogiques (retour sur investissement et baisse de la facture électrique pour les clients et augmentation des ventes pour les manufacturiers).

Accent sur les fabricants et distributeurs:

Le programme *Business Partner Motor Systems* est principalement centré sur les vendeurs et distributeurs de moteurs industriels, avec comme objectif d'éduquer ces mêmes vendeurs aux possibilités offertes par l'État concernant le changement de matériel et les économies possibles sur un plan purement financier (Benkhart 2011).

Le but affiché en ce qui concerne les fabricants de moteurs est celui de les aider à vendre plus de produits étiquetés NEMA Premium (NYSERDA, 2012) et de passer d'une relation "acheteur/vendeur" à celle de "conseiller/partenaire". Ceci en donnant toutes les clés aux entreprises manufacturières pour faire en sorte qu'elles aient de bonnes méthodes de communication envers leurs clients et ainsi accroître leurs ventes de moteurs plus efficaces (NYSERDA, 2013).

Pour ce faire, la NYSERDA offre notamment des conférences, des ateliers et des études de cas (NYSERDA, 2014b) dispensés par cette même agence pour permettre aux manufacturiers de vendre plus de produits performants en jouant sur les économies d'énergie réalisables par leur clients.

Notons par exemple l'initiative de mettre en place un inventaire gratuit de la flotte de moteurs des clients de manufacturiers partenaires du programme, combiné à la réutilisation des outils mis en place par le *Department of Energy* américain dans le but d'être un outil pour le client dans la détermination de la pertinence du changement de ses moteurs (Benkhart, 2011).

Ce faisant, l'agence énergétique de l'État de New York facilite l'action des manufacturiers dans leur recherche de plus grandes parts de marché pour les moteurs efficients, en mettant en place des actions permettant aux clients de comprendre quels sont leurs intérêts en matière de réduction de leur consommation énergétique notamment.

Bien que le programme *Business Partner Motor Systems* aide en partie les manufacturiers présents dans l'État, il se veut indépendant de toute pression et neutre en ce qui concerne les intérêts des manufacturiers et des clients finaux. Le fait de donner des outils en particulier au vendeur rentre dans une logique d'efficacité énergétique globale et réelle, avec un bénéfice tangible pour les utilisateurs finaux de moteurs, avec une réduction de leur facture énergétique à l'arrivée.

Le but de la NYSERDA peut donc être vu comme étant celui de faciliter l'accès à l'information de la part des clients pour qu'ils puissent changer leur parc de moteurs de manière efficace et rentable. D'autre part, ce type de programme permet aux vendeurs de mieux calibrer leurs plans de communication dans le but de faire passer les bons arguments en matière de transition énergétique.

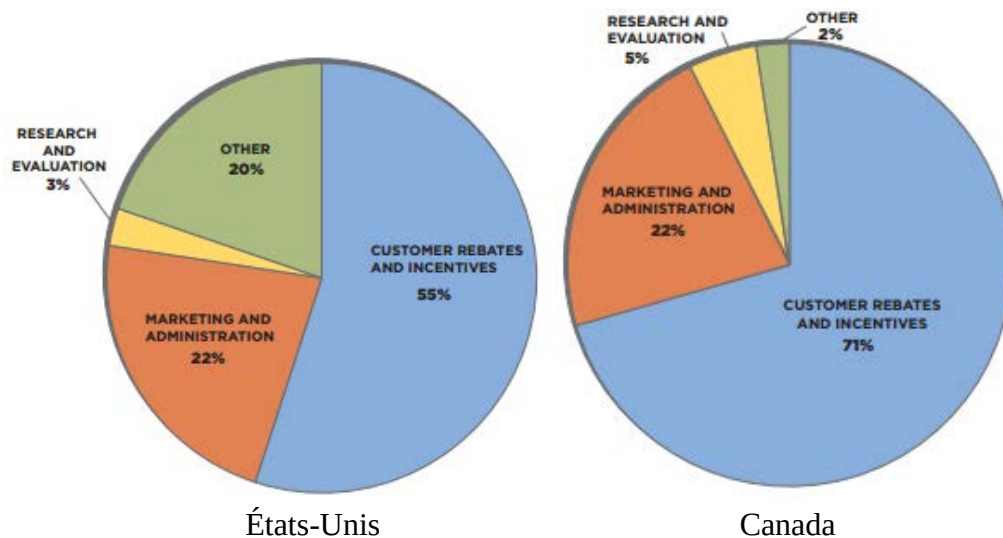
Comme nous l'avons vu, le Canada et les États-Unis disposent de nombreux programmes pédagogiques visant à réduire au maximum les problèmes d'informations entre les manufacturiers et les clients. De plus, ces programmes s'adressent aussi aux organisations amenées à proposer des incitatifs en efficacité énergétique, afin de faire le meilleur choix de programme. L'action de différents organismes à plusieurs niveaux clés (utilisateur final, manufacturier et fournisseur d'électricité) permet d'influencer le marché et d'améliorer la diffusion de l'information de manière assez globale.

Mesures incitatives:

Afin d'encourager les entreprises à renouveler leur parc de moteurs, de nombreuses mesures incitatives ont été lancées, que ce soit sur le plan fédéral ou "régional". Notons par exemple le rôle de la NEMA, qui essaie notamment de faire pression sur le Congrès pour mettre en place des mesures de "prime à la casse" de l'ordre de 350 millions de dollars (Lowe et. al, 2010).

À côté de ce mouvement lancé par l'association de manufacturiers, plus de 50 programmes incitatifs sont mis en place aux États-Unis et au Canada par l'intermédiaire de fournisseurs d'électricité ou d'agences gouvernementales, dont le budget (Annexe 3) est réparti comme suit:

Figure 13: Répartition des dépenses en programmes d'efficacité énergétique aux États-Unis et au Canada:



Source: CEE Annual Industry Report, 2013.

L'éventail de mesures incitatives montre bien que les organismes chargés de l'efficacité énergétique américaine et canadienne mettent en place de réels moyens pour permettre aux industriels de passer à l'utilisation de moteurs plus performants - 55% des dépenses du CEE aux États-Unis et 71% au Canada (Figure 13) - avec des incitatifs liés à l'industrie en tant que telle. Ceux-ci peuvent être soit accordés aux consommateurs (*downstream*) ou au vendeur (*upstream*), ou à une combinaison des deux (Werle et. al 2011). Selon ces mêmes auteurs, environ 90 membres du CEE mettent en place des programmes incitatifs à travers les deux pays concernés, parmi lesquels nous retrouvons 65 programmes proposant des mesures incitatives.

