

OCTOBRE 2012

# COMMENT L'INNOVATION REND LES SABLES BITUMINEUX DE L'ALBERTA PLUS VERTS

PIERRE DESROCHERS ET HIROKO SHIMIZU





1010, rue Sherbrooke O.,  
bureau 930  
Montréal (Québec)  
H3A 2R7, Canada

Téléphone : 514 273-0969  
Télécopieur : 514 273-2581  
Site Web : [www.iedm.org](http://www.iedm.org)

L'Institut économique de Montréal (IEDM) est un organisme de recherche et d'éducation indépendant, non partisan et sans but lucratif. Par ses publications, ses interventions et ses conférences, l'IEDM alimente les débats sur les politiques publiques au Québec et partout au Canada en proposant des réformes créatrices de richesse et fondées sur des mécanismes de marché. Il n'accepte aucun financement gouvernemental.

Les opinions des auteurs de la présente étude ne représentent pas nécessairement celles de l'IEDM ou des membres de son conseil d'administration. La présente publication n'implique aucunement que l'IEDM ou les membres de son conseil d'administration souhaitent l'adoption ou le rejet d'un projet de loi, quel qu'il soit.

Reproduction autorisée à des fins éducatives et non commerciales à condition de mentionner la source.

Infographie : Mireille Dufour

©2012 Institut économique de Montréal

ISBN 978-2-922687-38-5

Dépôt légal : 4<sup>e</sup> trimestre 2012

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

Bibliothèque et Archives Canada

Imprimé au Canada

Pierre Desrochers et Hiroko Shimizu

---

## Comment l'innovation rend les sables bitumineux de l'Alberta plus verts

---

Les Cahiers de recherche de l'Institut économique de Montréal

•  
Octobre 2012



# Table des matières

|   |    |
|---|----|
| RÉSUMÉ .....  | 5  |
| INTRODUCTION .....  | 7  |
| <b>PARTIE 1.</b>  |    |
| <b>Perspective historique sur la production des combustibles liquides</b>   |    |
| 1.1 Énergie, ressources et niveau de vie .....  | 9  |
| <b>1.2 Le pétrole et ses utilisations</b>   |    |
| Développements historiques .....  | 11 |
| Utilisations actuelles et substituts potentiels .....   | 13 |
| <b>1.3 Mythes et fausses conceptions</b>  |    |
| Mythe n° 1 : Le pétrole est toujours de plus en plus cher et de plus en plus sale .....   | 15 |
| Mythe n° 2 : Le pétrole est intrinsèquement non durable .....   | 16 |
| 1.4 Les bienfaits environnementaux et sociaux du pétrole.....   | 17 |
| <b>PARTIE 2.</b>  |    |
| <b>Des innovations (plus) vertes dans les sables bitumineux</b>   |    |
| 2.1 Du pétrole jaillissant au pétrole ensablé : quelques faits saillants de l'histoire<br>de l'industrie canadienne des combustibles liquides ..... | 21 |
| 2.2 Des sables bitumineux au pétrole synthétique .....  | 23 |
| 2.3 Les critiques environnementales de l'exploitation des sables bitumineux .....   | 25 |
| <b>2.4 Innovations et technologies pour une énergie plus verte</b>  |    |
| Augmentation de l'efficacité.....   | 30 |
| Recyclage d'eau.....  | 31 |
| Récupération et développement des sous-produits .....   | 31 |
| Bassins de résidus.....   | 32 |
| Développements futurs .....   | 32 |
| CONCLUSION .....  | 36 |
| À PROPOS DES AUTEURS .....  | 37 |



## Résumé

Les sables bitumineux de l'Alberta suscitent la controverse depuis environ une dizaine d'années. Cette controverse coïncide avec le début de leur exploitation à grande échelle, par suite des prévisions de demande mondiale croissante pour le pétrole brut, de la hausse des prix, de certaines avancées technologiques et de l'instabilité politique d'autres régions productrices.



Cependant, que les analyses soient favorables ou non, elles manquent souvent d'une perspective historique plus large en ce qui a trait aux bienfaits environnementaux et sociaux du pétrole, et à la capacité inébranlable du génie humain de transformer des matériaux bruts peu prometteurs et des résidus de production polluants en ressources de haute valeur.

L'objectif de ce cahier de recherche est double. La première partie examine l'expérience historique et illustre comment les sources habituelles de combustibles liquides (considérées comme « propres ») étaient tout sauf propres lorsqu'on a commencé à les développer. Toutefois, plutôt que de simplement laisser de côté ces ressources brutes, les pionniers de l'industrie pétrolière naissante ont relevé le défi avec des solutions novatrices qui ont finalement procuré d'importants avantages économiques, environnementaux et sociaux.

Le pétrole reste notre source la moins indésirable de carburant pour le transport et l'intrant le moins indésirable pour fabriquer d'innombrables produits synthétiques tels que les instruments médicaux en plastique, les détergents, les vitamines et les désinfectants. Remplacer les produits fabriqués avec le pétrole par des solutions de rechange cultivées sur des terres

agricoles ou extraites de la nature sauvage aurait de graves conséquences environnementales. Même si plusieurs détracteurs décrivent notre utilisation du pétrole comme une dépendance, c'est en réalité une dépendance similaire à une saine alimentation. Après tout, durant l'ère du pétrole, le niveau de vie de l'humanité a rapidement augmenté, tout comme notre espérance de vie et notre santé en général.

Entre autres bienfaits, les produits dérivés du pétrole ont permis de retirer les chevaux des villes, où leurs excréments et leurs carcasses mortes menaçaient sérieusement la santé publique. Sur les fermes, ces produits ont rendu redondants les chevaux et les mulets, moins fiables et moins productifs, permettant ainsi de rediriger la portion des récoltes qu'ils consommaient (peut-être jusqu'à 20 %) vers d'autres utilisations. Les produits dérivés du pétrole ont aussi joué un rôle essentiel dans la forte progression des rendements agricoles qui, à son tour, a permis à beaucoup de terres agricoles marginales de retourner vers un état sauvage. En facilitant grandement le mouvement de la nourriture sur de longues distances, ces produits ont aidé à éradiquer la famine dans la plupart des régions du monde, en permettant aux régions qui ont vécu de mauvaises années de compter sur celles qui ont eu de bonnes récoltes.

Même s'ils ne sont pas parfaits, les produits à base de pétrole étaient clairement des choix supérieurs aux technologies qu'ils ont remplacées et sont encore aujourd'hui supérieurs aux solutions de rechange lourdement subventionnées qui sont présentées comme substituts. Par exemple, l'éolien et le solaire peuvent seulement fournir de petites quantités intermittentes d'électricité. Ils sont inutiles dans presque tous les segments du secteur des transports et ne

fournissent aucune matière première aux autres secteurs économiques. Les biocarburants, de leur côté, ont toujours été limités du point de vue de leur quantité disponible et peuvent constituer seulement une petite fraction du combustible utilisé dans les moteurs à essence et diesel sans les endommager.

Il n'existe présentement aucune source ou combinaison de sources d'énergie et de matériaux synthétiques constituant un choix techniquement supérieur et plus vert que le pétrole. Maintenir des milliards d'humains hors de la pauvreté, et en sortir les autres, est présentement impensable sans poursuite de l'exploitation des ressources pétrolières.

La seconde partie de ce cahier décrit comment les sables bitumineux de l'Alberta sont exploités et illustre comment les innovations qui sont aujourd'hui mises en place rendent cette industrie plus efficace et plus respectueuse de l'environnement.

Le fait qu'une proportion de plus en plus importante du pétrole que nous consommons proviendra à l'avenir de sources non conventionnelles ne devrait pas militer contre leur développement. Dans le cas des sables bitumineux comme dans celui des gisements conventionnels du passé, l'ingéniosité humaine a permis et continuera de permettre une production croissante avec une efficacité croissante, ce qui procure parallèlement des bienfaits économiques et environnementaux.

L'extraction des sables bitumineux fournit une ressource précieuse pour laquelle il n'y a actuellement pas de meilleure solution de rechange. Les défis de la production actuelle en Alberta ne sont pas fondamentalement différents des défis du passé. Ils devraient donc être relevés avec créativité et non considérés comme insurmontables.

## Introduction

Les sables bitumineux de l'Alberta suscitent la controverse depuis environ une dizaine d'années. Cette controverse coïncide avec le début de leur exploitation à grande échelle, en réponse à des prévisions de demande mondiale croissante pour le pétrole brut, à la hausse des prix, à certaines avancées technologiques et à l'instabilité politique d'autres régions productrices<sup>1</sup>.

Leurs défenseurs soulignent les bénéfices économiques qui découlent de la production d'un intrant économique aussi vital<sup>2</sup> ainsi que le bon dossier du Canada en matière d'éthique et de protection de l'environnement par rapport à la plupart des autres grands exportateurs de pétrole brut (qu'il s'agisse d'absence d'oppression, des droits et des conditions des travailleurs et des femmes, de l'absence de conflits violents et de financement de groupes terroristes ou de performance environnementale<sup>3</sup>).

Les opposants à l'exploitation des sables bitumineux restent insensibles à ces arguments et exhortent plutôt les Canadiens à se libérer de leur dépendance envers un combustible sale, coûteux et, ultimement, non durable qui inflige de nombreux dommages à l'environnement local et entraînera des changements climatiques catastrophiques. Pendant ce temps, d'autres critiques plus modérés se plaignent d'un manque de supervision gouvernementale et de planification à long terme, de l'insuffisante création d'emplois locaux dans le raffinage, d'un impact négatif sur le secteur manufacturier canadien et d'investissements étrangers qui drainent les profits vers l'extérieur du pays<sup>4</sup>.

Cependant, que les analyses soient pour ou contre, elles manquent souvent d'une perspective historique plus large sur les bienfaits environnementaux et sociaux du pétrole, et sur la capacité inébranlable du génie humain de transformer des matériaux bruts peu prometteurs et des résidus de production polluants en ressources de haute valeur.

L'objectif de ce cahier de recherche est double. Premièrement, nous illustrerons comment les sources habituelles de combustibles liquides (considérées comme « propres ») étaient tout sauf « propres » lorsqu'on a commencé à les développer. Toutefois, plutôt que de simplement laisser de côté ces ressources brutes, les pionniers de l'industrie pétrolière naissante ont relevé le défi avec des solutions novatrices qui ont finalement procuré d'importants avantages économiques, environnementaux et sociaux. Deuxièmement, nous illustrerons comment des innovations similaires sont actuellement mises en place dans les projets d'exploitation des sables bitumineux en Alberta.

Notre principale conclusion est que l'extraction des sables bitumineux procure une ressource précieuse pour laquelle il n'y a présentement pas de meilleure solution de rechange et que les défis de la production actuelle en Alberta ne sont pas fondamentalement différents des défis du passé. Ils devraient donc être relevés avec créativité et non considérés comme insurmontables.

1. Environ 80 % des réserves mondiales de pétrole sont possédées ou contrôlées par des gouvernements nationaux, et plus de la moitié des 20 % restants se retrouvent dans les sables bitumineux canadiens.  
 2. Pour une perspective de l'industrie sur les sables bitumineux, voir : Robert Bott, *Canada's Oil Sands*, 3<sup>e</sup> édition, Canadian Centre for Energy Information, novembre 2011.  
 3. Ezra Levant, *Ethical Oil. The Case for Canada's Oil Sands*. McLelland & Stewart, 2010. Voir aussi le site Web <http://www.ethicaloil.org/> lancé après la publication du livre de Levant.

4. On peut trouver plusieurs liens vers des sites Web militants sur le site *Getting Off Fossil Fuels : Tar Sands* de Climate Action Network Canada, à l'adresse <http://climateactionnetwork.ca/issues/getting-off-fossil-fuels/tar-sands/>. Pour un examen plus approfondi des politiques, voir les divers rapports de l'Institut Pembina sur le sujet : <http://www.pembina.org/oil-sands/>; Greenpeace Canada, *Does the World Need Oil from the Tar Sands?*, 2010; Andrew Nikiforuk, *Dirty Oil: How the Tar Sands Are Fueling the Climate Crisis*, Greenpeace, septembre 2009; Benjamin J. Wakefield et Matt Price, *Tar Sands: Feeding U.S. Refinery Expansions with Dirty Fuel*, Environmental Integrity Project, juin 2008; Peter R. Sinclair, *Energy in Canada*, Oxford University Press, 2011, chapitre 5. Pour la question des emplois dans le raffinage en Alberta, voir : Andrew Nikiforuk, « Nikiforuk: Yes, Refine Oil Sands Crude Right Here », *The Tyee*, septembre 2011. Pour une analyse de certains de ces reproches, voir Michel Kelly-Gagnon, Germain Belzile et Youri Chassin, *Plaidoyer pour un dialogue Québec - Alberta*, Institut économique de Montréal, mai 2011.



