



RÉSEAU
DES INGÉNIEURS
DU QUÉBEC

Nous travaillons dans votre intérêt



PROPOSITIONS POUR ENGAGER LE QUÉBEC
SUR LA VOIE DE LA MOBILITÉ DURABLE

AVIS

SEPTEMBRE 2010



PROPOSITIONS POUR ENGAGER LE QUÉBEC SUR LA VOIE DE LA MOBILITÉ DURABLE



Supervision du mandat et révision du contenu

Francis Bourque,
Directeur – Communication et affaires publiques

Benjamin Laplatte,
Conseiller principal – Communication et affaires publiques

Nous tenons également à remercier les membres du comité
de soutien des intérêts socio-économiques des ingénieurs (CSISEI)
pour leur implication:

Etienne Courture, ing., président du CSISEI
Antoine Boumerhi, ing.
Francis Sirard, ing.
Georges Mezzetta, ing.
Jean-Luc Dion, ing.
Krimo Bouaou, ing.
Mihai Popescu, ing. jr.
Réal Haché, ing.
Robert Arseneault, ing.
Yannick Rouette, ing.
Yves Lavoie, ing.

Recherche et rédaction

Pierre Langlois, Ph.D.,
Physicien: consultant / auteur du livre « Rouler sans pétrole »
www.planglois-pca.com

Table des matières

Préambule	6
Table des abréviations	7
Introduction.....	8
Chapitre 1	9
La pertinence de l'électrification des véhicules.....	9
1.1 <i>La pollution de l'air et ses méfaits sur la santé.....</i>	9
1.2 <i>Les gaz à effet de serre et le réchauffement climatique</i>	9
1.3 <i>La déplétion du pétrole et son impact sur l'économie</i>	11
1.3.1 <i>La situation mondiale</i>	11
1.3.2 <i>La situation au Québec.....</i>	16
Chapitre 2	20
Revue des technologies alternatives.....	20
2.1 <i>Le contexte mondial et québécois</i>	20
2.2 <i>Les véhicules personnels</i>	20
2.2.1 <i>Les véhicules électriques à batterie.....</i>	22
2.2.2 <i>Les véhicules hybrides branchables</i>	26
2.2.3 <i>Les véhicules à pile à combustible - hydrogène.....</i>	31
2.2.4 <i>Quelle technologie favoriser dans le contexte québécois?</i>	34
2.2.5 <i>Scoters électriques et vélos à assistance électrique.....</i>	39
2.2.6 <i>Les transformations de véhicules usagés.....</i>	39
2.3 <i>Les transports collectifs</i>	41
2.3.1 <i>Les transports collectifs urbains.....</i>	41
2.3.2 <i>Les transports collectifs interurbains</i>	42
2.4 <i>Le transport des marchandises</i>	46
2.4.1 <i>Le transport urbain des marchandises.....</i>	46
2.4.2 <i>Le transport interurbain des marchandises</i>	48
Chapitre 3	51
Revue de l'actualité mondiale, canadienne et québécoise	51
3.1 <i>Les véhicules à motorisation électrique bientôt accessibles</i>	51
3.2 <i>L'industrie des véhicules écologiques au Québec et au Canada.....</i>	54
3.2.1 <i>L'industrie des véhicules écologiques au Québec : un survol.....</i>	54
3.2.2 <i>L'industrie canadienne des véhicules écologiques (à l'exclusion du Québec): un survol</i>	59
3.3 <i>Les politiques incitatives dans différents pays.....</i>	60
3.3.1 <i>Les politiques incitatives aux États-Unis</i>	61
3.3.2 <i>Les politiques incitatives en Europe</i>	66
3.3.3 <i>Les politiques incitatives au Canada</i>	74
3.3.4 <i>Les politiques incitatives au Québec.....</i>	77

Chapitre 4 82

Recommandations pour une stratégie québécoise sur la mobilité durable 82

AXE 1 - RÉDUIRE L'EMPREINTE CARBONE ET LA DÉPENDANCE AU PÉTROLE DU TRANSPORT 85

4.1 Mettre en place les conditions favorables au changement 85

4.1.1 Se fixer un objectif de diminution de la consommation de pétrole dans les transports routiers de 30 % d'ici 2020 85

4.1.2 Conduire une étude détaillée sur les opportunités liées à la gestion intelligente des transports 85

4.1.3 Une campagne de sensibilisation et d'information 86

4.1.4 Organiser la formation du personnel 86

4.1.5 Adapter les normes et règlements 87

4.1.6 Mettre en place les outils fiscaux adéquats pour financer les changements 87

4.2 Maximiser la pénétration des véhicules à motorisation électrique légers et la diminution de consommation de carburant 88

4.2.1 Instaurer un bonus malus à l'achat de véhicules neufs 88

4.2.2 Maintenir un programme de recyclage de véhicules et d'incitatifs au transfert modal 89

4.2.3 Instaurer un rabais subventionné pour la conversion des véhicules usagés 90

4.2.4 Instaurer un rabais subventionné pour les véhicules électriques à 2 et 3 roues 90

4.2.5 Instaurer un coût d'immatriculation modulé par la consommation de carburant 91

4.2.6 Soutenir l'achat de véhicules branchables pour les flottes gouvernementales et municipales 91

4.2.7 Émettre une plaque verte pour les véhicules branchables 91

4.2.8 Favoriser l'installation de dispositifs/systèmes de réduction de consommation 92

4.2.9 Planifier le transfert des taxes sur le carburant aux véhicules branchables vers 2018 92

4.3 Favoriser les transports collectifs, alternatifs et actifs 93

4.3.1 Diminuer les parcours urbains en auto solo de 20 % d'ici 2020 par rapport à 2010 93

4.3.2 Bonifier les transports collectifs ruraux 94

4.3.3 Augmenter les stationnements dédiés à l'auto-partage urbain et au covoiturage interurbain 94

4.3.4 Intégrer les régions dans un projet de transport rapide électrique interurbain 95

4.4 Optimiser le transport des marchandises 96

4.4.1 Favoriser le développement d'une meilleure logistique de transport des marchandises 96

4.4.2 Continuer l'aide pour réduire la consommation de carburant des camions lourds 96

4.4.3 Favoriser le transfert modal du transport des marchandises 97

4.5 Augmenter l'usage des carburants alternatifs 97

4.5.1 Intégrer 8 % à 10 % de biocarburants dans les carburants pétroliers en 2020 97

4.5.2 Favoriser l'utilisation du biogaz comprimé, du propane et du gaz naturel comprimé 98

4.5.3 Limiter l'implantation du gaz naturel liquéfié pour le camionnage 99

4.5.4 Vérifier la pertinence d'incorporer du gaz naturel dans la production de biocarburants 2G 100

AXE 2 — SOUTENIR L'INDUSTRIE QUÉBÉCOISE DES VÉHICULES À MOTORISATION ÉLECTRIQUE 101

4.6 Accroître la part de marché du contenu québécois dans la chaîne d'approvisionnement des VME 102

4.6.1 Soutenir le déploiement d'un réseau d'excellence québécois en transports terrestres avancés (TTA) 102

4.6.2 Favoriser l'implantation au Québec d'un Institut pancanadien de recherche sur les véhicules à motorisation électrique 103