Celles-ci se matérialisent par des rabais accordés au consommateur, par exemple une réduction en fonction du nombre de chevaux du moteur concerné, et sont principalement

utilisées en amont de la réglementation afin de préparer le marché à l'arrivée de nouveaux produits. Ce type de programme se fait donc plus rare après le passage de la loi, du fait de la nature obligatoire de l'achat de nouveaux moteurs.

Pour rentrer plus en détails sur ce type de mesure, nous pouvons évoquer les incitatifs financiers menés par les membres de cette même CEE, soit les fournisseurs d'électricité. Ceux-ci financent leurs programmes par l'application d'une faible prime sur le prix de l'électricité vendue aux clients afin de favoriser par la suite les bonnes pratiques (Geller 2005). Concrètement, ils offrent des compléments financiers aux acheteurs de moteurs les plus performants en fonction des caractéristiques techniques (nombre de chevaux, d'heures de fonctionnement). Notons par exemple les programmes lancés par Xcel Energy ou encore la Southern California Edison (Express Efficiency Deemed) qui proposaient des financements allant de 35\$ pour un moteur de 1 hp à environ 1 200\$ pour un produit de 200 hp (DeFay 2009).

Ces mesures permettent de réduire l'effet de certains freins aux politiques d'efficacité énergétique que sont par exemple la division des incitatifs (en raccourcissant le délai de retour sur investissement), ou encore l'accès au capital (en baissant le prix des produits et donc des fonds à mobiliser). L'un des principaux buts de ces mesures est de faire baisser l'inertie des acteurs, notamment la réparation des machines ou le recours à des moteurs stockés. Notons aussi qu'elles se concentrent souvent avant la mise en place d'une directive et s'arrêtent peu après. Ce faisant, les industriels sont plus enclins à saisir un rabais à ce moment-là plutôt que d'attendre un hypothétique changement sans aucun incitatif. Ce type d'incitatif est donc un facteur de succès en Amérique du Nord, comparativement à l'Europe ou, comme nous le verrons par la suite, aucune mesure de ce type n'est mise en place (Kruger et Werle, 2011).

Après avoir vu la différence entre les politiques américaine et européenne en matière d'efficacité énergétique dans le domaine des moteurs électriques, nous pouvons nous questionner sur la possibilité de répliquer le succès Nord-Américain sur le vieux continent.

2 - Répliquer le succès nord-américain en Europe?

a) Constat.

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la transformation du marché européen en comparaison à son "homologue" américain est relativement lente (figure 10). Alors que

les États-Unis et le Canada ont réussi à changer quasi radicalement la structure de leur marché, l'Europe peine à introduire les moteurs les plus efficaces comme modèles de référence. Même avec des réglementations qui tendent à s'harmoniser (rattrapage européen à horizon 2017(CE 2009a)), les mesures d'efficacité énergétique mettent un certain temps à être efficaces (Kulterer, 2011b). Partant de ce constat, l'Union Européenne (UE) a moins bien réussi, jusqu'à présent, à faire tomber ou à réduire les barrières à l'efficacité énergétique sur son marché (Annexe 2).

Nous pouvons alors poser deux questions, soit celle de savoir pourquoi cela n'a pas fonctionné en Europe dans le domaine des moteurs électriques, et si il est possible de répliquer les succès vus en Amérique du Nord.

b) Les enjeux européens:

Reprenons les principaux facteurs de succès nord américains afin de mieux comprendre quels sont les défis européens et la possibilité de leur réplication en Europe.

- Nous avons noté dans un premier temps la prise de conscience précoce aux États-Unis, ayant permis de mettre en marche une bonne dynamique.
- Le deuxième facteur est celui de la collaboration entre les industriels et le législateur, qui a fait ses preuves dans le sens où cela a amené à la fois une meilleure diffusion des pratiques et une mise en place de mesures en phase avec les problématiques de terrain chez les fabricants.
- Le dernier élément est celui de la mise en place de trois types de mesures, soit des incitatifs financiers, des mesures pédagogiques et enfin des réglementations. Ce triptyque a permis une transformation efficace du marché.

Le premier facteur de succès a donc été celui d'une prise de conscience plus rapide en Amérique du Nord. Alors que les premières considérations et ébauches de législations concernant la réduction de la consommation électrique sont apparues dans les années 1970 aux États-Unis, l'Union Européenne n'a pas agi aussi tôt. De fait, la mise en place de telles considérations sur le vieux continent de manière globale était à l'époque quasi-impossible. Notons par exemple la diversité des régimes politiques en présence, le faible nombre de pays présents dans la CEE - qui allait devenir l'Union Européenne en 1992 - avec seulement neuf pays jusqu'en 1980 (Portail Europa, 2007). Par ailleurs, le marché européen est resté entravé par des barrières douanières jusqu'à la création de l'Acte Unique Européen en 1986 (Europa, 2014). Ces facteurs ont donc ralenti une prise de conscience précoce au niveau européen, alors qu'un régime de type fédéral (aux États-Unis par exemple) a permis une plus grande réactivité et une uniformité des réglementations.

La deuxième problématique est la relation entre les industriels et le législateur dans l'actualisation des normes et des classifications avec la diffusion de celles-ci par les associations professionnelles. Rappelons que les caractéristiques techniques d'efficacité énergétique prises en compte pour la création des lois Epact et EISA viennent en grande partie de l'industrie, avec la reprise de standards déjà existants et connus par les acteurs du secteur (Brunner et Borg 2009). De son côté, la CEMEP a initié une catégorisation plus tardivement (1998) avec l'instauration des labels Eff1, Eff2, Eff3 en coopération avec la Commission européenne (Corino et al. 2010). L'acceptation par tous les manufacturiers de standards unifiés a donc été plus longue en Europe, avec un décalage en termes d'isomorphisme normatif (DiMaggio et Powell, 1983) soit une diffusion de standards dans l'industrie par l'intermédiaire notamment d'associations professionnelles. Ce retard dans l'industrie a été négatif dans la compréhension et dans la sélection des informations données par chaque manufacturier.