## PARTIE 1

# Perspective historique sur la production des combustibles liquides

## 1.1 Énergie, ressources et niveau de vie

Il y a presque 80 ans, l'économiste Erich Zimmermann a observé qu'avant l'apparition des humains, « la terre était remplie de sols fertiles, d'arbres et de fruits comestibles, de rivières et de chutes d'eau, de gisements de charbon, de pétrole et de minéraux; les forces de la gravité, de l'électromagnétisme, de la radioactivité étaient là; [et] le soleil apportait ses rayons vitaux, assemblait les nuages et soulevait les vents ». Pourtant, ajoute-t-il, « il n'y avait pas de ressources »<sup>1</sup>. Zimmermann a fameusement ajouté : « Les ressources ne sont pas, elles deviennent », en soulignant qu'elles ne sont pas des choses fixes et permanentes attendant d'être cueillies, mais plutôt qu'elles « s'accroissent et se contractent en réponse aux volontés et aux actions humaines »<sup>2</sup>.

À la même époque, l'anthropologue Leslie White a de plus observé que la création de ressources pouvant accroître la richesse matérielle et le niveau de vie requérait toujours et partout que « la quantité d'énergie exploitée par personne par année augmente, ou (...) que l'efficacité des moyens technologiques permettant d'utiliser l'énergie (...) augmente »<sup>3</sup>.

Le développement de façons toujours plus efficaces d'utiliser l'énergie nous donne la capacité d'accomplir une certaine tâche plus intensément et avec moins de ressources tout en libérant des ressources pour accomplir d'autres tâches. Un résultat inévitable est que plus les humains deviennent aptes à utiliser l'énergie de façon efficace, plus ils en produisent et en consomment. Comme nous verrons plus en détail, une consommation croissante d'énergie peut être entièrement compatible avec

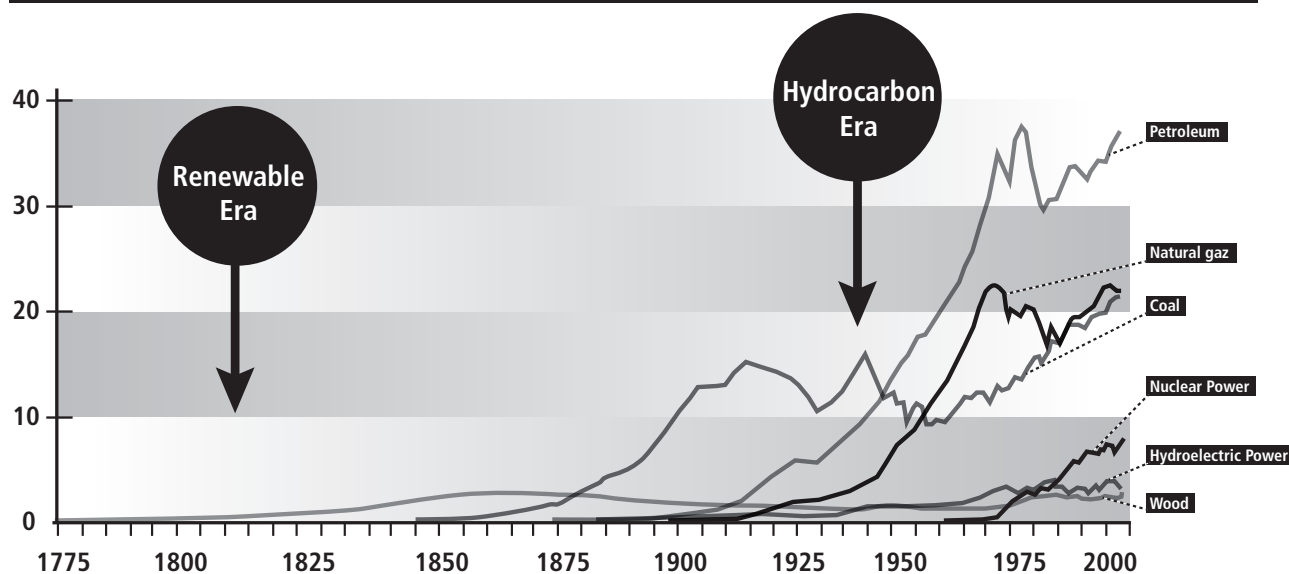
une richesse croissante et une diminution des impacts environnementaux tant et aussi longtemps que de nouvelles et meilleures façons de faire les choses sont développées.

Pour nos lointains ancêtres, la première étape majeure vers une amélioration considérable de leur quotidien a été la maîtrise du feu, processus par lequel non seulement les problèmes de la noirceur et du froid ont été réglés, mais aussi par lequel leur habitat s'est agrandi et leurs sources de nourriture se sont multipliées (en rendant possible d'habiter de façon permanente au-delà des tropiques, en permettant de digérer des denrées qui ne se consomment pas crues, et en facilitant la digestion d'autres denrées). Le pas de géant subséquent est survenu il y a environ 10 000 ans avec l'émergence de l'agriculture. Cela leur a permis non seulement de faire pousser des récoltes pour eux-mêmes, mais aussi pour des animaux domestiques tels que les bovins de trait, les chevaux et les mulets, qui leur ont permis d'améliorer considérablement leur capacité d'effectuer du travail et de transporter des objets.

Jusqu'à il y a environ deux siècles, la plupart des sociétés humaines dépendaient de la combustion de biomasse de faible densité (brindilles de bois, résidus de récolte ou fumier) et du travail musculaire humain et animal. Dans quelques endroits, les énergies éolienne (bateaux à voile et moulins à vent) et hydraulique (moulins à eau) ont joué un rôle, mais malgré leurs nombres impressionnants<sup>4</sup>, leur contribution totale était faible. Au mieux, la vie à cette époque des « énergies renouvelables » était comparable à celle dans les pays contemporains les moins développées où, entre autres, les fermiers ont une chance sur trois d'être sous-alimentés et les revenus moyens se situent autour de 1 \$ par jour<sup>5</sup>.

Comme plusieurs sociétés qui se sont construites sur la base de l'énergie renouvelable souffraient de déforestation excessive et d'érosion des sols, elles étaient également souvent « non durables ». Pour n'en donner qu'un exemple célèbre, Platon se plaignait il y a plus de deux mille ans que si l'arrière-pays d'Athènes (l'Attique) avait auparavant une « qualité du sol (...) sans égale dans le monde entier », et les plaines « étaient remplies de terre grasse ; il y avait sur les montagnes de grandes forêts », déjà à son époque plusieurs montagnes « ne nourrissent

Figure 1.1  
Consommation d'énergie aux États-Unis (1775-2000)



During the past 225 years the United States has experienced two distinct energy eras: the renewable era and the (current) carbon-fuel era. Source: U.S. Energy Information Administration, *Annual Energy Review 2001*, pp. 355-357.

Source : Robert L. Bradley et Richard W. Fulmer, *Energy: The Master Resource*, Kendall Hunt Publishing Company, 2004, p. 186.

plus que des abeilles » pendant que, « comme il est arrivé dans les petites îles, (...) tout ce qu'il y avait de terre grasse et molle s'est écoulé et il ne reste plus que la carcasse nue du pays »<sup>6</sup>.

La troisième grande avancée énergétique de l'humanité est venue alors que des individus créatifs ont trouvé des façons de puiser toujours plus efficacement dans les réserves abondantes de charbon, de pétrole et de gaz naturel de notre planète (Figure 1.1). Le charbon avait été utilisé bien avant la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, mais comme sa combustion à l'air libre remplissait l'intérieur de fumée et de gaz, il avait typiquement été considéré seulement comme un dernier recours en cas de manque de biomasse adéquate.

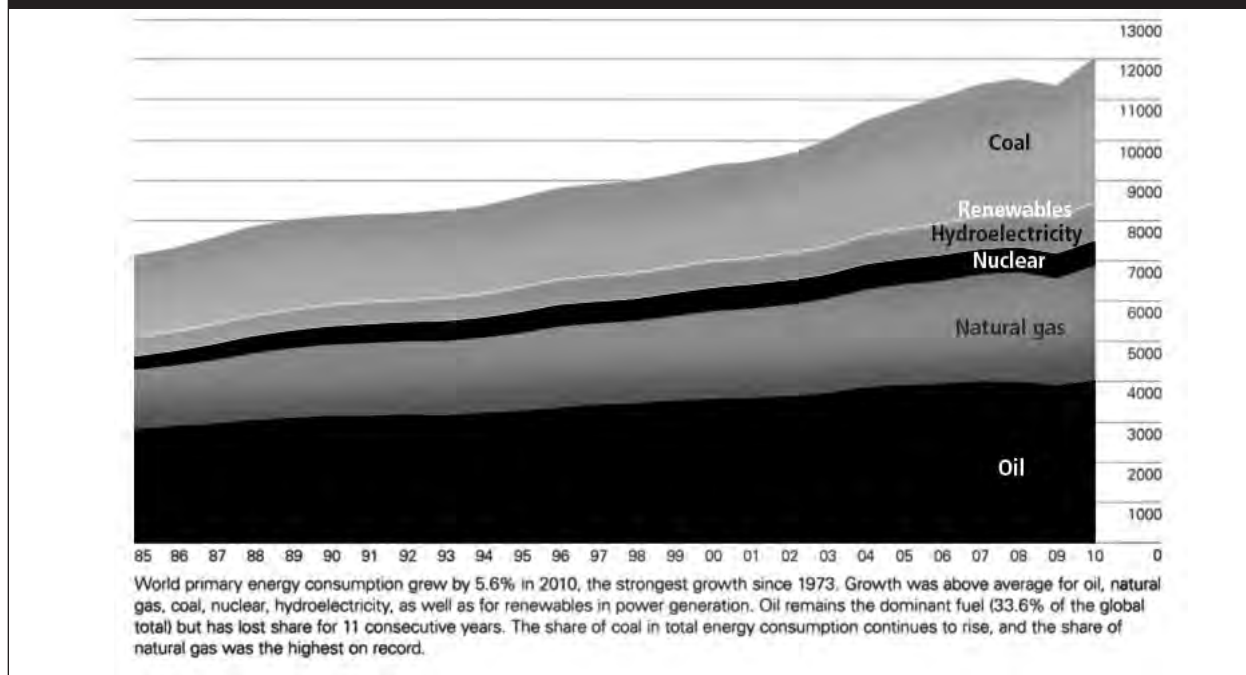
Paradoxalement, le bitume a longtemps été un matériau plus désirable que le pétrole et le charbon, parce qu'il pouvait être utilisé pour paver les routes, calfeutrer la coque des bateaux, imperméabiliser les toits, sceller les cordages contre l'humidité, et comme intrant pour certaines armes comme le feu grégeois. Contrairement au pétrole, le bitume ne s'écoule pas et ne peut pas être pompé à l'état

naturel sans être chauffé ou dilué, et il est aussi dur qu'une rondelle de hockey à 10 °C.

La transition des combustibles renouvelables vers les hydrocarbures a apporté des bienfaits évidents. Comme William Stanley Jevons l'observait en 1865, avec le charbon « presque tout exploité est possible ou facile » alors que « sans lui nous sommes projetés dans la laborieuse pauvreté des temps anciens ». En examinant les solutions de rechange, il rejeta l'énergie éolienne comme étant « entièrement inapplicable à un système de travail mécanisé, car par temps calme ce sont les affaires du pays entier qui se détraqueraient »; trop irrégulière (de nos jours nous dirions intermittente) pour s'y fier sur une base continue; inapte à fournir la « force requise dans les grandes usines et les fonderies »; et trop limitée en termes de localisations potentielles<sup>7</sup>. (Bien sûr, aucun de ces problèmes de base n'a été réglé depuis.)

Le charbon a été le premier hydrocarbure utilisé à grande échelle. Il est resté globalement dominant jusqu'au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, alors qu'il s'est fait dépasser par le pétrole. Comme l'illustre

Figure 1.2  
Consommation mondiale d'énergie primaire, par source



Source : BP, *Statistical Review of World Energy*, juin 2011.

la Figure 1.2, le charbon, le pétrole et le gaz naturel représentent maintenant 85 % de la consommation mondiale d'énergie sur une base commerciale. Le pétrole demeure le plus utilisé (33,6 %) même s'il recule depuis au moins une dizaine d'années. L'utilisation du charbon est à la hausse (surtout en Asie-Pacifique, particulièrement en Chine) alors que le gaz naturel est plus abondant que jamais grâce au développement des technologies permettant d'exploiter le gaz de schiste<sup>8</sup>.

Malgré des subventions parfois très imposantes par unité de puissance produite, l'électricité générée par les éoliennes, les panneaux solaires, les centrales géothermiques, la biomasse (comme le bois et les résidus d'usines de pâtes et papiers) et les déchets (comme l'électricité générée par les émissions de méthane des dépotoirs et par les incinérateurs) demeure insignifiante dans l'ensemble. Elle s'élève à environ 1,3 % du total, alors que les biocarburants liquides tels que l'éthanol et le biodiesel comptent pour 0,5 %. Il leur faudrait donc un taux de croissance miraculeux afin de remplacer rapidement le pétrole.