4.6.3 Soutenir le déploiement d'un réseau d'excellence en biocarburants de nouvelle génération 103

4.6.4 Stimuler l'implantation d'usines de batteries Li-ion au Québec 104

4.7 Accroître la part de l'investissement étranger et le nombre d'entreprises installées au Québec 105

4.7.1 Soutenir les efforts de commercialisation et de valorisation de la propriété intellectuelle 105

4.7.2 Utiliser la carte de l'énergie verte pour attirer les entreprises étrangères en TTA 105

4.7.3 Mettre en place des mesures fiscales incitatives et des prêts à bas taux d'intérêt 105

4.8 Accroître la visibilité de l'industrie québécoise du VME dans le monde 106

4.8.1 Soutenir l'essai de voitures électriques sur le sol québécois et le déploiement ciblé d'infrastructures de recharge 106

4.8.2 Subventionner la réalisation de projets de démonstrations technologiques, notamment un autobus électrique biberonné québécois 106

Conclusion générale 108

Lectures complémentaires 109

Préambule

En mai 2009, le RéseauQ rendait publique une étude intitulée *Le développement énergétique du Québec dans un contexte de développement durable*, qui abordait de front les enjeux énergétiques du Québec. Les motivations en arrière de cette initiative ont pris racines dans l'intérêt de renseigner les membres sur la nature des défis qu'ils auront à relever. Confrontée à des mutations économiques et écologiques sans précédent, la société québécoise aura fort à faire pour maintenir durablement son niveau de développement. Les ingénieurs étant des acteurs clés de ces défis, cette étude visait également à interpeller les pouvoirs publics sur l'urgence d'agir et d'appuyer les ingénieurs dans leur mission.

Conséquent avec ces motivations, et au lendemain d'un budget provincial qui en disait long sur les intentions gouvernementales en matière de mobilité électrique, le RéseauQ a décidé de faire ses devoirs et de produire un avis sur les éléments à mettre en œuvre au sein d'un plan d'action sur le véhicule à motorisation électrique (VME) à venir.

Afin de profiter au débat public, de promouvoir cet enjeu auprès des membres, et de positionner l'implication et l'intérêt des ingénieurs, le RéseauQ s'est associé à un expert de renom en la personne de Pierre Langlois, Ph.D., pour élaborer les réflexions qui sont présentées dans ce document.

Au passage, le RéseauQ s'est donné pour mandat de rendre justice au génie québécois actuellement actif dans cette jeune industrie. En dépit du souci d'exhaustivité qui a animé la démarche, il demeure néanmoins possible que certains joueurs aient été malencontreusement oubliés. L'actualité technologique est d'une telle effervescence qu'il ne faudrait pas y voir d'autre explication que celle d'un oubli malencontreux.

Essentiellement, cet avis se base sur l'état de la technologie et une recension de l'actualité internationale pour développer un ensemble de recommandations aux fins d'une stratégie gouvernementale ambitieuse en matière de mobilité durable. Il a également pour objectif de faire reconnaître l'importance de soutenir adéquatement le génie québécois, afin que la société québécoise puisse répondre avec aplomb aux défis à venir.

S'il en va de notre prospérité économique, il en va également de notre développement social et environnemental.

Table des abréviations

AIE	Agence internationale de l'énergie	ITAQ	Institut du transport avancé du Québec
ALENA	Accord de libre échange nord américain	ITPOES	Industrial Task Force for Peak Oil and Energy Security
ARRA	American Recovery and Reinvestment Act	LCFS	Low Carbon Fuel Standard
ASPO	Association for the Study of Peak Oil and Gas	M	Mega : million
ATA	American Trucking Associations	MIT	Massachusetts Institute of Technology
CAA	Association des automobilistes canadiens	NREL	National Renewable Energy Laboratory
CEA	Commission à l'Énergie atomique (France)	PAC	Pile à combustible
CNTA	Centre national du transport avancé	PAC-H2	Pile à combustible à l'hydrogène
CO2	Dioxyde de carbone	PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
DoE	Department of Energy (Etats-Unis)	R&D	Recherche et développement
DoT	Department of Transports (États-Unis)	RTC	Réseau de transport de la capitale
EDF	Électricité de France	SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
EIA	Energy Information Administration (Etats-Unis)	SGF	Société générale de financement du Québec
EPRI	Electric Power Research Institute	STL	Société de transport de Laval
FRCVÉ	Feuille de route du Canada sur la technologie des véhicules électriques	STM	Société de transport de Montréal
G	Giga : milliard	TEPCO	Tokio Electric Power Corporation
GES	Gaz à effet de serre	TGV	Train à grande vitesse
GIEC	Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat	TTA	Transport terrestre avancé
GNC	Gaz naturel comprimé	VEB	Véhicule électrique à batterie
GNL	Gaz naturel liquéfié	VEPA	Véhicules électriques avec prolongateur d'autonomie
GrEn	Grenelle Environnement (France)	VHB	Véhicules hybrides branchables
GTL	Gas to Liquid (carburant synthétique liquide fait à partir du gaz naturel)	VME	Véhicule à motorisation électrique
H2	Hydrogène	VUS	Véhicule utilitaire sport
IREQ	Institut de recherche d'Hydro-Québec		

Introduction

La civilisation fait présentement face à un des plus grands défis de son histoire, celui de sortir rapidement de l'ère des carburants fossiles. Le pétrole, en particulier, s'épuise rapidement, en raison de la demande importante des pays industrialisés, et de la demande en forte croissance des pays en émergence, dont la Chine et l'Inde.

L'or noir ne suffira plus à la demande d'ici quelques années, et son prix va inévitablement s'envoler, alors que l'écart entre l'offre et la demande s'élargira, avec comme conséquence une crise économique imminente, dont l'ampleur pourrait être dévastatrice. De plus, les émissions toxiques générées par la combustion des carburants fossiles entraînent des conséquences très dommageables pour la santé, particulièrement dans les grandes villes. Enfin, les gaz à effet de serre (GES) qui résultent de la combustion des hydrocarbures ont un impact important sur le réchauffement climatique, avec des conséquences potentiellement désastreuses pour la civilisation et la biodiversité.

Toutes ces problématiques bien réelles nous imposent d'agir rapidement pour nous sortir de notre dépendance au pétrole, particulièrement dans le domaine des transports, qui en dépend à 95 %. Les véhicules à motorisation électrique, les VME (hybrides rechargeables sur le réseau, et tout électriques), apparaissent donc comme une nécessité urgente pour les transports routiers.

Dans cette perspective, les principaux objectifs du présent document, dédié aux transports routiers, sont de

- faire ressortir l'urgence d'électrifier les véhicules et de diminuer rapidement notre consommation de pétrole, en démontrant les multiples bienfaits qui en résulteront pour le Québec
- faire une analyse critique des diverses technologies utilisant la motorisation électrique, en tenant compte du contexte québécois,
- faire un survol de l'actualité mondiale, canadienne et québécoise concernant les véhicules à motorisation électrique et les programmes incitatifs,
- identifier plusieurs éléments souhaitables d'une politique québécoise pour le développement des véhicules à motorisation électrique et pour la diminution rapide de notre consommation de pétrole pour les transports,
- et souligner l'importance du rôle des ingénieurs québécois dans cette révolution imminente.

Chapitre 1

La pertinence de l'électrification des véhicules

Comme nous venons de le voir, trois raisons principales nous commandent de faire un changement de cap en ce qui concerne les véhicules routiers : la pollution de l'air, le réchauffement climatique et le danger d'effondrement de notre économie. Dans cette section, nous allons voir de façon sommaire les tenants et les aboutissants de ces problématiques.

Les effets néfastes de la pollution atmosphérique sur la santé des citoyens se font déjà sentir. Les perturbations liées au réchauffement climatique vont avoir un impact sérieux d'ici 20 à 30 ans. Par contre, la baisse imminente de la production mondiale de pétrole risque d'engendrer une crise économique majeure d'ici 5 ans, selon plusieurs experts.