Concernant la mise en place de législation, nous avons vu que le rôle de la NEMA a été important, avec des négociations menées avec le législateur sur les futures performances énergétiques obligatoires, sur les mesures annexes à mettre en place (incitatives, pédagogiques) (Brunner et Borg, 2009). Contrairement à la NEMA, la CEMEP n'a pas joué le rôle de catalyseur qui a été celui de son homologue américain. En négociant sur ces mesures en amont et en aval de la réglementation, l'association des manufacturiers va accélérer l'adoption des produits les plus performants. La CEMEP ne produit alors pas le même effort concernant les mesures incitatives et pédagogiques à mettre en place, en témoignent leurs faibles nombre ou leurs absences (pour les mesures de natures incitatives). Ce type de collaboration n'a pas été mise en place en Europe, ou comme nous l'avons vu, l'association des manufacturiers n'a joué un rôle que dans la mise à l'agenda de mesures volontaires et non coercitives à partir de 1998 (Corino et al. 2010). Rappelons que la CEMEP ne voyait pas, à l'époque, l'intérêt de mettre en place une réglementation européenne (Brunner et Borg, 2009). L'implication plus forte des manufacturiers dans la mise en place de normes est donc un enjeu pour l'Union Européenne dans le but de rattraper son retard, pour améliorer l'accompagnement de la législation (Kulterer, 2011b).

Le troisième défi est celui de l'engagement au niveau des réglementations et des mesures d'accompagnement dans le domaine. Ce facteur clé de succès en Amérique du Nord a clairement fait défaut en Europe. Le manque d'initiative de la part du législateur est un des problèmes dans le sens où l'UE est toujours restée dans une position de réaction par rapport à ce que faisaient les États-Unis et le Canada. Des progrès ont néanmoins été faits en instaurant des directives avec un calendrier rapproché (2011, 2015, 2017) (CE 2009a) mais cette zone économique accuse un réel retard dans ce domaine (figure 8). Rappelons que l'Union Européenne a mis en place la première mesure réglementaire 14 ans après les États-Unis et le Canada. Au vu de l'importance de l'aspect coercitif, son

omission pendant de nombreuses années sur le vieux continent est un facteur majeur de la transformation plus lente du marché des moteurs électriques. Dans ce cadre-là, les relations entre les acteurs sont cruciales, et notamment entre le législateur et les associations de manufacturiers (Kulterer, 2011b).

Nous avons vu que la régulation était la mesure clé, mais elle doit être complétée par des initiatives de type incitatives ou pédagogiques. Le triptyque pédagogie/incitatif/réglementation semble être le modèle permettant une transformation efficace du marché (Almeida et al. 2003), notamment par le changement des mentalités (même minime) permettant de faire prendre conscience aux consommateurs finaux des gains potentiels en terme énergétique (Benkhart 2011). C'est un réel problème que doit résoudre l'UE dans le sens où elle n'a pas mis en place le triptyque évoqué précédemment, comparé à une gamme de programmes pléthoriques en Amérique du Nord. De fait, l'Union Européenne n'a mis en place qu'un seul programme pédagogique d'importance (*Motor Challenge Program*). Notons aussi l'absence de politiques incitatives concernant l'achat de moteurs plus performants (Kulterer et Werle, 2011), et qui a été un réel accélérateur dans l'adoption des nouveaux produits en Amérique du Nord durant les périodes précédant la mise en place de réglementations. De fait, les différentes réglementations n'obligent pas les entreprises utilisatrices à changer leur parc de moteurs et donc laissent le champ libre à certaines routines telle la logique à court terme consistant à réparer un vieux moteur ou à en utiliser un en stock plutôt que d'en acquérir un nouveau. Le retard accusé par l'Union européenne est donc en partie dû à la non mise en place de mesures incitatives et pédagogiques suffisantes en soutien de mesures réglementaires.

c) Reproduire le succès nord-américain?

Toute la question ici est de savoir si les politiques européennes dans le domaine (réaffirmation de la volonté de l'UE de légiférer dans le domaine de l'énergie (CE, 2010) ou encore le plan 2050 (Wesselink et al. 2010) permettront à ce continent de rattraper ou de dépasser les États-Unis et le Canada à terme. Bien que les réglementations tendent à

s'harmoniser, l'état du marché est différent entre ces deux puissances économiques et pose la question de la possibilité de répliquer les facteurs de succès en Europe.

Au niveau de la prise de conscience précoce, ce point ne peut pas être répliqué ex-post, et restera un problème pour l'UE tant qu'elle n'aura pas réussi à rattraper son retard en termes de composition du marché des moteurs ; même si il pose la problématique d'une action concertée et proactive en sur le vieux continent. Cela ne pouvait être le cas de façon uniforme dans les pays de l'Union actuelle comme nous l'avons vu précédemment du fait d'une construction de cette zone de manière incrémentale par l'insertion de nouveaux pays et du manque d'initiative dans le domaine de la part du législateur. Au jour d'aujourd'hui, l'accélération du calendrier des législations (CE, 2009a) montre bien qu'il y a une prise de conscience de la part du législateur. Il semble que l'UE puisse tout à fait continuer dans cette lancée en mettant en place des réformes de manière continue.

Concernant les relations entre les entreprises et le législateur, les États-Unis ont mis en place une dynamique intéressante où le DOE, la NEMA et la CEE communiquent et négocient pour permettre aux réglementations d'émerger. Ce n'est pas exactement le cas en Europe, avec un dialogue moins fort et une importance de la CEMEP plus faible, alors que de grands acteurs font partie de cette même association (ABB ou Emerson par exemple). Le rôle de la CEMEP doit être revu, avec la nécessité d'améliorer sa visibilité et son implication dans le processus législatif par l'édiction de classifications mais aussi dans son accompagnement. Celle-ci n'a pas les mêmes connexions avec le législateur que son homologue américaine, avec comme conséquence un accompagnement des mesures plus faible qu'en Amérique du Nord. Résoudre ce problème permettrait d'offrir des incitatifs et des outils pédagogiques auprès des consommateurs finaux pour faciliter la mise en marché des nouveaux moteurs en négociant avec le gouvernement, comme ce fut le cas aux États-Unis avec l'implication de la NEMA lors de l'EPAAct et l'EISA (Brunner et Borg 2009). C'est un défi que les manufacturiers européens ont bien compris, où les relations entre la NEMA et le DOE semblent intéresser la CEMEP, avec une volonté de comprendre quels sont les mécanismes de négociation aux États-Unis pour essayer de les répliquer par la suite (NEMA, 2014b). Notons par ailleurs l'ajout au sein de la structure de la CEMEP d'une commission technique visant à entretenir des relations NEMA/CEMEP (CEMEP, 2014), qui démontre bien une volonté d'agir pour reproduire un modèle qui marche en Amérique du Nord.