## 1.2 Le pétrole et ses utilisations

### Développements historiques

À la fin des années 1850, le pétrole (on devrait plutôt dire *les pétroles*, si l'on tient compte de la nature diverse des matières premières trouvées dans différents gisements) a commencé à supplanter les combustibles liquides, les lubrifiants et d'autres produits auparavant créés à partir de charbon, de goudron de houille (un sous-produit de la gazéification du charbon en gaz de ville), de bitume, de la graisse et du spermaceti des cachalots, d'autres graisses animales et de plantes variées.

Entre autres avantages, le pétrole était plus abondant; il avait une densité énergétique (c'est-à-dire, la quantité d'énergie stockée par unité de volume) plus élevée; il brûlait plus proprement (en produisant moins de gaz polluants et de particules fines); il était plus facile à extraire (en particulier, aucun besoin de travailler sous terre), à manutentionner (par pompage), à transporter (par camion, oléoduc, bateau, barge et train) et à stocker

(dans des citernes, des réservoirs sous terre et des cavernes naturelles); et il était une matière première préférable pour la production d'une large variété de produits.

Vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les raffineurs de pétrole produisaient principalement du kérosène, des lubrifiants, des graisses, de la paraffine, de la gelée de pétrole (mieux connue par son nom de marque Vaseline), des chandelles et quelques autres produits comme des insectifuges pour le bétail. Ces produits étaient principalement extraits de ce qui était appelé dans le jargon le « milieu du baril ». Par comparaison, l'essence (dans le « haut du baril ») et les résidus lourds (dans le « bas du baril ») avaient peu d'utilisations. Par exemple, alors que l'essence pouvait être utilisée comme solvant à peinture, elle s'avérait trop inflammable et volatile pour l'éclairage et le chauffage à la maison. De la même façon, alors que certaines composantes lourdes avaient quelques utilisations pour goudronner les routes et les toitures, il n'existait pas de technologie adéquate afin de les brûler pour chauffer des bâtiments.

Avec le temps, ces résidus, devenus polluants faute d'utilisation, ont été convertis en intrants pour des produits de toutes sortes, à la fois pour réduire les dommages aux propriétés avoisinantes (et donc éviter les poursuites) et, surtout, pour augmenter la profitabilité. Afin d'illustrer ce processus économique, donnons quelques exemples provenant d'écrits populaires datant d'il y a un siècle, qu'on ne pourra donc pas accuser « d'écoblanchiment » (c'est-à-dire d'opération de relations publiques par une entreprise polluante pour verdir son image, ou *greenwashing* en anglais).

Dans son livre de 1908 *Wealth from Waste*, le pasteur George Powell Perry a observé que le succès de la compagnie Standard Oil n'était pas tant relié aux manigances financières et autres pratiques trompeuses, qu'à une « sage utilisation de ce qui était considéré comme sans valeur auparavant ». Un exemple était la paraffine, qui n'était au départ qu'un « rejet collant et gluant de l'industrie du raffinage ». Comme il raconte :

Au début [le résidu] était jeté dans la rivière. Mais peu après, les autorités se sont plaintes à cause de la pollution produite. Ensuite, on l'a

jeté dans une profonde tranchée et on a essayé de le brûler. La flamme était tellement forte que la chaleur devint intenable et même le plus solide mur ne pouvait y résister. Grandement perplexe, la compagnie demanda finalement l'aide d'experts chimistes pour voir s'il n'existait pas d'autre façon de se débarrasser de cette nuisance. C'est à ce moment qu'un procédé fut découvert permettant de convertir cette désagréable ordure en paraffine. Et c'est ainsi que l'ordure est devenue une bonne source de revenus<sup>9</sup>.

En 1920, le journaliste Frederick A. Talbot observait dans son livre *Millions from Waste* qu'en 1890 « le forage d'un puits [de pétrole] produisait des sentiments partagés » puisqu'un succès signifiait inévitablement qu'on allait perforer « le plafond d'un réservoir souterrain de gaz de pétrole » (c'est-à-dire du gaz naturel) qui pouvait ensuite exploser et tuer toute l'équipe. « Ignorant la valeur de ce produit, mais douloureusement conscients de son danger », écrit-il, « les premiers chercheurs de pétrole acheminaient ce gaz un peu plus loin par tuyau » où il était ensuite allumé et « laissé brûler gaiement à l'air libre ». C'était seulement après que « la flamme ait vacillé et expiré » que le « forage pour le précieux liquide » pouvait continuer.

Cependant, après un certain temps, le brûlage du gaz naturel a été reconnu pour ce qu'il était : le gaspillage d'une ressource. Comme Talbot l'a observé, « avec le passage des années et le progrès vint l'illumination. Le gaz n'est plus gaspillé; il est piégé. Dans certains cas, il est acheminé par tuyau sur des centaines de kilomètres pour nourrir des fourneaux gourmands utilisés pour la fabrication d'acier et d'autres produits »<sup>10</sup>.

Plus tard encore, c'est l'essence qui cessa d'être un déchet. Le développement du moteur à combustion interne a fait en sorte que cette « liqueur volatile qui jusqu'alors avait été rejetée et brûlée inutilement par les raffineries fut immédiatement reconnue comme étant douée d'une valeur ayant jusque-là échappé à toute attention. Elle formait le combustible idéal pour le nouveau moteur. Sans délai, l'absurde destruction de la liqueur volatile fut abandonnée. Chaque goutte était soigneusement recueillie, et, à mesure que le temps s'écoulait et que la demande augmentait pour ce combustible

liquide léger, les raffineurs firent de grands efforts pour extraire la dernière petite goutte [d'essence] du pétrole brut »<sup>11</sup>.

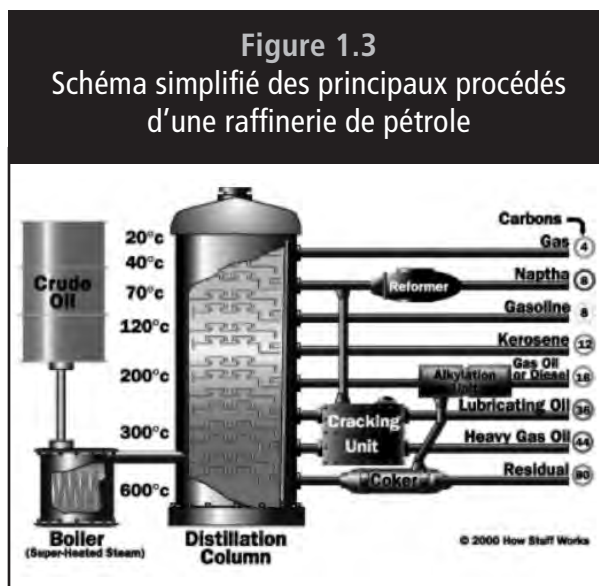
Loin d'être des exceptions, les développements de la paraffine, du gaz naturel et de l'essence à partir de résidus de production ne sont que quelques cas (bien qu'évidemment importants) dans une longue liste d'innovations par lesquelles une valeur toujours grandissante était ajoutée à chaque fraction de matériaux trouvée dans les réservoirs de pétrole. Pour donner un autre exemple, le boom dans la production des plastiques peut être relié au développement de la technologie du craquage du pétrole, qui sert à la production d'essence de haute qualité. Ce procédé génère des gaz résiduels qui étaient initialement brûlés, mais qui sont finalement devenus un intrant bon marché pour la production des polymères<sup>12</sup>. Comme un chimiste appliqué l'a écrit il y a près de 80 ans, « l'objet de toute recherche sur les combustibles est soit d'éliminer le gaspillage et d'améliorer l'efficacité dans l'extraction, la préparation et l'utilisation des combustibles, soit de convertir un combustible brut par un traitement ou un procédé en une forme davantage efficace ou pratique avec, dans plusieurs cas, la récupération de sous-produits utiles à d'autres fins »<sup>13</sup>.

Bien sûr, ce même modèle a depuis longtemps été observé dans tous les secteurs concurrentiels des économies de marché. Dans les mots de Karl Marx : « La production capitaliste a pour conséquence de donner plus d'importance à l'utilisation des résidus de la production et de la consommation » et « les soi-disant déchets jouent un rôle important dans la plupart des industries », car trouver de nouveaux usages pour des résidus sans marché permet ultimement d'augmenter le « taux de profit ». Selon lui, la récupération de résidus industriels est devenue « la deuxième façon de susciter des économies dans la production », après les économies d'échelle<sup>14</sup>. Le résultat de tout cela a été la création de richesse, une plus grande qualité de vie et la réduction avec le temps des impacts environnementaux<sup>15</sup>.

## Utilisations actuelles et substituts potentiels

Les produits raffinés du pétrole se divisent en différentes catégories, dont les distillats légers

(essences pour l'aviation et l'automobile, naphtha pour la pétrochimie), les distillats moyens (kérosène, mazout léger, diesel), les distillats lourds (mazout pour bateau et autres huiles lourdes) et les autres produits (allant des gaz de raffinerie, gaz de pétrole liquéfié, coke de pétrole et asphalte jusqu'aux solvants, lubrifiants, cires et autres produits raffinés) (Figure 1.3). À l'échelle mondiale, c'est près des deux tiers des produits dérivés du pétrole qui sont utilisés pour le transport terrestre, maritime et aérien, correspondant à près de 95 % de toute l'énergie consommée dans ce secteur<sup>16</sup>.



Source: Craig Freudenrich, *How Oil Refining Works*, <http://science.howstuffworks.com/environmental/energy/oil-refining5.htm>.

Dans une économie avancée comme celle des États-Unis, environ 11 % du pétrole est utilisé pour la pétrochimie, rendant possible la fabrication de milliers de produits. Ceux-ci comprennent le caoutchouc synthétique, les plastiques, le polystyrène, les tissus synthétiques, les lubrifiants, les matériaux de construction (tuyaux de PVC, parements de vinyle, bardeaux d'asphalte, matériaux isolants...), les médicaments, les vitamines, les fertilisants, les pesticides et les cosmétiques<sup>17</sup>. L'asphaltage des routes représente la deuxième plus grande utilisation non combustible d'un produit raffiné de pétrole par volume, alors que l'asphalte sert aussi à la fabrication des toitures, des revêtements industriels, des adhésifs et des batteries. Même le soufre, l'élément indésirable le plus abondant dans le pétrole brut

étant donné que sa combustion cause les pluies acides, peut être récupéré en grande partie et utilisé pour la fabrication de fertilisants et autres produits utiles tels que des médicaments et des matériaux de construction.

La meilleure illustration des avantages inhérents des produits pétroliers comparativement aux solutions de rechange est peut-être la suprématie centenaire de l'essence sur les moteurs électriques dans le marché de l'automobile. En effet, malgré de très importantes subventions gouvernementales, les véhicules hybrides ou tout-électriques n'ont pas réussi à gagner une part significative de marché à cause de leur puissance et leur autonomie limitées, de leur temps de recharge élevé, de certaines préoccupations de sécurité (surtout en cas de collision) et d'une infrastructure de production et de distribution d'électricité inadéquate.

La production de biocarburants a augmenté considérablement à la suite de directives gouvernementales. Toutefois, à cause de sévères contraintes techniques, il est difficile de mettre plus de 10 % d'éthanol dans l'essence et plus de 5 % de biodiesel dans le diesel. La disponibilité limitée des terres agricoles et des graisses animales fait en sorte que ces biocarburants ne pourront jamais remplacer qu'une toute petite fraction des combustibles pétroliers. Les pénuries de nourriture et l'envolée des prix qu'ils provoquent ont d'ailleurs incité le Rapporteur spécial des Nations Unies pour le droit à l'alimentation, le sociologue Jean Ziegler, à les décrire comme rien de moins qu'un « crime contre l'humanité »<sup>18</sup>.

Ces dernières années, la technologie du gaz de schiste a permis (ou permettra bientôt, dans le cas de quelques pays) d'accroître considérablement l'offre de gaz naturel à des prix beaucoup plus bas, rendant plus attrayantes les options du gaz naturel comprimé et du gaz naturel liquéfié. Par contre, un certain nombre de difficultés techniques (une plus faible densité énergétique, un stockage plus difficile, une récupération plus lente des investissements, un manque d'infrastructure de ravitaillement, des coûts de fabrication plus élevés, de plus grands risques de sécurité...) ont encore besoin d'être surmontées avant que l'utilisation de ces options devienne substantielle dans le transport terrestre, maritime et aérien.

Il est aussi possible de fabriquer des carburants synthétiques avec du charbon. Le chef de file de cette technologie industrielle, la compagnie sud-africaine Sasol, produit un carburant d'aviation entièrement synthétique à partir de cette ressource abondante. Par contre, il n'existe pas de démonstration concluante de la viabilité technique et économique de cette solution de rechange au carburant d'aviation produit à partir du pétrole.

En bref, aujourd'hui comme il y a un siècle, au Canada comme ailleurs, l'essence, le diesel et le kérosène restent les carburants les plus flexibles, utiles, sûrs, simples, pratiques, fiables, énergétiquement denses et abordables à notre disposition pour le transport.