1.1 La pollution de l'air et ses méfaits sur la santé

Souvent les gens oublient que la première motivation invoquée pour réintroduire les véhicules à motorisation électrique sur les routes, dans les années 1990, fut la pollution atmosphérique de nos grandes villes causée par les véhicules à essence et au diesel.

L'augmentation des maladies respiratoires et des décès reliés à la mauvaise qualité de l'air à Los Angeles (smog) ont incité fortement l'État de la Californie à se doter, en 1990, du « Zero emission mandate » qui prévoyait l'introduction obligatoire de véhicules électriques à partir de 1998.

Au Canada, ***l'Association médicale canadienne nous faisait part récemment, dans un rapport daté de 2008¹ que le nombre de morts prématurés dans notre pays causés par la pollution de l'air est de 21 000 par année***, et que le coût de cette pollution est estimé à 8 milliards de dollars annuellement! Que dire de plus.

1.2 Les gaz à effet de serre et le réchauffement climatique

Le CO₂ généré par la combustion des carburants fossiles contribue de façon importante à l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère terrestre. Le GIEC (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat), une organisation issue de l'*Organisation météorologique mondiale* et du *Programme des Nations Unies pour l'environnement*, nous a mis en garde à travers ses multiples rapports du danger que représentent les GES d'origine anthropique pour le réchauffement climatique.

Afin d'éviter un emballement du climat, les scientifiques du GIEC recommandent fortement de limiter l'augmentation de la température terrestre moyenne à 2 °C, par rapport à l'ère préindustrielle. Au-delà de cette limite, les experts estiment que les risques de libérer les immenses quantités de méthane (GES 25 fois plus actif que le CO₂) emprisonnées dans le pergélisol arctique sont élevés, et que d'importants mécanismes régulateurs climatiques pourraient être modifiés suffisamment pour

¹ Association médicale canadienne, «*No Breathing Room, National Illness Costs of Air Pollution*», Août 2008, téléchargement: http://www.cma.ca/index.php/ci_id/86830/la_id/1.htm

entraîner des effets abrupts et irréversibles sur le climat avec des conséquences graves. Les sécheresses qui en résulteraient pourraient mettre en péril plusieurs populations, en diminuant l'eau potable et le rendement agricole de plusieurs régions du globe, conduisant à des famines. Les ouragans plus violents et plus nombreux de même que l'augmentation des feux de forêt sont également à craindre.

Aussi, lors de la conférence de Copenhague, en décembre 2009, les nations ont signé un accord² dans lequel elles reconnaissent l'importance de limiter l'augmentation de la température terrestre à 2 °C, et qu'il faut prendre les mesures pour y arriver. Toutefois, comme on le sait, il n'a pas été possible de faire en sorte que la communauté internationale s'entende sur des cibles communes et contraignantes de réduction des GES, pour le moment.

Pour fixer les idées sur les efforts colossaux qu'on doit mettre en branle **pour limiter l'élévation de température à 2 °C**, il suffit de consulter le quatrième rapport du GIEC³ publié en 2007, plus particulièrement le tableau 3-10 du chapitre 3. On y constate qu'il **faudrait diminuer de 50 % à 85 % nos émissions de GES en 2050, par rapport à celles de 2000!**

Et, bien entendu, les pays industrialisés se doivent de diminuer davantage leurs émissions pour que les pays en émergence puissent se développer. C'est pour cela que **la cible de réduction généralement acceptée pour les pays industrialisés est de 80 % en 2050 par rapport à 2000, ce qui correspond à une réduction d'un facteur 4 des émissions de GES** en prenant comme référence l'année 2000.

Pour y arriver, l'Europe et le Québec ont fait un premier pas et se sont engagés à une réduction de 20 % de leurs émissions de GES en 2020 par rapport à celles de 1990.

Mais, au Québec, ce 20 % de réduction sera très difficile à atteindre pour les transports routiers. En effet, selon les statistiques du Ministère des ressources naturelles et de la faune (www.mrnf.gouv.qc.ca), la consommation québécoise de carburant pour les véhicules (essence + diesel) a augmenté de 34 % entre 1990 et 2007. **Ainsi, pour réduire les émissions de GES de 20 % au Québec par rapport à 1990, il faudrait diminuer notre consommation de pétrole pour les transports routiers de 54 % dans les dix prochaines années!**

Une chose est certaine, **l'adoption par le gouvernement québécois des normes californiennes pour la réduction des émissions de GES des véhicules neufs, même si elle est louable, est loin d'être une mesure suffisante pour atteindre ce 54 %**. Les normes californiennes prévoient une diminution de 30 % à 35 % des émissions de GES des véhicules neufs en 2016 par rapport à ceux de 2010. Mais, il faut tenir compte d'une durée de vie de 12 à 14 ans des véhicules, de la diminution progressive de la consommation de carburant des véhicules neufs de 2010 à 2016, et du fait que la norme ne s'applique pas aux véhicules lourds. En faisant cela, on réalise que l'application des normes californiennes réduira les émissions de GES du parc de véhicules québécois de 15 % environ en 2020 par rapport à 2010, si le nombre de véhicules reste le même. **Il va donc falloir réduire davantage notre consommation de pétrole pour les transports routiers par d'autres mesures, si on veut respecter nos engagements.**

² EurActiv et Reuter, «*Fifty-five nations join Copenhagen climate accord*», billet sur le site Euractiv, publié le 2 février 2010 (www.euractiv.com, section «Climate & Environment») : <http://www.euractiv.com/en/climate-environment/fifty-five-countries-join-climate-copenhagen-accord-cut-emissions-3>

³ B. Metz et al., «*Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*», 2007 (téléchargement à www.ipcc.ch) : http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg3_report_mitigation_of_climate_change.htm

1.3 La déplétion du pétrole et son impact sur l'économie

Depuis déjà 150 ans maintenant, nous faisons jaillir le pétrole des entrailles de la Terre. Au début, c'était pour remplacer l'huile de baleine comme combustible pour les lampes du 19^e siècle. Puis, les applications se sont multipliées : carburant automobile, source d'énergie pour produire de l'électricité et de la chaleur, et pétrochimie (plastiques, engrais chimiques, médicaments, fibres synthétiques, caoutchouc synthétique, produits de beauté, lubrifiants, peintures. . .). En fait, notre civilisation actuelle est basée sur la disponibilité abondante et à bon marché de l'or noir. Nous n'en avons jamais réellement manqué pendant tout ce temps, malgré l'augmentation continue de notre consommation.

Cette situation d'abondance est tellement ancrée dans nos mœurs que nous avons de la difficulté à imaginer qu'il puisse en être autrement. Pourtant, le pétrole est une ressource finie et sa production mondiale va inévitablement arriver à un maximum un jour (pic pétrolier), puis elle va décroître jusqu'à l'épuisement de la ressource. **Les deux questions cruciales qu'il faut se poser sont : quand atteindrons-nous le pic pétrolier, et à quel rythme la décroissance va-t-elle se produire.**

Pour mieux comprendre, il faut savoir que le pétrole n'est pas un liquide homogène contenu dans une grosse cavité souterraine et dont on pourrait augmenter la production simplement en ajoutant des pompes. Le pétrole est plutôt un mélange liquide de molécules d'hydrocarbures de grosseurs diverses, dont les plus grosses sont plus visqueuses et les plus petites plus fluides. De plus, le pétrole se retrouve dans des formations rocheuses sédimentaires poreuses, conjointement avec des quantités diverses de gaz naturel, sous pression. Lors du forage d'un puits, la pression fait jaillir le pétrole, et la partie plus fluide est extraite en premier, puisqu'elle migre plus facilement à travers les pores de la roche mère. Au fil du temps, la pression diminue et le pétrole restant est plus visqueux et difficile à extraire, peu importe le nombre de puits qu'on fore. Il vient un temps où il faudrait dépenser autant d'énergie pour extraire le pétrole que le pétrole en contient, ce qui rend le gisement inutilisable, même s'il contient encore de l'or noir. Cette géologie pétrolière fait en sorte que la courbe de production en fonction du temps ressemble à une cloche dont le sommet est atteint approximativement lorsque la moitié du gisement a été exploité.