Au vu de cette prise de conscience et de la présence de certaines entreprises dans les deux associations (NEMA et CEMEP), une réplication du modèle américain sur ce point semble possible.

Pour ce qui est des séries de mesures à mettre en place, nous avons vu qu'une bonne dynamique était en marche, avec un calendrier assez serré de lois dans le domaine de l'efficacité énergétique. Concernant les initiatives pédagogiques, leur faible nombre ne

permet pas encore de diffuser largement l'information. Avec une implication plus importante de la CEMEP, le dernier aspect du triptyque de mesures (incitatives) devrait être présent pour les futures réformes. Il paraît alors assez vraisemblable que l'Union Européenne puisse répliquer ce facteur de succès à terme, mais cela ne peut passer que par un effort du côté des incitatifs financiers proposés et sur une meilleure diffusion de l'information au consommateur final.

Concrètement, l'Europe semble avoir toute les cartes en main pour répliquer le succès qu'a rencontré l'Amérique du Nord dans le domaine. Cependant, le faible nombre de mesures et la nature des relations entre acteurs ne permet pas de penser à un changement notable du parc de moteurs au sein de l'UE à court terme.

V. Conclusion:

En somme, la position de leader qu'occupe l'Amérique du Nord dans le domaine de l'efficacité énergétique des moteurs industriels est le fruit de plusieurs facteurs.

La mise en place de normes et leurs implantations anticipées par rapport à l'Europe par exemple peuvent être vues comme une partie essentielle de ce succès avec le fait que ces deux pays aient pris des mesures assez tôt. Comparativement, la non adoption d'une législation dans le secteur en Europe montre bien que les simples mesures volontaires n'ont que des effets limités. Même avec un respect des engagements de la part des manufacturiers en 2003 - avec une quasi-éradication des moteurs les moins efficaces - il n'en reste pas moins que ceux-ci se sont rabattus sur les moteurs à peine plus performants et loin des standards nord-américains. La réglementation en tant que telle est le facteur déterminant de l'adoption et de la pénétration des moteurs efficaces sur le marché, car les mesures incitatives et pédagogiques entraînent certaines limites, mais elles permettent d'accompagner et de rendre plus efficaces les mesures coercitives. La position du Canada et des États-Unis est donc due à des relations étroites entre public et privé mais aussi à un triptyque de mesures (incitatives, informationnelles, coercitives) permettant de faire changer la configuration du marché.

La présence d'un catalyseur comme la NEMA est aussi un fait important, car l'association a permis de passer de plusieurs projets de lois régionaux à une loi fédérale assez rapidement. La relation NEMA-DOE-ACEEE qui s'en suit semble être le deuxième point important dans notre cas. De fait, la force de frappe de cette association est plus importante que son homologue européenne (CEMEP) puisqu'elle a réussi à influencer la mise en place de lois et de réglementations dans le domaine. Cela fut notamment le cas pour les deux grandes phases que sont l'EPact et l'EISA. Dans un premier temps, en cherchant à éviter une parcellisation des réglementations aux États-Unis (volonté de plusieurs États américains de légiférer dans le domaine), puis en prenant conscience qu'un changement de réglementation et la mise en place de mesures pédagogiques et incitatives leur permettraient d'accroître leur chiffre d'affaires. A contrario, la CEMEP n'a participé qu'à la définition d'un standard volontaire concernant la définition des classes d'efficacité énergétique à la fin des années 1990 et a simplement donné un "avis de soutien" concernant la mise à l'agenda de la réglementation de 2009.

L'engagement actif de différents organismes (étatiques, industriels et non gouvernementaux) permet de mettre en place des normes prenant en compte différents types d'intérêt et rend alors la norme plus acceptable par la communauté.

Des mesures et un paquet d'initiatives performantes ont permis à l'Amérique du Nord de réellement modifier la population de moteurs. Le fait d'avoir combiné les mesures incitatives, coercitives et informationnelles a supprimé ou atténué de nombreuses barrières identifiées dans la littérature. Même si elles ne permettent pas de toutes les contourner, le taux de pénétration des moteurs efficaces (que ce soit pour la loi EPact ou EISA) (figure 9) aux États-Unis et au Canada démontre que la panoplie de mesures déployées sur les

différentes strates du marché est relativement efficace et vient bien accompagner les actions coercitives aussi bien en amont qu'en aval. Cette association de mesures, mais aussi leur grand nombre comparé à l'Union Européenne, a donc amené une plus grande performance en efficacité énergétique.

Tout l'enjeu aujourd'hui est de savoir comment faire avancer ces réformes (vers un élargissement des produits concernés ou vers un durcissement des normes) aussi bien en Amérique que sur d'autres marchés.

VI. Références:

ACEEE (American Council for an Energy-Efficient Economy) (2014). About ACEE, Overview / Mission, Washington. [En ligne] <http://www.aceee.org/about>. (Page consultée le 24 mai 2014).

Advanced Energy (2013) HorsePower Breakpoint Calculator. [En ligne] http://www.advancedenergy.org/portal/hp_breakpoint_tool/bpTool.php?enclosure=2&speed=1800&percentList=0.7&pwrCost=0.05&payback=3&loadFactor=0.85&comparison=1. (Page consultée le 5 juin 2014).

Agamloh, E. B., Andrade, C. T., & Husain, I. (2013) Assessment of prospects of prescribing super-premium efficiency levels with induction motor technology. Energy Efficiency In Motor Driving Systems, Conference Proceedings.