Même si les militants environnementaux aiment bien nous rappeler que les rayons solaires et le vent sont disponibles en abondance et gratuits, ils sont plus discrets sur le fait qu'ils ne produisent que de l'électricité et aucun sous-produit. C'est là une autre lacune fondamentale des solutions de rechange aux produits pétroliers. L'éolien et le solaire ne pourront donc pas avoir d'impact important sur le secteur des transports tant qu'un procédé de batterie radicalement amélioré ne sera pas développé, et ne peuvent non plus offrir de solution de rechange aux produits pétroliers autres que les carburants. En ce moment, les parts du marché des hydrocarbures que l'énergie éolienne et solaire peut espérer prendre sont des parts occupées par le charbon et le gaz naturel et non par le pétrole, excepté pour quelques petites centrales électriques au mazout lourd en région éloignée.

Malheureusement, la production d'électricité éolienne et solaire est typiquement éloignée, coûteuse, intermittente et peu fiable, tout en ayant une faible densité énergétique. En pratique, cela veut dire qu'elle ne peut pas exister sans un soutien massif à l'augmentation des capacités de transmission et à l'alimentation de réserve (idéalement en utilisant le gaz naturel ou l'hydroélectricité, qui peuvent être démarrés et arrêtés rapidement) lorsque le soleil ne brille pas ou lorsque le vent ne souffle pas assez, ou trop fort. Son impact environnemental en matière d'occupation des terres par unité de puissance produite et, dans le cas de l'éolien, sur le plan de la mortalité des oiseaux, est également significatif<sup>19</sup>.

Finalement, s'il est vrai que certaines substances plastiques peuvent être fabriquées à partir de biomasse (il y a un siècle, la compagnie Ford fabriquait du plastique avec le soya, et certaines firmes allemandes utilisaient même le sang de vache), elles ne sont tout simplement pas concurrentielles en matière de qualité, de coût et de disponibilité de la ressource – ce qui explique justement pourquoi elles ont été remplacées par des produits pétroliers il y a déjà longtemps, tout comme les produits d'os d'animaux<sup>20</sup>. Par contre, le gaz naturel pourrait avoir un impact considérable dans le marché du plastique dans un futur rapproché, grâce à sa disponibilité croissante et son prix bas.

En mettant de côté la pensée magique, on réalise qu'il n'existe actuellement aucune solution de rechange (ou combinaison de solutions de rechange) « renouvelable » adéquate au pétrole, ni comme source d'énergie ni comme matière première de composés synthétiques. Le fait qu'une proportion de plus en plus importante du pétrole que nous consommons proviendra à l'avenir de sources non conventionnelles ne devrait pas militer contre leur développement.

## 1.3 Mythes et fausses conceptions

### Mythe n° 1 : Le pétrole est de plus en plus cher et de plus en plus sale

Les producteurs de pétrole ont toujours exploité les sources qui leur semblaient les plus facilement accessibles en premier. Une fois qu'elles n'étaient plus productives, ils ont continué avec des champs pétrolifères plus distants ou moins accessibles. Malgré cela, il ne faut pas conclure que les producteurs sont contraints à « gratter le fond du baril » ou que le pétrole doit inexorablement devenir plus dispendieux à trouver, à extraire, à raffiner et à distribuer, entraînant ainsi des coûts de production plus élevés, une disponibilité moins grande et une augmentation des impacts environnementaux.

Les premiers peuples utilisateurs de pétrole amassaient celui-ci là où il suintait à la surface d'étangs ou de cours d'eau. Par la suite, pomper

de larges volumes de pétrole du sol n'a jamais été « facile »; c'est l'ingéniosité humaine qui a toujours permis de garder les coûts raisonnables avec le temps. Comme les analystes de l'énergie Peter Huber et Mark P. Mills l'ont noté : « Le pétrole extrait aujourd'hui sous 2 milles d'eau et 4 milles de roche verticale, avec 6 milles additionnels de forage horizontal, coûte moins cher que le pétrole extrait à 60 pieds par le Colonel Drake il y a un siècle, et à peu près autant que le pétrole extrait à un mille de profondeur en 1980 »<sup>21</sup>.

Le pionnier américain du pétrole Edwin Drake disposait seulement de la technologie du forage à percussion (forage au câble) lorsqu'il cherchait du pétrole en Pennsylvanie dans les années 1850. Cette technologie imposait des limites strictes à la profondeur pouvant être atteinte et aux types de roches pouvant être traversées. Dans les décennies qui ont suivi sont apparues les technologies de forage rotatif, les technologies de forage en mer et toutes sortes d'autres avancées qui ont permis d'atteindre des champs pétrolifères toujours plus loin et plus creux. Le pétrole d'hier ne semble « facilement accessible » qu'avec une perspective *a posteriori* faussée par les technologies apparues entre-temps.

Le même principe s'applique à la notion qu'il y aurait des sources de pétrole « intrinsèquement » plus sales que d'autres. Certaines sources ont certes moins de soufre et d'autres sont de qualité supérieure, mais excepté dans les conditions les plus primitives, aucun pétrole ne pourrait jamais être utilisé directement tel qu'il est sorti du sol. Comme on vient de le mentionner, le pétrole extrait du nord-ouest de la Pennsylvanie il y a plus d'un siècle avait beau être de bonne qualité, son exploitation à l'époque n'avait rien de propre. Ce sont seulement les avancées du domaine du raffinage qui ont permis de traiter le pétrole de façon propre et efficace, même avec un brut de moindre qualité.

Il est aussi intéressant de remarquer que le pétrole a déjà été considéré comme un combustible non conventionnel qui ne pourrait jamais remplacer le charbon. En 1865, alors que les moteurs à essence et diesel n'existaient pas encore, William Stanley Jevons rejetait la suggestion de « certains inventeurs américains » de considérer le pétrole comme source d'énergie alternative pour les chaudières des bateaux

propulsés à vapeur. Malgré son potentiel théorique, le pétrole n'était pas pratique, toujours selon Jevons, parce que son offre était naturellement « beaucoup plus limitée et incertaine que le charbon » et son prix, beaucoup plus élevé<sup>22</sup>. Pourtant, en l'espace de quelques décennies, le « Roi Charbon » sera détrôné par le pétrole, d'abord aux États-Unis, et ensuite dans le monde entier.

## Mythe n°2 – Le pétrole est intrinsèquement non durable

Durant le dernier siècle et demi, les prévisions catastrophistes des scientifiques, des activistes et des journalistes se sont succédé par vagues, pour être rapidement réfutées par la découverte de nouveaux champs pétrolifères et par des progrès en matière de forage, de transport et d'autres technologies<sup>23</sup>. Peut-être à cause de cette longue histoire de prédictions ratées, les partisans du déclin graduel de la ressource utilisent aujourd'hui la rhétorique plus modérée du « pic pétrolier », qui ne prédit pas de pénurie imminente, mais seulement une décroissance de l'offre pour le prochain siècle qui est le pendant de la courbe de production depuis ses débuts au siècle dernier. Malgré cela, *tous* les éminents défenseurs du pic pétrolier ont fait des prédictions qui se sont avérées fausses au cours des vingt dernières années, comme tous les autres avant eux<sup>24</sup>.

Selon l'analyste de l'énergie Vaclav Smil, le problème de la rhétorique du pic pétrolier est qu'elle est en fin de compte basée sur « des interprétations qui sont complètement dénuées d'une compréhension nuancée de la quête humaine de l'énergie, qui rejettent le rôle des prix, qui ignorent toute perspective historique et qui présupposent la fin de l'inventivité et de l'adaptabilité humaines »<sup>25</sup>. Les avancées technologiques telles que la production de pétrole de schiste permettent d'accéder à des gisements qui apparaissaient auparavant comme non profitables, entraînant parallèlement une croissance des réserves malgré une consommation accrue. Certains analystes réputés prédisent d'ailleurs maintenant une saturation des marchés pétroliers et un effondrement imminent des prix du pétrole brut<sup>26</sup>.

En fin de compte, comme l'observe l'ingénieur Étienne Bernier, une pénurie de pétrole synthétique

est tout simplement impossible, car il « peut être produit tant qu'on a une source de carbone et une source de chaleur. Il est impossible qu'on manque de carbone, car il s'agit d'un constituant de base des roches calcaires »<sup>27</sup>. Bien entendu, l'humanité aura assurément développé de meilleures sources d'énergie bien avant que cette option puisse être considérée. De notre point de vue, le plus grand paradoxe de la thèse du déclin graduel est que si les ressources les plus cruciales sont en effet limitées et sans substituts potentiels, alors réduire leur consommation peut uniquement *retarder et non prévenir* un effondrement de proportions épiques, rendant le concept de développement durable théoriquement impossible. Ainsi, les efforts de conservation forcée (au-delà de l'incitation à la conservation déjà présente dans un régime de propriété privée), en appauvrissant tout le monde, peuvent avoir l'effet pervers de nous priver des moyens de développer de meilleures sources d'énergie dans le futur.

Pour ce qui est des changements climatiques, l'idée que l'humanité se retrouverait en meilleure situation si nous réduisions l'utilisation des combustibles fossiles est difficile à réconcilier avec les antécédents historiques. Avant le début de l'ère des combustibles fossiles, la malnutrition et les famines étaient souvent causées par un épisode inopportun de canicule ou de froid, par des pluies insuffisantes ou excessives, par des inondations ou d'autres catastrophes naturelles. C'est seulement avec l'avènement des moyens de transport sur de longues distances que l'humanité a pu vaincre la famine, alors que les surplus des régions ayant eu de bonnes récoltes pouvaient être acheminés vers celles qui en avaient eu des médiocres.

L'historien britannique George Dodd a observé en 1856 qu'à « l'époque des interactions limitées, la rareté des récoltes avait des résultats terribles : le peuple n'avait rien sur quoi se rabattre; tous dépendaient des cultivateurs à proximité; et si ceux-ci n'avaient pas grand-chose à vendre, la famine devenait une réalité douloureusement concrète »<sup>28</sup>. Plus récemment, l'historien de l'économie Cormac Ó Gráda a remarqué de manière similaire que « l'Histoire démontre que l'intégration des marchés et l'éradication graduelle de la famine sont liées »<sup>29</sup>. Comme l'a mentionné il y a deux ans un groupe

Figure 1.4  
Représentation caricaturale d'un grand bal de baleines en l'honneur de  
la découverte de puits de pétrole en Pennsylvanie



Source: *Vanity Fair*, 20 avril, 1861, p. 186.

d'experts britanniques en nutrition, « En somme, le commerce international est un fondement essentiel de la sécurité alimentaire à tous les niveaux »<sup>30</sup>.

Même si l'humanité tournait complètement le dos aux combustibles fossiles, les aléas de la météo seraient toujours là et, en l'absence de commerce international, ils causeraient misère et famine qui ne seraient qu'aggravées par la pénurie des intrants agricoles basés sur le pétrole. D'autre part, tant que les économies se développent, tant que le savoir scientifique et technique s'élargit, tant que les gens sont libres de s'adapter, tant que le commerce international basé sur le pétrole permet de déplacer la nourriture entre les régions, l'humanité va continuer de prospérer comme elle le fait depuis le dernier siècle et demi, une période caractérisée par un réchauffement climatique.

## 1.4 Les bienfaits environnementaux et sociaux du pétrole

Comme c'est le cas pour toute activité d'extraction massive ou toute industrie manufacturière lourde, le pétrole peut causer des problèmes environnementaux importants lors de son extraction (perturbation d'un écosystème fragile), de son transport (déversements), de son entreposage (fuites) et de sa combustion (pollution atmosphérique). L'existence, de même que l'ampleur de ces problèmes, n'est toutefois pas une conséquence de la nature intrinsèque de la ressource, mais plutôt des technologies disponibles et des précautions prises par les humains qui l'exploitent. Par ailleurs, les produits pétroliers ont aussi apporté plusieurs bienfaits environnementaux à long terme, le plus notable étant l'afforestation ou le reboisement d'une

grande quantité de terres agricoles moins productives dans les économies avancées au cours des deux derniers siècles.

Contrairement à une croyance répandue, la déforestation à grande échelle n'a rien de récent. En fait, 90 % de toute la déforestation causée par les humains depuis le début de la civilisation a probablement eu lieu avant 1950, alors que les gens devaient déboiser de larges étendues de forêt afin d'obtenir un abri, de la nourriture, de la chaleur et une multitude d'objets. C'est l'augmentation considérable de l'utilisation du charbon, au début du XIX<sup>e</sup> siècle, qui a marqué le début du renversement de cette tendance.

La France a peut-être été le premier pays important à connaître ce qu'on a par la suite été nommé une « transition forestière », alors que son couvert forestier a augmenté du tiers entre 1830 et 1960, et d'un autre quart depuis 1960. Des processus similaires, bien que d'intensité et d'étendue variables, ont aussi eu lieu dans toutes les forêts tempérées et boréales majeures, et dans tous les pays dont le produit intérieur brut excède 4 600 \$ US par personne (environ celui du Chili), ainsi que dans certaines économies en voie de développement, notamment la Chine et l'Inde<sup>31</sup>.