1.3.1 La situation mondiale

C'est en utilisant ces connaissances que Marion King Hubbert, un géologue pétrolier qui travaillait pour Shell, avait prédit dès 1956 que la production de pétrole des États-Unis (excluant l'Alaska et Hawaï) allait atteindre son maximum en 1970, ce qui s'est avéré exact. Pourtant, en 1956, les États-Unis étaient le plus gros producteur mondial, et de loin.

D'autres exemples plus récents sont très éloquentes. Les gisements du Royaume-Uni en Mer du Nord ont atteint leur maximum de production en 1999, et la production de pétrole ne cesse de décroître depuis, à un taux annuel de 6,3 % en 2008. De même, le Mexique, qui a produit la même quantité de pétrole que le Canada en 2008, a atteint son maximum de production en 2004, et celle-ci ne cesse de décroître depuis, à un taux annuel de 9,1 % en 2008. Ces données sont déduites à partir des statistiques historiques de production de pétrole publiées par BP⁴, couvrant la période 1965 à 2008⁵.

BP a divisé la production mondiale de pétrole en 49 pays (les principaux producteurs) et 5 régions regroupant les plus petits producteurs. **Les statistiques de BP démontrent qu'une trentaine de pays et régions, totalisant près de 60 % de la production mondiale de pétrole, ont définitivement traversé leur pic de production!**

⁴ <http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622>

⁵ BP, *BP Statistical Review of World Energy 2009*. Les données historiques (1965-2008) en format Excel workbook peuvent être téléchargées sur le site de BP à www.bp.com.

Ce portrait inquiétant de la production mondiale de pétrole, certains géologues pétroliers et analystes le voyaient venir dès la fin des années 1990. C'est ainsi que fut fondé l'ASPO (Association for the Study of Peak Oil & Gas) en 2000, avec comme mission d'éveiller la communauté internationale à l'avènement prochain du pic pétrolier à l'échelle mondiale, et à ses répercussions dévastatrices sur nos modes de vie si rien n'est fait pour diminuer rapidement notre consommation. Pour ce faire, l'ASPO organise des conférences internationales annuelles et met à la disposition du public beaucoup d'information sur son site Internet (www.peakoil.net) de même que sur les sites des divers chapitres nationaux.

Dès 2003, le géologue pétrolier britannique à la retraite Colin Campbell, fondateur de l'ASPO, diffuse dans les infolettres de sa nouvelle association une courbe de production mondiale de pétrole et de gaz naturel liquide (propane, butane) très percutante. Cette courbe prédit, en effet, un pic pétrolier autour de 2007-2009 et une décroissance de la production mondiale de 33 % en 2030 par rapport à 2009. La version 2004 de ce graphique est reproduite ci-dessous.

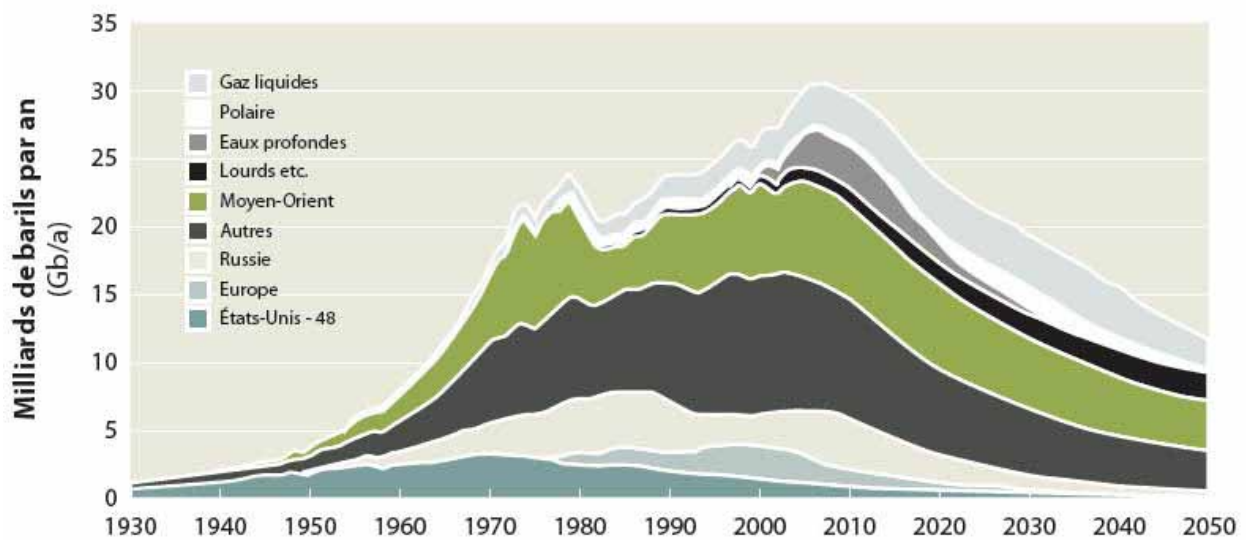


Figure 1.1 : Courbe montrant la production mondiale de pétrole et de liquides de gaz naturel, jusqu'en 2050, selon Colin Campbell (2004), le fondateur de l'ASPO.

Considérant que la demande mondiale va s'accroître d'ici 2030, en raison des pays en émergence, inutile de dire que la situation est très préoccupante, puisqu'elle menace la sécurité nationale et l'économie des pays importateurs de pétrole. La gravité du problème a incité certaines instances concernées à prendre la question très au sérieux.

C'est ainsi que le **Département de l'énergie (DOE)** étatsunien a mandaté des consultants sous la supervision de Robert Hirsch, un spécialiste en énergie et en pétrole, pour la production du rapport « *Peaking of World Oil Production : Impacts, Mitigation, & Risk Management* »⁶. Ce rapport, publié en février 2005, conclut que le pic pétrolier devrait arriver avant 2025. Voici un extrait particulièrement éloquent quant aux conséquences de reporter à plus tard les actions à prendre :

« *The peaking of world oil production presents the U.S. and the world with an unprecedented risk management problem. As peaking is approached, liquid fuel prices and price volatility will increase dramatically, and, without timely mitigation, the economic, social, and political costs will be unprecedented. Viable mitigation options exist on both the supply and demand*

⁶ Robert L. Hirsch et al., *Peaking of World Oil Production: Impacts, mitigation, & Risk Management*, février 2005. Téléchargement à www.netl.doe.gov, taper les mots Hirsch et oil dans la boîte de recherche.

sides, but to have substantial impact, they must be initiated more than a decade in advance of peaking. »

« Le fait d'atteindre le pic dans la production de pétrole met les États-Unis et le monde face à un problème de gestion de risque sans précédent. En approchant du pic, les prix des carburants liquides et leur volatilité vont augmenter de façon dramatique, et, sans mesures atténuantes introduites à temps, les coûts économiques, sociaux et politiques vont être sans précédent. Des mesures d'atténuation viables existent autant du côté de la demande que de l'offre, mais pour avoir un impact déterminant elles doivent être initiées plus d'une décennie avant le pic. » (Traduction libre).