BEA (Business Energy Advisor) (2014). Making Motor Repair or Replacement Decisions, Xcel Energy. [En ligne] http://xcelenergy.bizenergyadvisor.com/BEA1/OMA/OMA_Drivepower/OMA-15 (Page consultée le 3 juillet 2014).

M. Benhaddadi, G. Olivier, R. Ibtouen, J. Yelle, and J-F Tremblay (2011). Premium Efficiency Motors, Electric Machines and Drives, Dr. Miroslav Chomat (Ed.), ISBN: 978-953-307-548-8, InTech

Benkhart, B. (2011). Whole System Approach to Improving Efficiency in Industrial Facilities EEMODS Conference - Alexandria, VA USA, pp. 2.

Bertoldi, P., M, Elle. (2010). The European Motor Challenge Programme, Evaluation 2003-2009. European Commission - Joint Research Centre - Institute for Energy.

Boteler, R. (2005). US Motor Market Status Report. Energy Efficiency In Motor Driving Systems, Conference Proceedings Volume I. 2005.

Boteler, R. (2009). USA Motor Update 2009. Proceedings of the 6th International Conference eemods '09: Energy Efficiency in Motor Driven Systems Nantes, FRANCE, 14-17 September 2009.

Brunner, C. U., et Borg, N. (2009). From voluntary to mandatory: policy developments in electric motors between 2005 and 2009. Tagungsband der eceee, 1(6.6).

Brunner, C. U., Werle, R., (2011) Market Transformation Program for Electric Motor Systems - Global progress report and outlook, conference proceedings, EEMODS 2013, Rio de Janeiro Brazil, 2013

CCE (Conseil des Communautés Européennes) (1992). Directive 92/42/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant les exigences de rendement pour les nouvelles chaudières à eau chaude alimentées en combustibles liquides ou gazeux, Bruxelles, Belgique. Journal officiel n° L 167 du 22/06/1992 p. 0017 - 0028. [En ligne] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:31992L0042> (Page consultée le 27 juin 2014).

CE (Commission Européenne) (2003). Communication from the commission, Developing an action plan for environmental technology, Bruxelles, Belgique. [En ligne] http://www2.ewea.org/documents/08_2003_Com_Env_Tech.pdf. (Page consultée le 25 juin 2014).

CE (Commission Européenne) (2009a). Règlement (CE) N° 640/2009 de la commission du 22 juillet 2009 portant application de la directive 2005/32/CE du Parlement européen et du Conseil concernant les exigences relatives à l'écoconception des moteurs électriques, Bruxelles, Belgique. Journal Officiel de l'Union Européenne. [En ligne] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:191:0026:0034:FR:PDF>. (Page consultée le 27 juin 2014).

CE (Commission Européenne) (2009b). Directive 2009/125/CE du Parlement Européen et du conseil du 21 octobre 2009 établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie. Bruxelles, Belgique. Journal Officiel de l'Union Européenne. [En ligne] <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:fr:PDF>. (Page consultée le 27 juin 2014).

CE (2010). Traité de Lisbonne - Le traité en bref. Commission Européenne, Bruxelles, Belgique. [En ligne] http://europa.eu/lisbon_treaty/glance/index_fr.htm. (Page consultée le 22 juin 2014).

CE (European Commission Joint Research Center Institute for Energy and Transport) (2011). End-use efficiency activities at European Commission - The Motor Challenge Programme: Partners, Ispra, Italie. [En ligne] <http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/motorchallenge/index.htm> (Page consultée le 22 juin 2014).

CE (2014). Energy: What do we want to achieve? Commission Européenne, Bruxelles, Belgique [En ligne] http://ec.europa.eu/energy/efficiency/index_en.htm. (Page consultée le 22 juin 2014).

CEE (Consortium for Energy Efficiency) (2007). Energy Efficiency Program Library. Consortium for Energy Efficiency Premium-Efficiency Motors Initiative - Notice of June 15, 2007. Boston. [En ligne] http://library.cee1.org/sites/default/files/CEE_IndMMS_motorinitiative_1996.pdf (Page consultée le 2 mai 2014).

CEE (Consortium for Energy Efficiency) (2013). Energy Efficiency Program Library CEE 2013 Summary of Member Programs for Motors & Motor Systems. Boston, MA. [En ligne] <http://library.cee1.org/content/cee-2013-summary-member-programs-motors-motor-systems/>. (Page consultée le 24 mai 2014).

CEMEP (2014), CEMEP structure. European Committee of Manufacturers of Electrical Machines and Power Electronics. Bruxelles, Belgique. [En ligne] <http://cemep.eu/en/about-cemep/contact/>. Page consultée en ligne le 20 juillet 2014.

Chausovsky (2011) A. Integral HP Industrial Motors & Drives: A Global Market Update. IMS Research.

Convery, F. J., Auffhammer, M., Pedro Guertler, P., Hanemann, M., Ryan, L. (2011) Energy Efficiency – Insights for Europe from the US. Atlantic Energy Efficiency. En ligne : <http://transatlanticenergyefficiency.eu/content/energy-efficiency-policy-%E2%80%93-some-insights-europe-us>

Copper Development Association Ink (s.d). Introduction to Premium Efficiency Motors. [En ligne] http://www.copper.org/environment/sustainable-energy/electric-motors/education/motor_text.html. (Page consultée le 5 juin 2014).

Corino, S., Romero, E., & Mantilla, L. F. (2010). Energy savings by means of energy efficient electric motors. Department of Electrical Engineering and Energy at Universidad de Cantabria in Spain, 1-5.

De Almeida, Edmar Luiz Fagundes (1998). Energy efficiency and the limits of market forces: the example of the electric motor market in France. Energy Policy, 1998, vol. 26, no 8, p. 643-653.

De Almeida, Aníbal T., Fonseca, Paula, Bertoldi, Paolo (2003). Energy-efficient motor systems in the industrial and in the services sectors in the European Union: characterisation, potentials, barriers and policies. Energy, 2003, vol. 28, no 7, p. 673-690.

De Almeida, Anibal T., Fonseca, Paula, Falkner, Hugh, et al (2003). Market transformation of energy-efficient motor technologies in the EU. Energy Policy, 2003, vol. 31, no 6, p. 563-575.