Les combustibles fossiles ont rendu possible cette expansion du couvert forestier de plusieurs façons. Avec le développement de technologies plus sophistiquées de combustion, le charbon, l'huile lourde et le gaz naturel se sont avérés de bien meilleures solutions de rechange au bois de chauffage et au charbon de bois. En tant que combustibles permettant le transport terrestre et maritime sur de longues distances, le charbon, et plus tard le diesel et le mazout lourd, ont successivement encouragé la spécialisation agricole dans les zones les plus productives de la planète, rendant ainsi une grande quantité de terres superflues. Le charbon, le pétrole et le gaz naturel ont aussi été indispensables pour l'extraction, la production, le transport et l'épandage des fertilisants synthétiques et de l'eau d'irrigation. Le pétrole a été une composante clé dans une grande variété d'intrants et d'outils agricoles comme les bâches en plastique, les pesticides synthétiques et les médicaments pour animaux qui

ont fait diminuer dramatiquement les pertes dues aux ravageurs et aux maladies.

L'arrivée des tracteurs a éliminé le besoin de millions de chevaux et mulets pour produire les récoltes. Les tracteurs étaient non seulement des outils plus efficaces qui ne tombent jamais malades et ne demandent pas de soins à l'arrêt, mais en plus ils ne consomment pas jusqu'au cinquième de chaque récolte qu'ils aident à produire<sup>32</sup>. Le développement d'un large éventail de produits synthétiques, allant des fibres textiles aux teintures, a aussi réduit ou éliminé l'utilité de plusieurs cultures non comestibles et autres produits agricoles allant de la laine et de la soie jusqu'aux teintures naturelles et au lin. Tous ces progrès ont été au cœur de la transition forestière.

Le bienfait environnemental le plus immédiat des premiers forages pétroliers, cependant, a été la fin rapide du marché de l'huile de baleine<sup>33</sup>, un résultat très bien illustré dans une caricature de 1861 (Figure 1.4).

Les combustibles fossiles en général et le pétrole en particulier ont aussi nettement amélioré la qualité de l'air et la santé publique. L'amélioration la plus bénéfique a sans doute été le remplacement des chevaux urbains par des automobiles et des camions, compte tenu qu'un cheval en ville produit environ vingt kilos de fumier et sept litres d'urine par jour. Outre les odeurs, les excréments et les carcasses mortes laissées à pourrir étaient une source d'agents pathogènes mortels et une menace à la santé publique bien plus grande que la fumée et les particules fines sortant du tuyau d'échappement des automobiles.

À l'époque où ils étaient omniprésents, les chevaux urbains étaient aussi une source significative de pollution par le bruit (surtout lorsque leurs fers frappaient un pavé de pierre), exerçaient une demande importante sur les terres agricoles pour leur nourriture et leur litière, attiraient une grande concentration d'espèces nuisibles de toutes sortes (des rongeurs aux mouches) à proximité des humains et causaient davantage d'accidents mortels que les automobiles<sup>34</sup>. Une fois ces chevaux partis, le pavé en asphalte a considérablement réduit la concentration de poussière dans l'air urbain.

Une autre amélioration environnementale majeure apportée par les combustibles fossiles (incluant le kérosène et l'huile lourde) a été le remplacement de combustibles domestiques de piètre qualité tels que le bois de chauffage et le crottin. Ceux-ci remplissaient les maisons de suie, de particules, de monoxyde de carbone et de composés chimiques toxiques qui provoquaient une forte mortalité à cause de maux tels que les maladies pulmonaires obstructives chroniques et les infections respiratoires aiguës. Malheureusement, la pollution de l'air intérieur causée par la combustion incomplète de combustibles de piètre qualité tue encore des millions de personnes chaque année dans les pays en développement, un lourd bilan qui pourrait être nettement amélioré grâce, entre autres, à une plus grande abondance de combustibles liquides à usage domestique<sup>35</sup>.

Comme n'importe quelle autre ressource naturelle, le pétrole peut être une source de conflit dans les sociétés humaines. Pourtant, comme on peut le constater par l'exemple de sociétés comme le Texas, l'Alberta, la Norvège ou l'Australie, il n'existe aucune « malédiction des ressources » qui serait inévitable (c'est-à-dire, la notion qu'un pays doté de vastes ressources naturelles connaîtra nécessairement de piètres performances économiques et une détérioration du climat politique). Dans l'ensemble, la contribution des combustibles fossiles au bien-être humain a été de réduire considérablement la quantité de travail éreintant requis par l'agriculture et l'industrie, et de rendre possibles de nouvelles et meilleures opportunités d'emploi. Même pour le transport de l'eau dans les économies moins avancées, le simple remplacement de lourds pots de pierre ou d'argile par des contenants de plastique a souvent été décrit comme un miracle à petite échelle.

Grâce au développement des plastiques et aux multiples usages qu'on leur a trouvés dans la médecine moderne (allant de l'équipement des salles d'opération jusqu'aux cœurs, valves, membres et articulations de remplacement), et grâce au rôle clé du pétrole pour rendre la nourriture plus abondante, abordable, sécuritaire et nutritive que jamais avant (qu'on pense aux récoltes, aux vitamines, à l'emballage ou au transport), on peut dire que le

pétrole a permis d'améliorer considérablement l'espérance de vie et la qualité de vie.

Même si l'exploitation de la ressource pétrolière a généré une immense richesse, les produits pétroliers n'ont évidemment jamais été parfaits. Malgré cela, les détracteurs d'une supposée dépendance au pétrole ne reconnaissent pratiquement jamais le fait que les produits à base de pétrole ont sans doute créé moins de problèmes environnementaux majeurs que les technologies qu'ils ont remplacées, ou qui pourraient actuellement s'y substituer. Ces produits ont aussi joué un rôle crucial dans la hausse remarquable du niveau de vie et de la santé générale de toute l'humanité.

Dans notre état d'avancement technologique actuel, accroître la production de pétrole n'est pas un choix, mais une nécessité. Il faudra de plus en plus produire cette ressource à partir de sources qui paraissent non conventionnelles d'un point de vue historique. Le pétrole de schiste est l'une de ces sources. Les sables bitumineux de l'Alberta en sont une autre. Le reste de ce document est consacré à une discussion plus détaillée de ces derniers : leur développement, les défis auxquels l'industrie est confrontée et les solutions actuelles ou potentielles.

#### Sources

1. Erich W. Zimmermann, *World Resources and Industries: A Functional Appraisal of the Availability of Agricultural and Industrial Resources*, Harper & Brothers Publishers, 1933, p. 3.
2. Erich W. Zimmermann, *World Resources and Industries: A Functional Appraisal of the Availability of Agricultural and Industrial Materials*, Édition révisée, Harper & Row Publishers, 1951, p. 15.
3. Leslie A. White, « Energy and the Evolution of Culture », *American Anthropologist*, vol. 45 (1943), no 3, p. 338.
4. Par exemple, il y avait environ 100 000 moulins à eau en opération au début du XVIII<sup>e</sup> siècle en France. Jesse H. Ausubel, « Where is Energy Going? », *Industrial Physicist*, vol. 6 (2000), no 1, p. 16-19.
5. Les rendements agricoles moyens dans les économies moins avancées sont aujourd'hui au mieux le cinquième de ceux des sociétés urbanisées. L'espérance de vie jusqu'au début du XIX<sup>e</sup> siècle était bien inférieure à la plupart des sociétés les moins développées aujourd'hui. Voir, entre autres : Robert Paarlberg, « Attention Whole Food Shoppers », *Foreign Policy*, May/June 2010.
6. Platon, *Critias*, 360 av. J.-C. Nous examinons ces problématiques en détail dans Pierre Desrochers et Hiroko Shimizu, *The Locavore's Dilemma: In Praise of the 10,000-mile Diet*, PublicAffairs, 2012.
7. William Stanley Jevons, *The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines*, 2<sup>e</sup> édition, 1866, MacMillan and Co., chapitre 1.
8. BP, *Statistical Review of World Energy*, juin 2011.
9. George Powell Perry, *Wealth from Waste: Or, Gathering Up the Fragments*, Fleming H. Revell Company, 1908, p. 73-74.
10. Frederick A. A. Talbot, *Millions from Waste*, J. B. Lippincott Company, 1920, p. 15-16.

11. *Ibid.*, p. 16-17.
12. Frans Lox, *Packaging and Ecology*, Pira International, 1992.
13. A. C. Fieldner, « Significant Progress in Research on Fuels », *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, vol. 119 (1925), no 1, p. 13-23.
14. Karl Marx, *Capital, Volume 3: The Process of Capitalist Production as a Whole*, Charles H. Kerr & Company, 1909, p. 95-96 et 120-121.
15. Pour une discussion plus détaillée à ce sujet, voir : Pierre Desrochers, « The environmental responsibility of business is to increase its profits (by creating value within the bounds of private property rights) », *Industrial and Corporate Change*, vol. 19 (2010), no 1, p. 161-204.
16. BP, *op. cit.*, note 8.
17. Une description conviviale de plusieurs de ces produits est disponible sur le site Web de la Petroleum Services Association of Canada : <http://www.oilandgasinfo.ca/oil-gas-you/products-made-from-oil-and-gas>.
18. Edith M. Lederer, « Production of biofuels “is a crime” », *The Independent*, October 27, 2007.
19. Pour une discussion plus détaillée, mais accessible, de ces questions et d'autres problèmes techniques et aspects négatifs, voir : Robert L. Bradley, Jr. et Richard W. Fulmer, *Energy: The Master Resource*, Kendall Hunt Publishing Company, 2004; Andrew P. Morriss, William T. Bogart, Roger E. Meiners et Andrew D. Dorchak, *The False Promise of Green Energy*, Cato Institute, 2011; Vaclav Smil, *Energy Myths and Realities: Bringing Science to the Energy Policy Debate*, AEI Press, 2010.
20. Pour une histoire populaire de ces développements, voir : Stephen Fenichell, *Plastic: The Making of a Synthetic Century*, Harperbusiness, 1996.
21. Peter W. Huber et Mark P. Mills, *The Bottomless Well: The Twilight of Fuel, the Virtue of Waste, and Why We Will Never Run Out of Energy*, Basic Books, 2005, p. 173-174.
22. William Stanley Jevons, *op. cit.*, note 7, chapitres 1 et 8.
23. Voir, entre autres : Edward D. Porter, *Are We Running Out of Oil?*, American Petroleum Institute, décembre 1995; Robert L. Bradley et Richard W. Fulmer, *op. cit.*, note 19, chapitre 4.
24. Vaclav Smil, « Peak Performance? », *Tech Central Station*, 23 février 2007.
25. Vaclav Smil, « Peak Oil: A Catastrophist Cult and Complex Realities », *World Watch*, vol. 19 (2006), no 1, p. 22-24.
26. Voir, entre autres : Leonardo Maugeri, *Oil: The Next Revolution*, Belfer Center for Science and International Affairs, juin 2012.
27. Etienne Bernier, *Le Point sur le pic pétrolier*, Institut économique de Montréal, septembre 2009.
28. George Dodd, *The Food of London: A Sketch of the Chief Varieties, Sources of Supply, Probable Quantities, Modes of Arrival, Processes of Manufacture, Suspected Adulteration, and Machinery of Distribution, of the Food for a Community of Two Millions and a Half*, Longman, Brown, Green and Longmans, 1856, p. 27.
29. Cormac Ó Gráda, *Famine: A Short History*, Princeton University Press, 2009, p. 157 et 219.
30. Global Food Markets Group, *The 2007/08 Agricultural Price Spikes: Causes and Policy Implications*, UK Government, 2010, p. 14 et 90.
31. Pekka E. Kauppi, Jesse H. Ausubel, Jingyun Fang, Alexander S. Mather, Roger A. Sedjo et Paul E. Waggoner, « Returning Forests Analyzed with the Forest Identity », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 103 (2006), no 46, p. 17574-17579.
32. Voir, entre autres : William J. White, *Economic History of Tractors in the United States*, EH.Net Encyclopedia, Robert Whaples Éd., 26 mars 2008. Au sommet de la puissance animale, les fermes américaines hébergeaient jusqu'à 21 millions de chevaux et 5 millions de mulets – environ trois ou quatre par ferme moyenne, plus que ce qui était théoriquement nécessaire, car il fallait notamment tenir compte des périodes de pointe (comme les labours) et des maladies.
33. Même si le kérosène a fait disparaître la demande d'huile de baleine en tant que source d'éclairage, il n'a pas fait disparaître la chasse à la baleine complètement étant donné qu'il existait encore une demande pour d'autres produits tels que les fanons et l'ambre gris. Encore une fois cependant, c'est l'invention de meilleurs substituts qui a résolu ces problèmes après quelques décennies.
34. Pour une discussion plus détaillée du sujet, voir : Joel Tarr et Clay McShane, « The Centrality of the Horse to the Nineteenth-Century American City » dans Raymond Mohl (dir.), *The Making of Urban America*, SR Publishers, 1997, p. 105-130.
35. Voir, entre autres : Nigel Bruce, Rogelio Perez-Padilla et Rachel Albalak, « Indoor Air Pollution in Developing Countries: A Major Environmental and Public Health Challenge », *Bulletin of the World Health Organization*, vol. 78 (2000), no 9, p. 1078-1092. Bien entendu, le gaz naturel serait un substitut encore bien meilleur.