Il est particulièrement intéressant de noter qu'à la lueur des nouvelles informations sur le pic pétrolier sorties après son rapport, **Robert Hirsch** déclarait en 2009, dans une entrevue donnée à EV World⁷, que selon lui le pic pétrolier serait atteint d'ici 2014.

Par ailleurs, l'organisme allemand **Energy Watch Group**, constitué par un groupe de scientifiques indépendants, sortait son rapport « *Crude Oil The Supply Outlook* » en 2007⁸. Selon ce rapport, le pic de production de pétrole aurait été atteint en 2007, et la décroissance après le pic serait plus rapide que ce que prédit Colin Campbell (figure 2.1). Leurs prédictions plus pessimistes s'appuient sur des décroissances observées plus rapides que prévu dans plusieurs champs pétrolifères. Le rapport du *Energy Watch Group* prévoit que la production en 2030 serait 50 % moindre qu'en 2007!

Au Royaume-Uni, plusieurs compagnies, préoccupées par les impacts d'un emballement du prix du pétrole sur leurs entreprises, ont formé le **Industrial Task Force for Peak Oil and Energy Security** (ITPOES) pour en savoir davantage, en finançant une étude indépendante. Le rapport intitulé « *The Oil Crunch, Securing the UK's energy future* »⁹ a été publié en 2008. Sa conclusion est qu'il y a de fortes probabilités que le pic pétrolier arrive entre 2011 et 2015. L'ITPOES vient de publier un deuxième rapport en 2010, intitulé « *The Oil Crunch, A Wake-up call for the UK economy* »¹⁰. Les conclusions sont encore plus préoccupantes que le premier rapport, puisqu'on découvre dans la figure 6.6 que la demande pourrait excéder la production de 5 à 7 millions de barils par jour (Mb/j) en 2017, pour une demande globale de 92 Mb/j.

En ce qui concerne l'**Agence internationale de l'énergie** (AIE), elle prétend qu'il est possible de rencontrer la demande en pétrole d'ici 2030. En 2004, dans son « *World Energy Outlook 2004* »¹¹ l'agence anticipait une production de 124 millions de barils par jour (Mb/j) en 2030 alors qu'elle était de 77 Mb/j en 2002. Toutefois, dans l'édition 2008¹² de ce document bien connu, l'AIE révisé ses prévisions à la baisse pour 2030, à 104 Mb/j, et prévient que pour y arriver les pétrolières vont devoir investir massivement. Le chiffre avancé est 26 000 milliards de dollars sur la période 2007 à 2030, pour mettre en production l'équivalent de 6 fois celle de l'Arabie Saoudite en 2008 (10,8 Mb/j). Sachant que ce pays est le plus gros producteur mondial de pétrole, on réalise l'ampleur du défi. Si autant de pétrole nouveau est nécessaire, c'est dû à l'épuisement anticipé par l'AIE des champs pétrolifères conventionnels présentement en production. La figure 1.2, ci-dessous, le montre bien.

⁷ Steve Andrews, *The Stonewalling of Peak Oil*, Entrevue avec Robert Hirsch parue le 9 septembre 2009 sur le site de EV World (www.evworld.com) : <http://www.evworld.com/article.cfm?storyid=1751>

⁸ Werner Zittel et Jörg Schindler (Energy Watch Group), *Crude Oil The Supply Outlook*, octobre 2007. Téléchargement à www.energywatchgroup.org

⁹ UK Industrial Taskforce on Peak Oil & Energy Security (ITPOES), *The Oil Crunch, Securing the UK's energy future*, octobre 2008. Téléchargement à www.peakoiltaskforce.net

¹⁰ UK Industrial Taskforce on Peak Oil & Energy Security (ITPOES), *The Oil Crunch, A wake-up call for the UK economy*, février 2010. Téléchargement à www.peakoiltaskforce.net

¹¹ Agence Internationale de l'Énergie, *World Energy Outlook 2004*, 2004. Téléchargement à www.iea.org dans la section publications.

¹² Agence Internationale de l'Énergie, *World Energy Outlook 2008*, 2008. Téléchargement à www.iea.org dans la section publications.

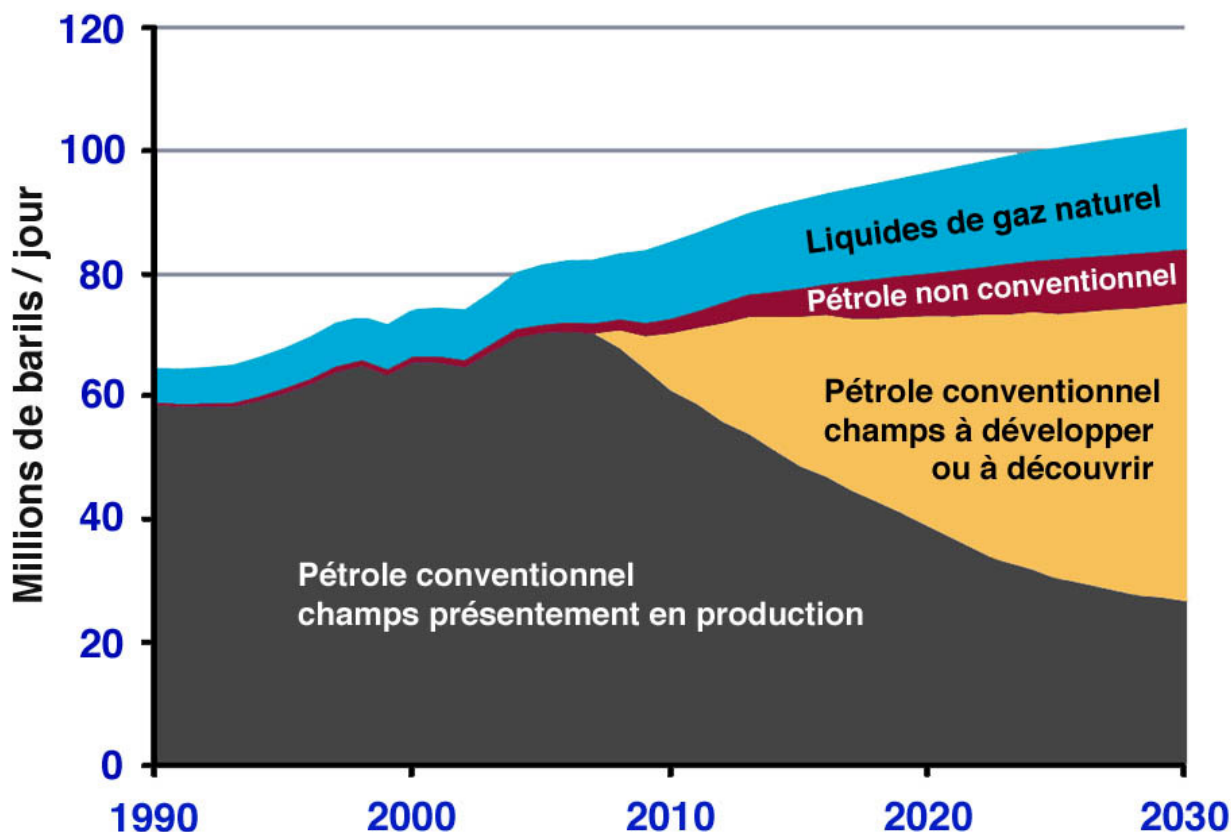


Figure 1.2 : Courbe montrant la production mondiale de pétrole et de liquides de gaz naturel, jusqu'en 2030, selon les vues de l'Agence internationale de l'énergie, dans son document « World Energy Outlook 2008 ».