De Almeida, Anibal T., Ferreira, F. J. T. E., Fong, João, et al. (2008). EUP Lot 11 Motors. Technical Study for Ecodesign Directive, mandated by European Commission, Coimbra Portugal, April, 2008.

De Almeida, T., Falkner, H., Fong, J. (2013) Ecodesign of Electric Motors and Drives – The EuP Lot 30 Preparatory Study. EEMODS 2013.

DeCanio, S. J. (1993). Barriers within firms to energy-efficient investments. Energy policy, 21(9), 906-914.

Defay, E. R (2009). An Overview of Efforts to Promote Motor Efficiency in the US. Proceedings of the 6th International Conference eemods '09: Energy Efficiency in Motor Driven Systems. [En ligne] <http://www.leonardo-energy.org/sites/leonardo-energy/files/root/pdf/2009/EEMODS2009-Vol1.pdf>. (Page consultée le 10 juin 2014).

DiMaggio, P. J., & Powell, W. W. (1983). The iron cage revisited: Institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. American sociological review, 147-160.

DOE (Department Of Energy) (2002): United States Industrial Electric Motor Systems Market Opportunities Assessment December. Department Of Energy, Washington, DC. [En ligne] https://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/pdfs/mtrmkt.pdf. (Page consultée le 29 mai 2014).

DOE (2007). Energy Efficiency and Renewable Energy: Pre-analysis, Chapter 6: Technical Support Document for small electric motors. Markups For Equipment Price Determination ..US Department Of Energy, Washington, DC. [En ligne]: http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/pdfs/em_preanalysis_tsdch06.pdf. (Page consultée le 22 mai 2014)

DOE (2008). Energy Efficiency and Renewable Energy: Semifinal Rule, Chapter 7: Technical Support Document for small electric motors. Markups For Equipment Price Determination. US Department Of Energy, Washington, DC. [En ligne]: http://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/commercial/pdfs/smallmotors_tsd/semfinalrule_tsd_ch7.pdf. (Page consultée le 20 mai 2014).

Elliott, R. Neal (2007). "Impact of Proposed Increases to Motor Efficiency Performance Standards, Proposed Federal Motor Tax Incentives and Suggested New Directions Forward." American Council for an Energy-Efficient Economy.

Emanuele, K. A., Zaragoza, B. (2011). Exploring the Context and Opportunities for Energy Efficiency Programs to Advance Industrial Motor System Efficiency. Proceedings of the 7th International Conference EEMODS'11 Energy Efficiency in Motor Driven Systems.

Economics, Europe, and I. S. I. Fraunhofer (2007). Impact assessment study on a possible extension, tightening or simplification of the framework directive 92/75 EEC on energy labelling of household appliance. Literature review carried out by Europe Economics.

EIA (US Energy Information Administration.) (2014a). International Energy Statistics, Washington. [En ligne] <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=2&pid=2&aid=12>. (Page consultée le 12 mai 2014).

EIA (2014b). Electric Power Monthly - Average Retail Price of Electricity to Ultimate Customers by End-Use Sector, Washington. US Energy Information administration. [En ligne] http://www.eia.gov/electricity/monthly/epm_table_grapher.cfm?t=epmt_5_6_a. (Page consultée le 22 mai 2014).

EUROPA (2014). Fonctionnement de l'UE, l'histoire de l'Union Européenne. Portail de l'Union Européenne. [En ligne] http://europa.eu/about-eu/eu-history/index_fr.htm. Page consultée le 27 juin 2014.

Geller, H., Harrington, P., Rosenfeld, A. H., Tanishima, S., & Unander, F. (2006). Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries. *Energy Policy*, 34(5), 556-573.

Golove, W. H., & Eto, J. H. (1996). Market barriers to energy efficiency: a critical reappraisal of the rationale for public policies to promote energy efficiency. LBL-38059. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory.

Hasanuzzaman, M., Rahim, N. A., Saidur, R., & Kazi, S. N. (2011). Energy savings and emissions reductions for rewinding and replacement of industrial motor. *Energy*, 36(1), 233-240.

Hewett, M.J (1998), Achieving energy efficiency in a restructured electric utility industry, Report prepared for Minnesotans for an Energy Efficiency Economy, Center for Energy and Environment, Minneapolis.

Howarth, R. B., & Andersson, B. (1993). Market barriers to energy efficiency. *Energy Economics*, 15(4), 262-272.

IEA (2014) IEA Energy Statistics - for Electricity/Heat. Paris, France. [En ligne] <http://www.iea.org/stats/prodresult.asp?PRODUCT=Electricity/Heat>. (Page consultée le 10 mai 2014).

Jaffe, A. B., Stavins, R. N. (1994). The energy-efficiency gap What does it mean?. *Energy policy*, 22(10), 804-810.

Kulterer, K., Lackner, P., Werle, R. (2013) EMSA-Policy Guidelines for Electric Motor Systems. Proceedings of the 8th International Conference EEMODS'13 Energy Efficiency in Motor Driven Systems.

Kulterer, K., Werle, R., (2011) Motor Policy Guide Part 1: Assessment of Existing Policies. Report for The IEA Implementing Agreement on Efficient Electrical End-Use Equipment

Kulterer, K (2011 b). Motor Policy Guide. IEA 4E: Electric Motor Systems, Task D Draft-Report: Instruments for Coherent Motor Policy

Lowe, M., Ruggero, G., Gereffi, G. (2010) U.S. Adoption of High-Efficiency Motors and Drives: Lessons Learned. Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University

Nadel, S., Elliott, R. N., Shepard, M., Greenberg, S., Katz, G., & Almeida, A. D. (2000). Energy-efficient motor systems: A handbook on technology, programs, and policy opportunities.

Nailen, Richard L. (2008). "Motor efficiency in the U.S.: The next step". *Electrical Apparatus*, 61(8): 21-24.

NEMA Publication (1997): Policy Act of 1992: The scope of electric motors subject to efficiency standards on october 24, 1997. <https://www.nema.org/Standards/Pages/NEMA-Analysis-of-the-Energy-Policy-Act-of-1992-The-Scope-of-Electric-Motors-Subject-to-Efficiency-Standards-on-October.aspx>

NEMA (National Electrical Manufacturers Association) (1997). Policy Act of 1992: The Scope Of Electric Motors Subject To Efficiency Standards On October 24, 1997, Rosslyn, VA. [En ligne] http://www.reliance.com/pdf_elements/nema_epa.pdf. (Page consultée le 2 mai 2014).