## PARTIE 2

# Des innovations (plus) vertes dans les sables bitumineux

## 2.1 Du pétrole jaillissant au pétrole ensablé : quelques faits saillants de l'histoire de l'industrie canadienne des combustibles liquides

La contribution canadienne<sup>1</sup> au lancement et au développement de l'industrie pétrolière est trop importante pour être résumée en quelques lignes. Entre autres faits qui devraient être mieux connus, le véritable fondateur de l'industrie a été le médecin et géologue néo-écossais Abraham Pieno Gesner (1797-1864) qui, après plusieurs essais et erreurs, a développé en 1846 une huile à lampe initialement appelée « kéroselaine » (du grec *keroselaion*, huile de cire), mais rapidement rebaptisée kérosène (Figures 2.1 et 2.2). Du point de vue du prix et de l'éclairage, la lampe de Gesner était déjà une amélioration significative par rapport à la compétition, même si elle fonctionnait initialement avec un dérivé de charbon ou de bitume. Une fois convertie au pétrole, elle était encore plus abordable. Comme le dit si bien un site Web, Gesner a sauvé plus de baleines que Greenpeace n'en sera jamais capable<sup>2</sup>.

Le premier puits de pétrole à partir duquel le kérosène et d'autres produits ont été raffinés à l'échelle commerciale a été creusé en 1858 par une équipe sous la direction de James Miller Williams dans ce qui allait devenir le village d'Oil Springs dans le sud-ouest de l'Ontario. (En réalité, le but de Williams était de produire le kérosène à partir d'un gisement de bitume à proximité, et c'est seulement en creusant pour de l'eau qu'il est tombé sur du pétrole.) Ce pétrole a été raffiné à Hamilton, dans la toute première raffinerie en Amérique du Nord

Figure 2.1  
Timbre commémoratif de Postes Canada,  
« Abraham Gesner : de la médecine au  
kérosène », émis le 17 mars 2000

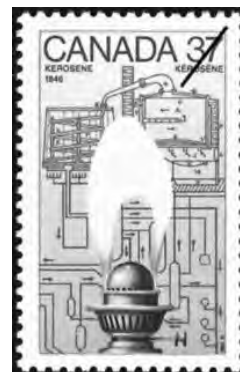


Source : Postes Canada.

– faisant de l'Ontario (et non de la Pennsylvanie) la toute première région nord-américaine où le pétrole a été produit, raffiné et mis en marché à une échelle commerciale.

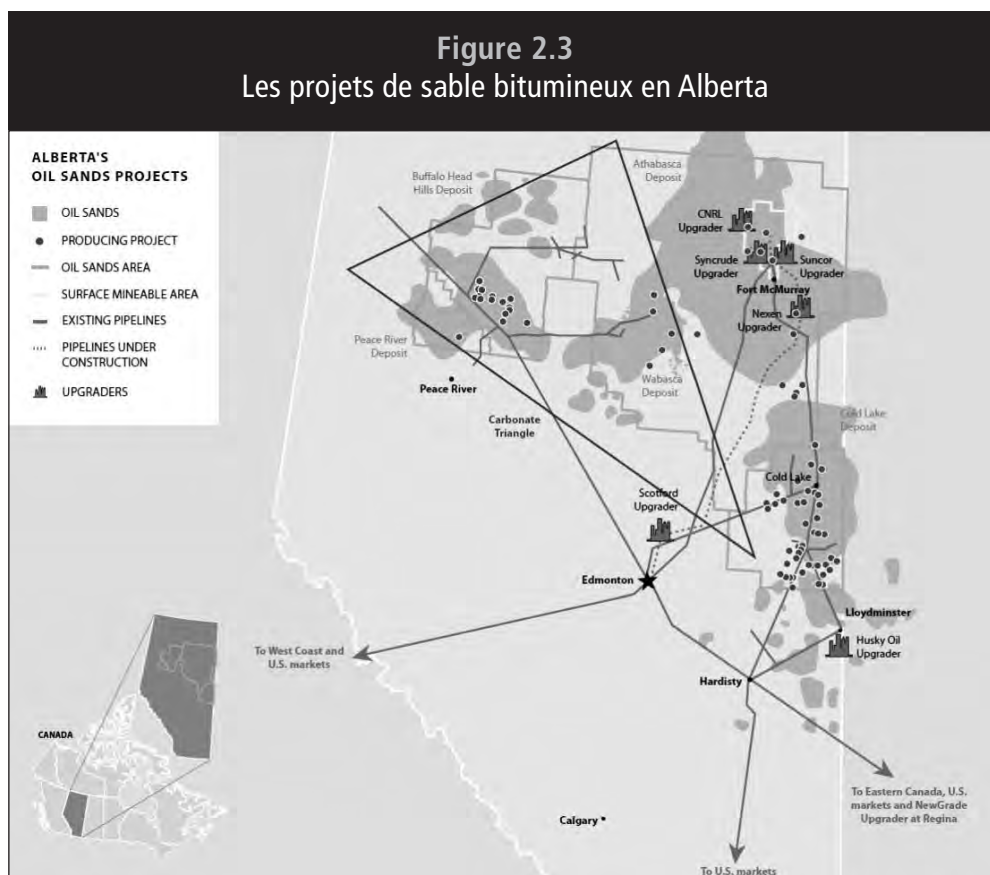
À cause de son contenu élevé en soufre, cependant, le pétrole ontarien et son kérosène dérivé ont souvent été dénigrés comme étant plus sales et inférieurs au pétrole doux de l'ouest de la Pennsylvanie, du moins

Figure 2.2  
Timbre commémoratif de Postes Canada,  
« Kérosène 1846 », émis le 17 juin 1988



Source : Postes Canada.

jusqu'à ce qu'une façon économiquement viable d'enlever ce soufre au raffinage ait été trouvée. Fait intéressant, l'Ontario produit encore aujourd'hui



Source : Robert Bott, *Canada's Oil Sands*, 3<sup>e</sup> édition, Canadian Centre for Energy Information, 2010, p. 4.

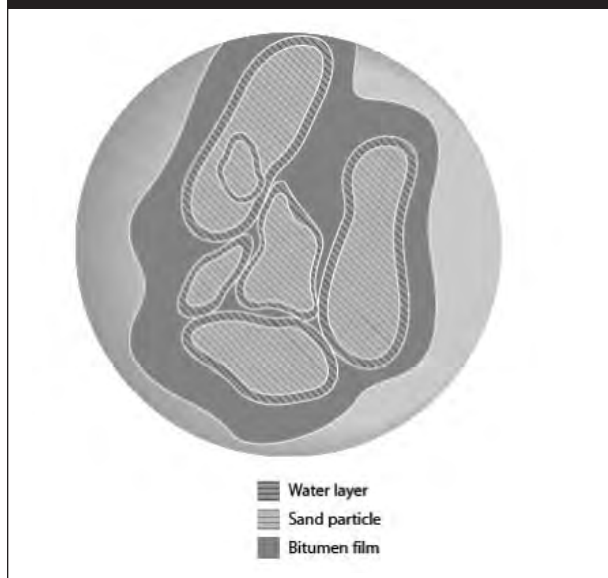
de petites quantités de pétrole<sup>3</sup>. Les Canadiens peuvent aussi se vanter d'avoir construit le premier oléoduc moderne du monde, quand en 1862 une telle structure a connecté le champ pétrolifère de Petrolia à la ville voisine de Sarnia.

L'étape marquante suivante dans le développement de l'industrie pétrolière canadienne a pris place dans le bassin sédimentaire de l'Ouest canadien, qui s'étend du nord-est de la Colombie-Britannique jusqu'au sud-ouest du Manitoba. Même si ce bassin contient d'importantes ressources de pétrole conventionnel et de gaz naturel, en plus du pétrole lourd et des sables bitumineux, son exploitation a requis beaucoup de temps et de ressources. L'événement charnière s'est produit à 30 kilomètres au sud d'Edmonton en 1947, alors que le pétrole a jailli du puits Leduc n°1 à une profondeur et à partir d'un type de roche dont on ne croyait pas à l'époque qu'elle pouvait contenir du pétrole. Cette opération de forage avait été financée par la compagnie l'Impériale et était une tentative de dernier recours, après 30 ans d'échecs qui ont vu

133 forages de prospection « wildcat » en Alberta, avec des résultats au mieux médiocres<sup>4</sup>. En effet, les dirigeants de l'Impériale étaient à ce moment-là sur le point de réorienter leurs activités albertaines vers la production d'essence synthétique à partir de gaz naturel.

C'est près de cinquante ans plus tard qu'a été développée la dernière grande région canadienne productrice de pétrole, le bassin Jeanne d'Arc au large de la côte est de Terre-Neuve. La production y est maintenant concentrée dans trois champs pétrolifères : Hibernia, Terra Nova et White Rose. Encore une fois, leur développement a été laborieux : il a fallu forer 40 coûteux puits secs avant de tomber sur Hibernia en 1979. En plus, il aura fallu attendre encore presque vingt ans avant d'en entreprendre l'exploitation commerciale, en partie à cause des conditions d'opération extrêmement difficiles incluant des icebergs, du brouillard, des vagues scélérates, de la glace de mer, des ouragans et des tempêtes hivernales du nordet<sup>5</sup>.

**Figure 2.4**  
Composition du sable bitumineux



Source : Robert Bott. *Canada's Oil Sands*, 3<sup>e</sup> édition, Canadian Centre for Energy Information, 2010, p. 6.

Même si le Canada a toujours contenu d'énormes ressources de pétrole conventionnel, c'est seulement en rétrospective que ce pétrole a l'air « facilement accessible ». Depuis quelques années, le déclin des champs pétrolifères conventionnels du bassin sédimentaire de l'Ouest canadien a encouragé des progrès variés dans le développement de sources non conventionnelles (telles que les formations de pétrole de schiste Bakken et Spearfish dans le sud de la Saskatchewan et du Manitoba) et dans de nouveaux endroits (tel que le golfe du Saint-Laurent). Cependant, aucune ressource non conventionnelle n'a jusqu'à aujourd'hui attiré autant d'investissement, ni résulté en autant de production, que les sables bitumineux de l'Alberta.

## 2.2 Des sables bitumineux au pétrole synthétique<sup>6</sup>

Les immenses gisements de sable bitumineux de l'Alberta occupent un territoire aussi grand que l'île de Terre-Neuve et sont concentrés dans quelques gisements principaux (Athabasca, Cold Lake, Peace River, Buffalo Hills et Wabasca) (Figure 2.3). En pourcentage massique, ils consistent en un mélange de bitume (8 à 14 %m), d'eau (3 à 5 %m) ainsi que

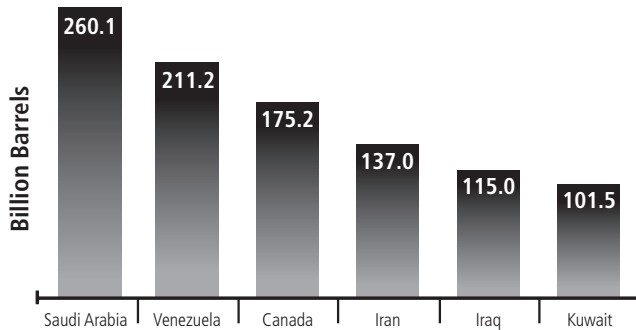
de gros sable blanc, de limons fins, d'argiles et de traces de métaux et de composés organiques dissous. Chaque grain de sable bitumineux comprend trois couches : le grain de sable, son « enveloppe » d'eau, et un film de bitume entourant l'eau (Figure 2.4). À la température de la pièce, le bitume est presque immobile, mais à 50 °C sa viscosité est réduite par un facteur de 100, ce qui explique pourquoi sa production nécessite de l'énergie thermique. Comme pour le pétrole conventionnel, chaque gisement de sable bitumineux se distingue par ses caractéristiques, allant du contenu en soufre à la densité, et ces caractéristiques varient également au sein d'un même gisement.

Jusqu'à récemment, les sables bitumineux n'avaient que très peu d'utilisations. Le bitume qui suintait le long de la rivière Athabasca était utilisé par les autochtones pour calfeutrer les joints de leurs canots. Il était peut-être aussi utilisé pour panser les plaies, imperméabiliser les vêtements et allumer le feu. Même si les premières d'une série de nombreuses expériences pour extraire le bitume ont commencé à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la production de pétrole synthétique dérivé de ce bitume (un mélange de naphtha, de kérosène, de gazole et de quelques autres éléments, similaire à plusieurs pétroles bruts conventionnels) n'existait encore qu'à toute petite échelle dans les années 1960. Un autre quart de siècle s'est écoulé avant qu'une telle opération puisse devenir raisonnablement profitable<sup>7</sup>.