Plusieurs géologues et analystes pétroliers sont convaincus qu'il ne sera pas possible de mettre en production autant de pétrole en 20 ans dans le contexte actuel, alors qu'on en découvre 4 fois moins annuellement qu'on en consomme et que le pétrole est de plus en plus difficile à extraire (sables bitumineux, puits maritimes en eau profonde).

C'est le cas, entre autres, de **Kjell Aleklett, le président de l'ASPO** et directeur du *Groupe d'étude sur la déplétion des hydrocarbures* à l'Université d'Uppsala en Suède. Ce dernier vient de publier une analyse détaillée des prévisions de l'AIE¹³ (Figure 1.2), avec des collègues. Les auteurs de l'article soulèvent les multiples « excès d'optimisme » des hypothèses de l'AIE, et arrivent à la conclusion qu'en 2030 la production de pétrole et de liquides de gaz naturel serait plutôt de 75 Mb/j, au lieu des 104 Mb/j annoncés par l'AIE, une différence de 29 Mb/j. Il en est de même de **Matthew Simmons, un analyste pétrolier** ayant accumulé 37 ans d'expérience dans le milieu, ex-conseiller de l'administration Bush, à ses débuts, et partenaire sénior de la firme *Simmons & Company International*¹⁴ s'occupant de placements financiers dans le domaine du pétrole et de l'énergie. Monsieur Simmons dénonce les prévisions trop optimistes de l'AIE. Selon lui, la production mondiale de pétrole conventionnel pourrait chuter de 15 Mb/j d'ici 2020, comme il l'a déclaré à la revue *Forbes*, lors d'une entrevue en mars 2009¹⁵. Enfin, **trois**

¹³ Kjell Aleklett et al., *The Peak of Oil Age – analysing the world oil production Reference scenario in World Energy Outlook 2008*, journal *Energy Policy*, Volume 38, No. 3, mars 2010, pages 1398-1414. Téléchargement de l'article tel que soumis (9 nov. 2009) à www.fysast.uu.se/ges/en.

¹⁴ <http://www.simmonsco-intl.com/>

¹⁵ Christopher Helman, *Crude Cassandra*, Forbes.com, 2 mars 2009. Voir www.forbes.com/forbes/2009/0302/022_crude_cassandra.html

chercheurs de l'Université du Koweït viennent de publier en 2010, dans le journal scientifique *Energy & Fuel*¹⁶, une étude étoffée sur les perspectives d'extraction de pétrole des principaux pays producteurs. Leur conclusion est que le pic mondial de production de pétrole conventionnel sera atteint en 2014, et que la production mondiale de pétrole conventionnel en 2030 devrait être environ 15 % inférieure à celle de 2010.

Pour terminer ce survol des développements récents autour du pic pétrolier, mentionnons un avertissement sévère du *Commandement des forces armées unifiées* des États-Unis (**Joint Forces Command**) dans son rapport « *Joint Operating Environment 2010* » (The JOE 2010)¹⁷. On y lit:

« *By 2012, surplus oil production capacity could entirely disappear, and as early as 2015, the shortfall in output could reach nearly 10 MBD* »

« *D'ici 2012 le surplus de capacité de production de pétrole pourrait disparaître entièrement, et aussitôt qu'en 2015 l'insuffisance de production pourrait atteindre presque 10 Mb/j* » (traduction libre).

Trop de faits confirment la décroissance imminente de la production mondiale de pétrole pour les ignorer. Surtout que la conséquence inéluctable de cette décroissance dans un contexte d'accélération de la demande est un emballement du prix de l'or noir, qui risque de déclencher une crise économique sans précédent. Ce n'est pas seulement le coût du transport des personnes qui sera affecté, mais également celui d'un grand nombre de denrées qui font beaucoup de kilomètres avant d'arriver dans nos magasins.

Nos gouvernements doivent se réveiller, car ils ont un rôle essentiel à jouer dans cette transition historique, comme nous le dit l'ex-conseiller scientifique principal du Royaume-Uni (de 2000 à 2007), Sir David King, dans une entrevue pour le journal *The Guardian*¹⁸. Selon lui, nos gouvernements ont « la tête dans le sable » face à la déplétion du pétrole. Il précise pour cet article:

« *It is down to government to steer us towards a defossilised economy using the regulatory and financial incentives available.* »

« *Il revient au gouvernement de nous conduire vers une économie décarbonnée, en utilisant les incitatifs réglementaires et financiers disponibles.* »

Notons que Sir King estime que la demande en pétrole va dépasser l'offre aussi tôt qu'en 2015, tel que rapporté dans l'article.

¹⁶ Ibrahim Sami Nashawi et al., *Forecasting World Crude Oil Production Using Multicyclic Hubbert Model*, *Energy & Fuel*, Volume 24, No. 3, 4 février 2010, pages 1788 à 1800: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ef901240p>

¹⁷ United States Joint Forces Command, *Joint Operating Environment 2010*, février 2010. Téléchargement à <http://www.jfcom.mil/newslink/storyarchive/2010/pa031510.html>.

¹⁸ David Adam, *Top scientist says politicians have 'heads in the sand' over oil*, *The Guardian*, 9 juin 2010. Voir www.guardian.co.uk.

1.3.2 La situation au Québec

Jusqu'à présent, nous avons présenté la situation mondiale du pétrole, mais qu'en est-il plus précisément au Québec? À quoi doit-on s'attendre d'ici 2030?

Tout d'abord, regardons l'origine du pétrole importé dans la belle province. Les statistiques sur l'énergie publiées sur le site du *Ministère des ressources naturelles et de la faune*¹⁹ nous font le portrait de la situation pour l'année 2008, et nous permettent de produire le graphique de la figure 1.3 représentant la répartition des fournisseurs.

Ce graphique nous apprend que 34 % des approvisionnements du Québec en pétrole proviennent du **Mexique**, de la **Norvège** et du **Royaume-Uni**, trois pays qui ont traversé leur pic de production et qui sont en décroissance rapide, comme nous l'avons vu plus haut. **On peut donc s'attendre que ces fournisseurs ne le soient plus en 2020.**

Par ailleurs, comme on peut le constater sur le graphique, 53 % du pétrole provient de l'Algérie et de l'Angola en 2008. Or, comme nous l'avons vu plus haut, trois chercheurs de l'Université du Koweït viennent de publier une étude étoffée en 2010²⁰, sur les perspectives d'extraction de pétrole des principaux pays producteurs, dont l'Algérie et l'Angola. Pour obtenir leurs prévisions, ils ont utilisé une version raffinée de la théorie de Marion King Hubbert qui avait prédit correctement le pic pétrolier étatsunien. Cette étude koweïtienne prévoit que l'Algérie, qui a fourni 39 % du pétrole québécois en 2008, devrait atteindre son pic en 2013, et que la décroissance rapide prévue par la suite devrait ramener la production de ce pays en 2025 à moins de 1/4 de ce qu'elle est en 2010, puis à 1/10 en 2030. L'Angola, qui a fourni 14 % du pétrole québécois en 2008, devrait atteindre son pic en 2010 et diminuer rapidement par la suite, à un rythme similaire à celui de l'Algérie. Par conséquent, **le pétrole africain (en vert dans la figure 1.3) ne serait plus disponible pour les Québécois d'ici 2030.**

En fait, en 2025 près de 70 % du pétrole importé par le Québec en 2008 ne pourrait plus l'être, du moins des mêmes sources, et c'est plus de 80 % du pétrole de nos fournisseurs actuels qui ne serait plus accessible en 2030. Il faudra donc chercher d'autres fournisseurs, dans un contexte où un grand nombre de pays vont faire face aux mêmes problèmes d'approvisionnement, alors que la ressource se raréfie et la demande augmente. Des tensions géopolitiques importantes sont donc à prévoir pour mettre la main sur le pétrole restant, et le poids du Québec est infime dans cette lutte prévisible entre les puissances mondiales.