NEMA (2005). NEMA Assessment Of The Energy Policy Act Of 2005, Rosslyn, VA, National Electrical Manufacturers Association. [En ligne] https://www.nema.org/Policy/Energy/Documents/2005EnergyHandout%20_1_.pdf. (Page consultée le 14 mai 2014).

NEMA (2014a), NEMA Members. National Electrical Manufacturers Association Rosslyn, VA [En ligne] <http://www.nema.org/About/Pages/Members.aspx> (Page consultée le 27 juin 2014).

NEMA (2014b), EI, The Magazine of Electroindustry, January 2014, Vol.19 No 1. National Electrical Manufacturers Association, Rosslyn, VA [En ligne] http://www.nxtbook.com/ygsreprints/NEMA/g39026_nema_ei_jan14/index.php?startid=30#/0. (Page consultée le 2 mai 2014).

Nidec Motor Corporation (2012). NEMA Premium Motors, The Energy Efficient Choice, Saint Louis, MO. [En ligne] http://www.nidec.com/~media/nidec-com/zh-CN/product/catalog/motor/nema_premium/nmc11101_itpaysnema_prem_4p_rev_fnl. (Page consultée le 29 juin 2014).

NYSERDA (New York State Energy Research and Development Authority) (2012). Motor Vendors - NYSERDA, Albany, NY [En ligne] <https://www.nyserda.ny.gov/Energy-Efficiency-and-Renewable-Programs/Commercial-and-Industrial/Business-Partners/Motors-Systems/Motor-Vendors.aspx> (Page consultée le 26 juin 2014).

NYSERDA (2013). Motor Systems Program Overview. New York State Energy Research and Development Authority, Albany, NY. [En ligne] <http://www.nyserda.ny.gov/Energy-Efficiency-and-Renewable-Programs/Commercial-and-Industrial/Business-Partners/Motors-Systems/Motor-Vendors/Motor-Systems-Program-Overview.aspx> (Page consultée le 25 juin 2014).

NYSERDA (2014a). Advancing innovative energy solutions in ways that improve New York's economy and environment. New York State Energy Research and Development Authority, Albany, NY [En ligne] <https://www.nyserda.ny.gov/> (Page consultée le 26 juin 2014).

NYSERDA (2014b). Premium-Efficiency Motor Case Studies. New York State Energy Research and Development Authority, Albany, NY. [En ligne] <https://www.nyserda.ny.gov/Publications/Case-Studies/Motor-Vendor-Case-Studies.aspx> (Page consultée le 26 juin 2014).

Odysse-Mure-Ademe (2013). EU 1 Motor Challenge Programme. [En ligne] EU1: http://www.measures-odyssee-mure.eu/public/mure_pdf/industry/EU1.PDF. (Page consultée le 26 juin 2014).

Parlement Européen (2014). Fiches techniques sur l'Union européenne. La politique de l'énergie: principes généraux, Bruxelles. [En ligne] http://www.europarl.europa.eu/aboutparliament/fr/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.1.html (Page consultée le 23 juin 2014).

Portail Europa (2007), La construction européenne à travers les traités - Introduction. Bruxelles, Belgique [En ligne] http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/treaties/treaties_introduction_fr.htm (Page consultée le 27 juin 2014).

RNCan (Ressources Naturelles Canada) (2010). Moteurs électriques, Bulletin sur la Modification des Normes,. Gouvernement du Canada, Ottawa. [En ligne] <http://www.rncan.gc.ca/energie/reglements-codes-standards/bulletins/7142>. (Page consultée le 25 mai 2014).

RNCan (Ressources Naturelles Canada) (2014). OSMCan : L'outil de sélection des moteurs au Canada. Gouvernement du Canada, Ottawa,. [En ligne] <http://www.rncan.gc.ca/energie/produits/reference/14929> (Page consultée le 14 mai 2014).

Schleich, J. (2009). Barriers to energy efficiency: A comparison across the German commercial and services sector. *Ecological Economics*, 68(7), 2150-2159.

Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The quarterly journal of economics*, 99-118.

Sorrell, S., Schleich, J., Scott, S., O'Malley, E., Trace, F., Boede, E., & Radgen, P. (2000). Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations. Retrieved October, 8, 2007.

Stern, P. C., & Aronson, E. (1984). *Energy use: The human dimension*.

Tanaka, K. (2011). Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector. *Energy Policy*, 2011, vol. 39, no 10, p. 6532-6550.

T OF, E. N. E., & OFA, S. S. (2002). *United States Industrial Electric Motor Systems Market Opportunities Assessment*. Washington, DC: Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Office of Industrial Technologies, 386.

Trianni, A., Cagno, E., Thollander, P., & Backlund, S. (2013). Barriers to industrial energy efficiency in foundries: a European comparison. *Journal of Cleaner Production*, 40, 161-176.

US Government (2007). *Energy Independence and Security Act Of 2007: PUBLIC LAW 110-140—DEC. 19, 2007, 121 STAT. 1492*. Washington. [En ligne] <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-110publ140/pdf/PLAW-110publ140.pdf> (Page consultée le 2 juin 2014).

Waide, P., & Brunner, C. U. (2011). *Energy-efficiency policy opportunities for electric motor-driven systems* (No. 2011/7). OECD Publishing.

Wesselink, B., Harmsen R., Eichhammer, W. (2010) *ENERGY SAVINGS 2020 How to triple the impact of energy saving policies in Europe*. En ligne: <http://www.roadmap2050.eu/attachments/files/EnergySavings2020-FullReport.pdf>

Werle, R., Brunner, C., Nielsen, S., Hatch, S., Falkner, H., Kulterer, K., & Klerck, R. (2011). Global effort for efficient motor systems: EMSA. EEMODs' 11 Energy efficiency in motors driven systems.

Wright, G. (1997). Towards a more historical approach to technological change. *The Economic Journal*, 107(444), 1560-1566.

York, D., Kushler, M. (2002). State Scorecard on Utility and Public Benefits Energy Efficiency Programs: An Update. American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC.