Entre 1967 et 2009, plus de 7 milliards de barils de pétrole synthétique ont été livrés aux raffineries; en 2010, la production se situait à environ 1,6 million de barils par jour. Tout comme le pétrole conventionnel, le pétrole synthétique est transformé en une large variété de produits. Les principales différences entre les gisements de sable bitumineux et ceux de pétrole conventionnel se situent aux étapes de l'extraction et de la transformation initiale, et non dans les produits finis qu'ils peuvent offrir.

Dans les conditions économiques et technologiques actuelles, environ 10% des sables bitumineux sont considérés comme économiquement récupérables (soit approximativement 170 milliards de barils) ce qui, en plus d'environ 5 milliards de barils additionnels de pétrole conventionnel, place

**Figure 2.5**  
Pays avec les plus grandes réserves de pétrole en date du 1<sup>er</sup> janvier 2011 selon le *Oil & Gas Journal*



Source : Réimpression dans U.S. Energy Information Administration, *Country Analysis Brief – Canada*, avril 2011.

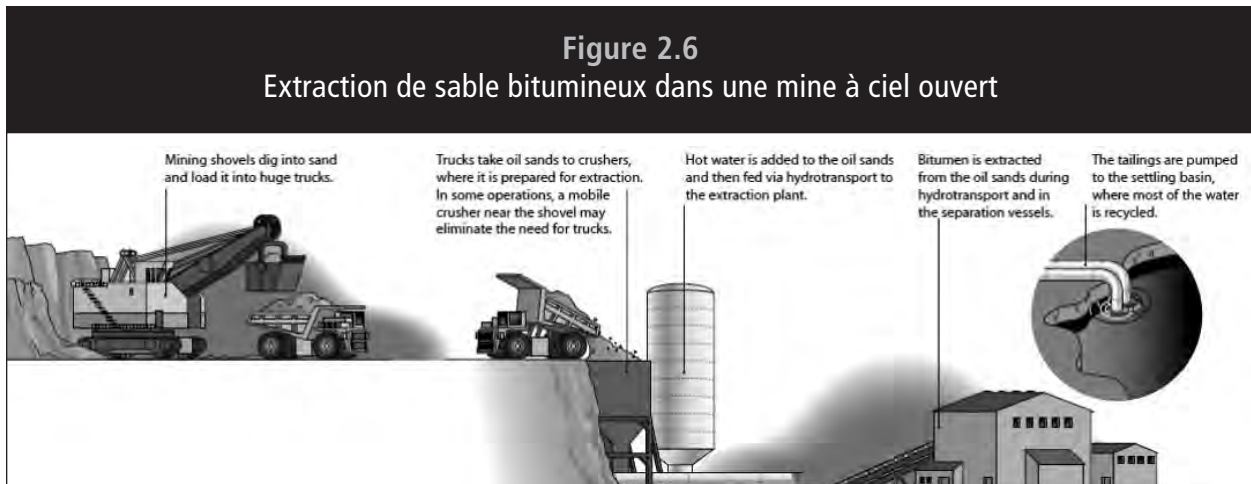
maintenant le Canada en troisième place mondiale pour les réserves prouvées de pétrole, derrière l'Arabie saoudite et le Venezuela (Figure 2.5)<sup>8</sup>. En 2004, le Canada est devenu le plus grand exportateur de pétrole aux États-Unis. En 2010, les exportations canadiennes représentaient environ 22 % des importations américaines, soit 1,97 million de barils par jour<sup>9</sup>. En raison de sa proximité géographique, la production albertaine de sable bitumineux devrait rester la plus grande source d'importation américaine dans l'avenir prévisible.

Le bitume peut être extrait de deux façons différentes en fonction de la proximité entre le gisement et la surface. Les gisements près de la surface sont exploités par des opérations minières

à ciel ouvert qui, de nos jours, utilisent d'énormes pelles électriques qui extraient la matière première et la chargent sur des camions géants. Le sable bitumineux est alors acheminé vers une usine de traitement et de valorisation, où il est d'abord concassé et ensuite traité avec de l'eau chaude, de la chaleur, des catalyseurs et de la pression (Figure 2.6). Il faut approximativement deux tonnes de sable bitumineux pour produire un baril de pétrole synthétique.

Cette méthode est applicable aux gisements se trouvant à 75 mètres ou moins de la surface, soit environ 20 % du total. Même si cela semble être un volume important, ces gisements sont concentrés dans seulement environ 3 % de la surface totale des sables bitumineux. Une telle exploitation minière en surface, similaire à l'extraction du charbon à ciel ouvert, permet de récupérer une très large fraction du bitume (typiquement au-delà de 90 %, quoique le pourcentage exact dépende de la qualité du gisement et du degré de sophistication technologique de la méthode utilisée). Cette méthode est présentement limitée au gisement Athabasca, où se trouve la ressource la plus accessible.

Durant le procédé d'extraction, il faut enlever la couche arable, la fondrière de mousse et la roche (le mort-terrain), qui sont mises de côté en attendant la remise en état, au cours de laquelle sera aussi ajouté le sable récupéré aux étapes de concassage et de valorisation. Il va sans dire que les bassins de résidus et les altérations du paysage qui résultent de ces opérations minières ont suscité de vives critiques.



Source : Robert Bott, *Canada's Oil Sands*, 3<sup>e</sup> édition, Canadian Centre for Energy Information, 2010, p. 11.

Environ 80 % des gisements de sable bitumineux sont trop profonds pour des opérations minières à ciel ouvert. Par contre, si le mort-terrain est considérable (d'au moins 100-150 mètres, bien que cela puisse être moins selon la nature des matériaux qui constituent le mort-terrain) ces gisements peuvent être exploités par des méthodes appelées « récupération thermique *in situ* » (« *in situ* » veut dire sur place, dans ce cas-ci sous terre).

Les premières technologies *in situ* remontent à 1918 et aux approches variées qui ont été essayées dans les décennies suivantes. Les deux principales technologies sont la stimulation cyclique par la vapeur (CSS, pour *cyclic steam-stimulation* en anglais) et le drainage par gravité assisté par la vapeur (SAGD, pour *steam-assisted gravity drainage* en anglais). Les deux méthodes sont basées sur l'injection de vapeur dans le gisement de sable bitumineux, de façon à liquéfier une partie du bitume et ainsi permettre son écoulement jusqu'à la surface dans un puits de production. Une fois extrait, le bitume est soit dilué avec des hydrocarbures plus légers afin de pouvoir s'écouler dans des oléoducs, soit transformé en pétrole plus léger dans une usine de valorisation, avant d'être acheminé aux raffineries.

Pour générer de la vapeur, les technologies *in situ* utilisent surtout des chaudières au gaz naturel, un procédé qui requiert beaucoup d'eau – jusqu'à trois mètres cubes pour chaque mètre cube de bitume produit – mais plus de 80 % de cette eau est recyclée. Les technologies *in situ* permettent actuellement de récupérer entre 25 et plus de 60 % dans les meilleurs cas du bitume d'un gisement donné – un pourcentage plus élevé que pour la plupart des opérations conventionnelles de récupération du pétrole léger.

En gros, la principale différence entre les méthodes CSS et SAGD est que la première est cyclique alors que la seconde est continue. La stimulation cyclique par la vapeur (CSS) est un procédé en trois étapes (répétées un certain nombre de fois dans le même gisement). La première étape est l'injection de vapeur. La deuxième étape consiste à laisser le bitume tremper durant plusieurs semaines. Pendant ce temps, il se ramollit et se dilue, alors que se forment des craques et des canaux qui

lui permettront de s'écouler. La troisième étape est le pompage du bitume jusqu'en surface, par le même puits qui a servi à l'injection de vapeur. Ce procédé peut nécessiter des puits verticaux, horizontaux et déviés. (Figure 2.7)

En comparaison, le drainage par gravité assisté par la vapeur (SAGD) implique le forage de deux puits horizontaux, l'un au-dessus de l'autre. De la vapeur est continuellement injectée par le puits du haut afin de ramollir le bitume, qui se draine alors par le puits du bas, d'où il est ensuite pompé jusqu'en surface (Figure 2.8). Cette technique permet de récupérer du bitume sans interruption et elle est présentement la méthode *in situ* la plus utilisée parce qu'elle permet de produire plus de valeur à partir de gisements de moindre qualité.

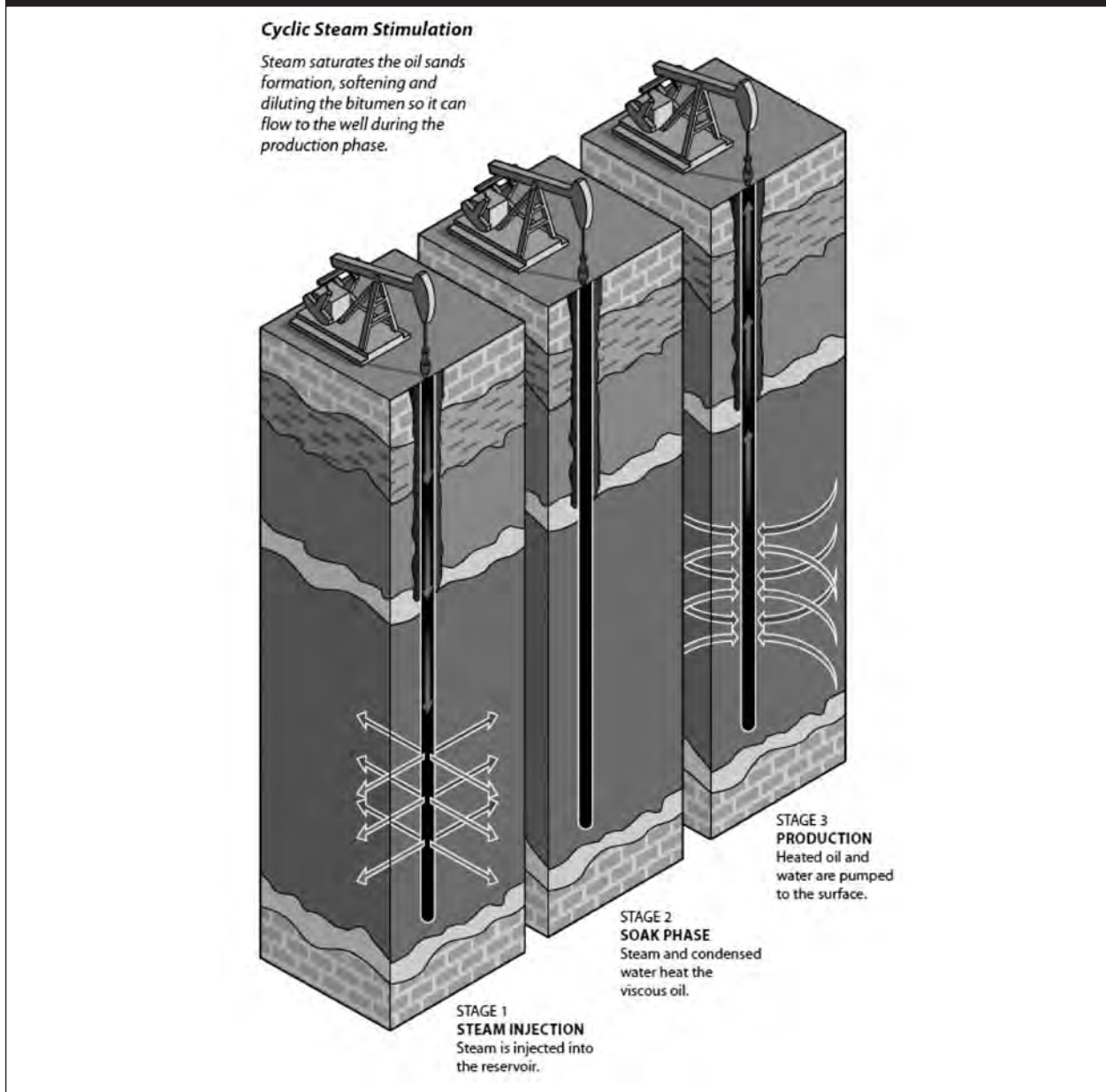
## 2.3 Les critiques environnementales de l'exploitation des sables bitumineux<sup>10</sup>

Les projets à grande échelle, comme l'extraction des sables bitumineux, ont des impacts évidents sur le paysage local. On peut essayer de bien faire tant qu'on veut, mais la motorisation d'un grand nombre de camions hors route, l'opération des procédés de séparation, la production de larges volumes de vapeur et la valorisation du bitume en pétrole synthétique sont des opérations qui requièrent beaucoup de combustible et d'eau, et émettent beaucoup de gaz à effet de serre.