L'alternative à l'importation de pétrole de pays étrangers est d'approvisionner le Québec à partir de celui produit au Canada, puisque notre pays est un exportateur net de pétrole. La figure 1-3 nous montre que 8 % du pétrole utilisé au Québec en 2008 provenait du Canada. En fait, ce pétrole nous arrive de Terre-Neuve, et aucun n'entre présentement au Québec en provenance de l'Ouest canadien. Toutefois, en 1990, environ 25 % du pétrole consommé au Québec venait des provinces de l'Ouest, via le pipe-line entre Sarnia et Montréal. Mais, la forte demande de nos voisins du Sud, et la mise en production de plateformes de forage dans les provinces maritimes, au cours des années 1990, a changé la donne. En 1999, le flux dans le pipeline Sarnia-Montréal a été inversé pour désormais transporter l'or noir d'est en ouest, ce qui a permis d'envoyer davantage de pétrole de l'Alberta et de la Saskatchewan vers les États-Unis. Par ailleurs, le pétrole provenant des plateformes de forage des provinces maritimes se retrouve en majeure partie dans le nord-est des États-Unis.

¹⁹ Voir www.mrnf.gouv.qc.ca/energie/statistiques

²⁰ Ibrahim Sami Nashawi et al., *op.cit.*

Provenance du pétrole québécois en 2008

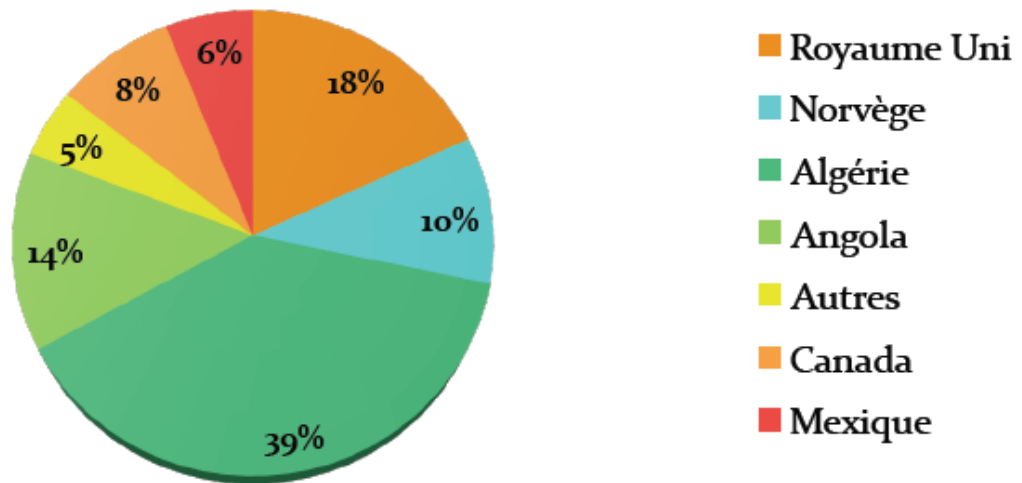


Figure 1.3 : Graphique montrant la provenance du pétrole importé au Québec en 2008, selon les statistiques du Ministère des ressources naturelles et de la faune de la province.

On pourrait penser que le Canada n'a qu'à réduire ses exportations aux États-Unis et inverser à nouveau le débit du pipe-line Sarnia-Montréal pour approvisionner le Québec. Mais les choses ne sont pas si simples. Tout d'abord, depuis que nous avons signé l'Accord de libre échange nord-américain (ALENA) en 1994, le Canada se doit de respecter la clause de proportionnalité de l'ALENA qui stipule que toute réduction d'exportation de pétrole aux États-Unis doit s'accompagner d'une réduction proportionnelle des livraisons de pétrole aux consommateurs canadiens. Et renégocier l'ALENA à la baisse pour nos exportations de pétrole aux États-Unis n'est pas une mince affaire. Surtout dans le contexte de la prochaine décennie où les États-Unis, qui importent près des 60 % de leur pétrole, vont également se retrouver dans une situation très difficile, qui risque d'ébranler leur sécurité nationale. Si la renégociation s'avère impossible, il faudrait encore augmenter la production de pétrole à partir des sables bitumineux, pour approvisionner le Québec, car la production de pétrole conventionnel à Terre-Neuve et ailleurs au Canada est en décroissance.

Toutes ces questions et inquiétudes sur l'approvisionnement en pétrole de l'Est canadien sont soulevées par Larry Hughes du Groupe de recherche en énergie de l'Université d'Halifax, dans un article publié en 2010 dans le journal *Energy Policy*²¹.

L'option d'approvisionner le Québec avec du pétrole canadien nous conduirait donc à une augmentation de l'exploitation des sables bitumineux, d'où proviendra d'ailleurs la grande majorité du pétrole canadien en 2030²². Mais, cette perspective vient à l'encontre du leadership que veulent se donner les Québécois en matière d'énergies renouvelables et le développement durable. En effet, selon un rapport de l'organisation internationale

²¹ Larry Hughes, *Eastern Canadian crude oil supply and its implications for regional energy security*, *Energy Policy*, numéro 38, 2010, pages 2692 à 2699. Téléchargement de la version de novembre 2009 à <http://dclh.electricalandcomputerengineering.dal.ca/enen/index.html>.

²² Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP), *CRUDE OIL, Forecast, Markets & Pipelines*, Juin 2010. Téléchargement à <http://www.capp.ca/forecast/Pages/default.aspx#e4zTpApECMFt>

WWF²³ publié en 2008, si on tient compte des GES émis pour l'extraction et le raffinage des hydrocarbures, les carburants issus des sables bitumineux émettent de 20 % à 40 % plus de GES que les carburants issus du pétrole conventionnel, lorsqu'on considère les émissions du puits aux roues.

Or, n'oublions pas que les normes californiennes, adoptées par le Québec, prévoient une réduction des GES de 30 % à 35 % pour les voitures neuves en 2016. Par ailleurs, pour être cohérente dans sa législation, **la Californie vient de rendre effective en 2010 sa nouvelle norme de réduction des GES associés aux carburants eux-mêmes, la LCFS (Low Carbon Fuel Standard)²⁴**. Cette norme prend en compte les émissions de GES du puits au réservoir des véhicules, et comptabilise les GES générés dans les procédés d'extraction et de fabrication des carburants. **La LCFS stipule que les GES reliés aux carburants devront être réduits progressivement dans la prochaine décennie, jusqu'à une diminution de 10 % en 2020** par rapport aux GES émis par les carburants pétroliers conventionnels de 2010. Sans cette nouvelle norme, les efforts des fabricants automobiles et des gouvernements pour réduire les GES émis par les véhicules via une réduction de leur consommation auraient pu être annulés par l'utilisation de carburants issus des sables bitumineux ou d'autres sources non conventionnelles énergivores.

La « solution » des sables bitumineux ne ferait que remettre à plus tard notre sortie incontournable de l'ère des carburants fossiles, avec un très lourd tribut à payer sur la détérioration de notre environnement.