ANNEXES:

Annexe 1: Membres des programmes du CEE (Consortium for Energy Efficiency):

	Membres des programmes du Consortium For energy Efficiency dans le domaine des moteurs électriques				
	CEE Member	Service Area		CEE Member	Service Area
1	AEP Ohio	Ohio	30	Mid-American Energy Company	Iowa and Illinois
2	Alabama Power	Alabama			South Dakota
3	Alliant Energy	Iowa, Minnesota, Wisconsin	31	Montana Dakota Utilities	Montana
4	Ameren Illinois	Illinois	32	National Grid	Massachusetts, New York, Rhode Island
5	Arizona Public Service	Arizona	33	Nebraska Public Power District	Nebraska
6	AVISTA Utilities	Idaho and Washington	34	New Hampshire Electric Coop	New Hampshire
7	Baltimore Gas & Electric	Maryland	35	Newfoundland Power	Newfoundland
8	BC Hydro	British Columbia	36	Newfoundland and Labrador Hydro	Newfoundland
9	Black Hills Corp.	Colorado & Iowa	37	Northern Indiana Public Service Company	Indiana
10	Bonneville Power Administration	Idaho, Montana, Oregon, and Washington	38	NSTAR Electric & Gas	Massachusetts
11	Cape Light Compact	Massachusetts	39	NYSEDA	New York
12	City of Palo Alto	California	40	Omaha Public Power District	Nebraska
13	Commonwealth Edison	Illinois	41	Pacific Gas & Electric (PG&E)	California
14	Connecticut Light & Power	Connecticut	42	PECO Energy	Pennsylvania
15	Connecticut Natural Gas	Connecticut	43	Platte River Power Authority	Colorado
16	Consumers Energy	Michigan	44	PNM	New Mexico
17	DCSEU	District of Columbia	45	Public Service of New Hampshire	New Hampshire
18	Duke Energy	Florida, Indiana, Kentucky, and Ohio. North & South Carolina	46	Puget Sound Energy	Washington
19	Efficiency Maine	Maine	47	Rocky Mountain Power	Idaho, Utah, and Wyoming
20	Efficiency Vermont	Vermont	48	Salt River Project	Arizona
21	Energy Efficiency Conservation Agency of New Brunswick	New Brunswick	49	Sask Power	Saskatchewan
22	Energy Trust of Oregon	Oregon	50	SNOPUD	Washington
23	Eugene Water & Electric Board	Oregon	51	Southern California Edison	California
24	Fortis BC	British Columbia	52	Southern Minnesota Municipal Power Agency	Minnesota
25	Gulf Power	Florida	53	Tennessee Valley Authority	Alabama, Georgia, Kentucky, Mississippi, North Carolina, Tennessee
26	Hawaii Energy Efficiency	Hawaii	54	United Illuminating	Connecticut
27	Hydro Quebec	Quebec	55	Western Massachusetts Electric Company	Massachusetts
28	Indianapolis Power & Light	Indiana	56	Wisconsin Focus on Energy	Wisconsin
29	Louisville Gas & Electric	Kentucky	57	Xcel Energy	Minnesota, Colorado, New Mexico

	Canada
	Etats Unis

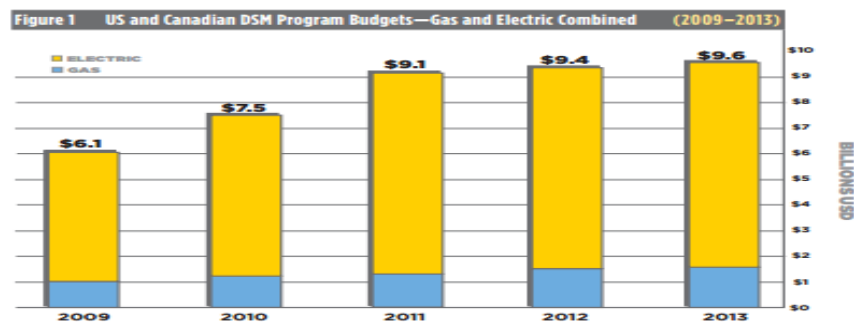
Source: Adapté du site de la CEE: <http://library.cee1.org/content/cee-2013-summary-member-programs-motors-motor-systems/>

Annexe 2: Barrières à l'efficacité énergétique.

Theoretical framework	Theoretical barrier	Comment
Economic non-market failure	Heterogeneity	A technology or measure may be cost-efficient in general, but not in all cases. Examples of hidden costs are overhead costs, cost of collecting and analyzing information, production disruptions, inconvenience, etc. Limited access to capital may prevent energy efficiency measures from being implemented. Risk aversion may be the reason why energy efficiency measures are constrained by short payback criteria.
	Hidden costs	
	Access to capital	
	Risk	
Economic market failure	Imperfect Information	Lack of information may lead to cost-effective energy efficiency opportunities being missed. If a person or department cannot gain from energy efficiency investments it is likely that implementation will be of less interest. If suppliers know more about the energy performance of goods than purchasers, the purchasers may select goods on the basis of visible aspects such as price. Strict monitoring and control by the principal, since he or she cannot see that what the agent is doing, may result in energy efficiency measures being ignored.
	Split incentives	
	Adverse selection	
	Principal-agent relationships	
Behavioural	Bounded rationality	Instead of being based on perfect information, decisions are made by rule of thumb. Research has shown that the form of information is critical. Information should be specific, vivid, simple, and personal to increase its chances of being accepted. The information source should be credible and trustworthy in order to successfully deliver information regarding energy efficiency measures. If these factors are lacking this will result in inefficient choices. Individuals who are opponents to change within an organization may result in overlooking energy efficiency measures that are cost-efficient. Efficiency improvements are most likely to be successful if there are individuals with real ambition, preferably represented by a key individual within the top management.
	Form of information	
	Credibility and trust	
	Inertia	
Organizational	Values	Efficiency improvements are most likely to be successful if there are individuals with real ambition, preferably represented by a key individual within the top management.
	Power	
	Culture	

Source: Sorrell et al. 2000.

Annexe 3: Dépenses en efficacité énergétique combinée au Canada et États-Unis.



Source: CEE Annual Industry Report, 2013.