Sans compter qu'en supposant que le Québec s'approvisionne en pétrole issu des sables bitumineux de l'Ouest canadien, les Québécois paieraient quand même le baril au prix du marché international. Et, compte tenu de la situation mondiale que nous venons de décrire, il ne fait nul doute que le prix du pétrole va grimper dès que l'offre ne suffira plus à la demande, d'ici quelques années seulement. Le prix risque même de s'emballer dans la prochaine décennie, si on se réfère à ce qui est arrivé en 2008, alors que le déséquilibre n'était pas encore réellement au rendez-vous entre l'offre et la demande. N'oublions pas que l'offre pourrait être de 8 % à 10 % en dessous de la demande dès 2015, si, comme nous l'avons vu, il venait à manquer alors 7 à 8 Mb/j de pétrole. Ce qui a sauvé la mise de 2008 à 2010 c'est la récession qui a fait chuter la consommation.

Pour donner une idée de l'impact du prix du pétrole sur l'économie québécoise, il suffit de dire qu'à 100 \$ le baril, on envoie à l'extérieur du Québec environ 8 milliards de dollars (8 G\$) afin d'acheter le pétrole brut requis pour raffiner les 11,1 milliards de litres de carburant consommés par nos véhicules routiers en 2008²⁵. Il est bon de noter que la consommation de carburant pour les transports routiers ne représente que 60 % de la consommation totale de produits pétroliers énergétiques au Québec ²⁶ (englobant tous les modes de transports, le chauffage des bâtiments et des procédés industriels).

²³ James Leaton et al., *Unconventional Oil – Scrapping the bottom of the barrel?*, Organisation WWF, 2008. Téléchargement à www.panda.org/oilsands.

²⁴ Voir <http://gov.ca.gov/index.php?/fact-sheet/5155/>

²⁵ Le nombre de litres de carburants consommés par les véhicules routiers au Québec en 2008 est donné sur le site de Statistique Canada à www40.statcan.gc.ca/102/ind01/13_4006_4021-fra.htm. C'est 11,1 milliards de litres (essence + diesel). Pour le pétrole brut, nous ajoutons 15 %, car il y a des pertes au raffinage. On obtient ainsi 12,7 milliards de pétrole brut, soit 80,3 millions de barils (159 litres par baril), ce qui représente 8,03 G\$ à 100 \$ le baril.

²⁶ Le *Ministère des ressources naturelles et de la faune* du Québec évalue la consommation finale de produits pétroliers énergétiques dans la province, en 2007, à 16 millions de tep (tonnes équivalent pétrole), ce qui correspond à une consommation de 18,6 milliards de litres équivalent pétrole, et $11,1 \div 18,6 = 0,6$.

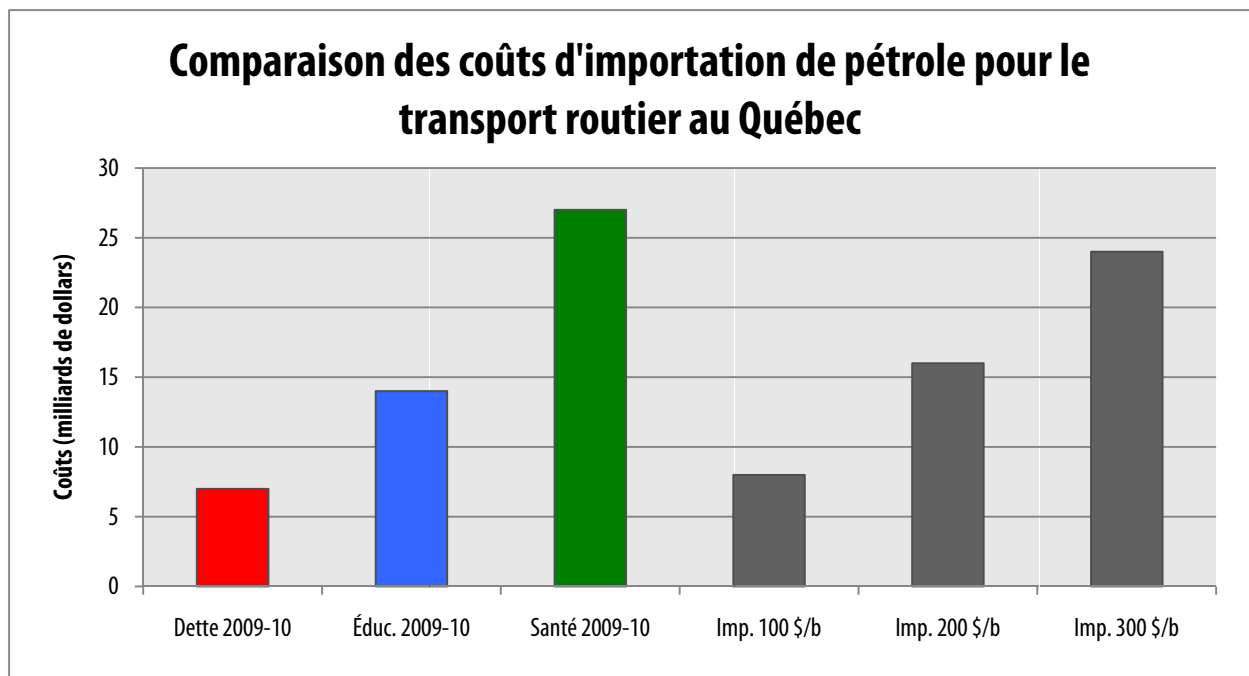


Figure 1.4 : Graphique montrant les coûts d'importation du pétrole pour les transports routiers au Québec (en gris) comparés aux budgets québécois de 2009-2010 pour le remboursement de la dette, l'éducation, et la santé et les services sociaux. À 100 \$

Maintenant, lorsque le prix du baril atteindra 200 \$, c'est 16 G\$ qui sortiront de notre économie annuellement pour combler les besoins en carburant de nos transports routiers, soit plus que le budget de l'éducation du Québec, qui se chiffrait à 14 G\$ en 2009-2010. Enfin, si, avec l'exacerbation des marchés, l'or noir en arrivait à 300 \$ le baril d'ici 10 à 15 ans, c'est 24 G\$ qui s'envoleraient pour aller faire fructifier l'économie de pays lointains, afin d'assurer le fonctionnement de nos transports routiers, une somme similaire au budget de la santé et des services sociaux du Québec (27 G\$ en 2009-2010). N'oublions pas que le baril de pétrole a atteint près de 150 \$ en 2008, alors que les difficultés d'approvisionnement étaient loin de ce qui est anticipé d'ici 2020-2025.

Par ailleurs, même si le Québec était très riche et pouvait se payer autant de pétrole qu'aujourd'hui en 2030, malgré un prix à 300 \$ le baril, il demeure que la quantité de pétrole disponible chez nos fournisseurs actuels ne sera pas suffisante et la compétition pour l'obtenir va être très féroce. Si les simulations que nous avons présentées plus haut, concernant les capacités de production de pétrole dans 15 à 20 ans s'avèrent justes, **il serait judicieux de se fixer un objectif de réduction de notre consommation de pétrole de 30 % en 2020 et de 60 % en 2030, par rapport à 2010, quitte à réviser cet objectif en 2020 si le besoin s'en faisait sentir. Notons qu'en 2009 la Suède s'est fixé comme objectif d'éliminer complètement les carburants fossiles des transports routiers d'ici 2030.**

Bien sûr, il faut essayer de trouver d'autres sources d'approvisionnement fiables en pétrole et à incidence minimale sur l'environnement, pour ralentir un peu le rythme de décroissance fulgurant anticipé pour sa production. Mais, **pour gérer cette décroissance rapide, nous allons devoir changer nos habitudes en diminuant les déplacements en voiture solo, et changer nos technologies en remplaçant le pétrole par de l'électricité principalement et des carburants alternatifs.**