Comme pour d'autres grands projets (pensons aux larges barrages et aux réservoirs qui les accompagnent, ou aux imposantes mines de charbon à ciel ouvert), le véritable enjeu est de savoir si de telles perturbations à grande échelle peuvent être justifiables du point de vue des bienfaits escomptés de chaque projet, et si tous les efforts sont faits et toutes les précautions sont prises pour minimiser les impacts environnementaux locaux.

L'impact le plus visible de l'exploitation des sables bitumineux se trouve dans les 600 km<sup>2</sup> où se font les opérations minières de surface. Ces habitats

**Figure 2.7**  
Stimulation cyclique par la vapeur (CSS)



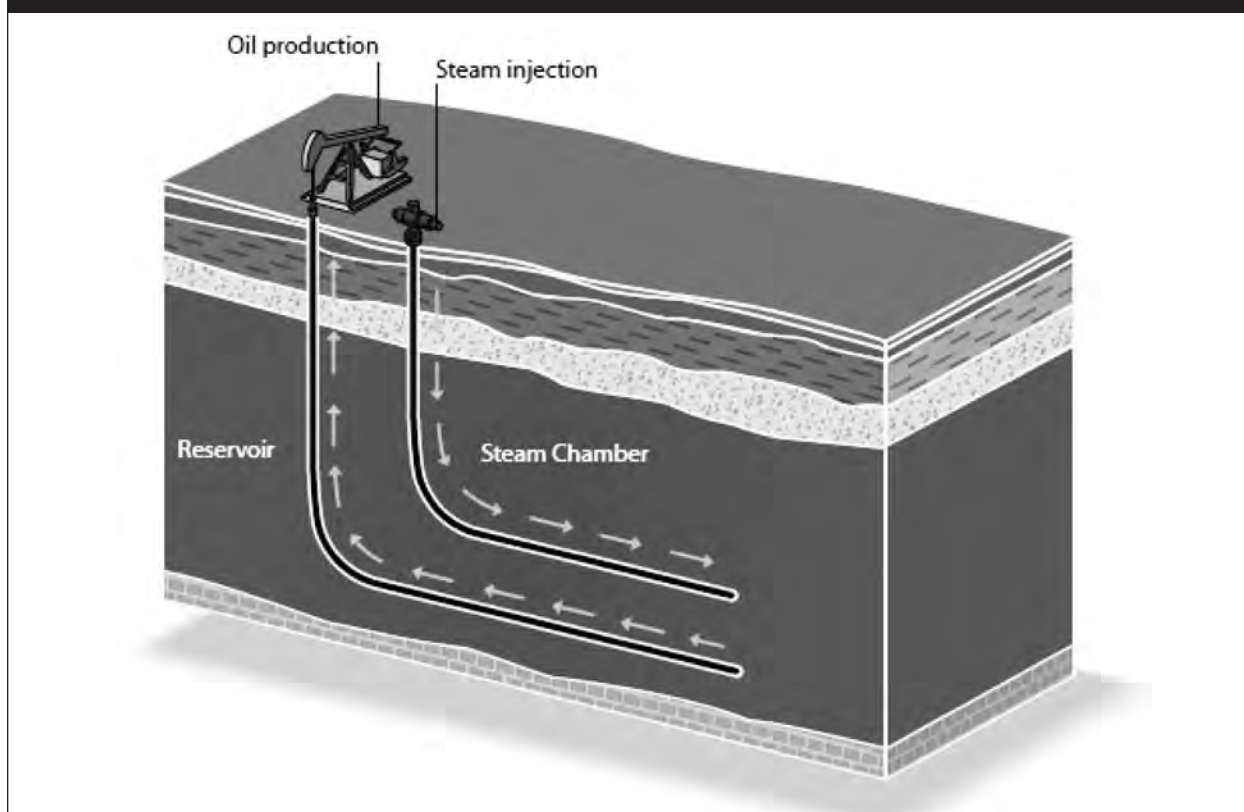
Source : Robert Bott, *Canada's Oil Sands*, 3<sup>e</sup> édition, Canadian Centre for Energy Information, 2010, p. 14.

sauvages dénaturés permettent certes de produire des images cinématographiques impressionnantes, mais doivent aussi être replacés dans un plus large contexte. Pour résumer, la superficie couvrant les sables bitumineux représente environ 4 % de la superficie canadienne totale des forêts boréales, des étendues d'eau, des milieux humides et des fondrières de mousse (ou tourbières). De cette superficie, seulement environ 2,5 % est accessible aux opérations minières de surface (ce qui ne

représente que 0,02 % de la superficie totale du Canada). À ce jour, cette surface se compare à environ la superficie de la ville d'Edmonton<sup>11</sup>.

La loi oblige les exploitants à remettre les terres en état une fois les opérations minières complétées. Cependant, cette obligation n'exige pas de recréer un écosystème similaire au précédent, mais plutôt d'en aménager un autre de capacité productive égale ou supérieure. En pratique, cela peut revenir

Figure 2.8  
Drainage par gravité assisté par la vapeur (SAGD)



Source : Robert Bott, *Canada's Oil Sands*, 3<sup>e</sup> édition, Canadian Centre for Energy Information, 2010, p. 13.

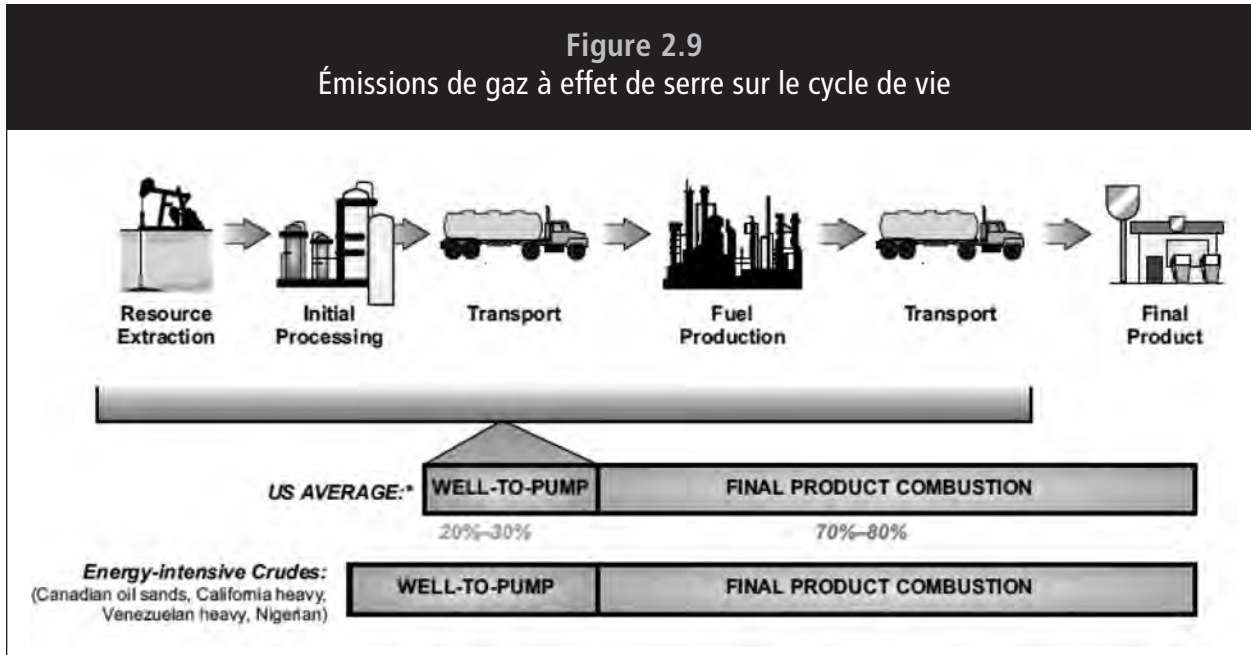
à remplacer des milieux plats et humides par une forêt plus sèche et vallonnée, même si Syncrude a créé un écosystème de milieux humides dans une portion de la surface récupérée à la demande pressante des Autochtones vivant à proximité. Certains écologistes sont inconfortables avec toute forme de reconversion qui ne permet pas d'obtenir un tel résultat<sup>12</sup>, mais même si c'était toujours le cas, cette perturbation est somme toute mineure dans le contexte plus large de la forêt boréale canadienne dans son ensemble, et dans le contexte de la transformation par les humains des milieux humides en terres agricoles à plus grande échelle partout dans le monde et depuis fort longtemps<sup>13</sup>.

En comparaison, la perturbation du terrain pour l'exploitation *in situ*, qui comprend les puits, les centrales thermiques, les routes, les lignes électriques et les oléoducs, présente un plus petit défi, dans la mesure où l'occupation du terrain n'est que 10 % à 15 % de celle d'une opération minière

de taille comparable, et n'implique aucun bassin de résidus<sup>14</sup>.

Une autre longue série de plaintes mises de l'avant par les militants environnementaux est qu'il « n'y a rien d'éthique à propos du pétrole »<sup>15</sup>, que la production de pétrole à partir des sables bitumineux consiste simplement à « gratter le fond du baril » et « signale la fin du pétrole bon marché »<sup>16</sup>, et que le pétrole synthétique est l'un des « combustibles les plus sales sur Terre »<sup>17</sup>. Bien que cette façon de voir les choses s'exprime par une rhétorique puissante, elle omet commodément de tenir compte des bienfaits indéniables du pétrole présentés dans la Partie 1.

Une bonne partie de la controverse environnementale tourne autour de la véritable empreinte du pétrole synthétique en termes d'émission de gaz à effet de serre. Les militants affirment couramment que les émissions moyennes



Source : IHS CERA, *Oil Sands, Greenhouse Gases and US Oil Supply. Getting the Numbers Right*, 2010, p. 8.

pour chaque baril de pétrole synthétique sont de 3,2 à 4,5 fois plus élevées que celles pour un baril de pétrole conventionnel léger. Au contraire, les producteurs de pétrole synthétique affirment que la différence est plus typiquement de l'ordre de 5 à 15 % seulement. Même si ces chiffres paraissent irréconciliables, leur grand écart est en fin de compte rattaché au choix des frontières du système à l'étude et au type de carburant choisi comme base de comparaison<sup>18</sup>.

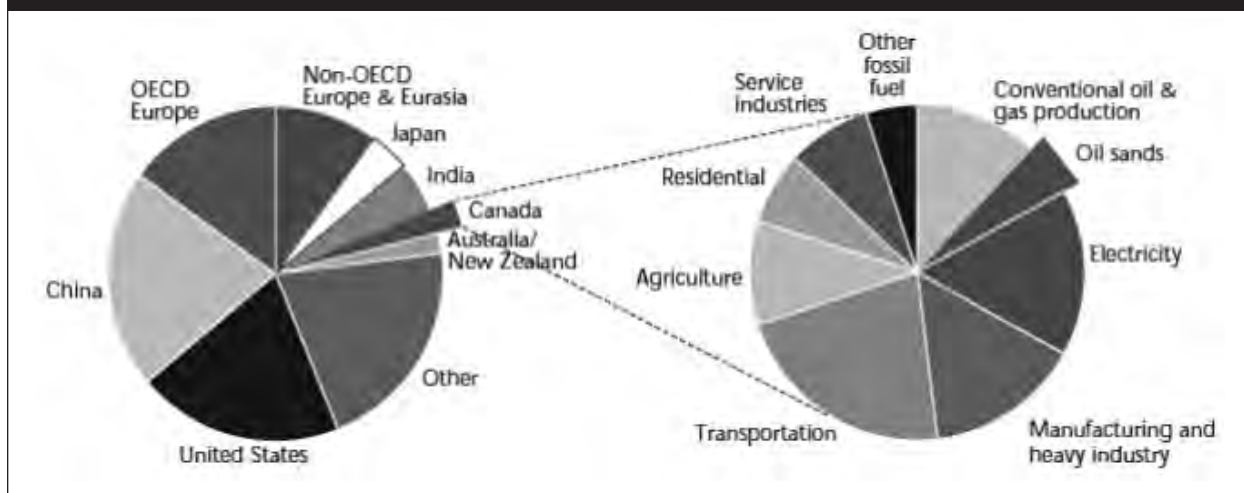
La production de pétrole synthétique requiert évidemment beaucoup plus de transformation que celle du pétrole doux et léger de bonne qualité. Cependant, le facteur crucial dont on doit tenir compte à propos des combustibles liquides est que la combustion elle-même (l'échappement) compte pour 70 % à 80 % des émissions de gaz à effet de serre, le raffinage et la distribution contribuant le reste. En d'autres termes, les détracteurs des sables bitumineux utilisent des chiffres limités au segment « du puits à la pompe » (c'est-à-dire, sans considérer les émissions associées à la combustion du carburant dans les véhicules), alors que les sympathisants utilisent plutôt des chiffres « du puits aux roues » (ou peut-être plus précisément, du puits au tuyau d'échappement) (Figure 2.9). D'autres détracteurs se plaignent du fait que ces dernières analyses

négligent certains enjeux comme la dégradation du paysage. D'autre part, certains chercheurs et consultants affirment que si la cogénération – plus de détails ci-dessous – était prise en compte, le pétrole synthétique aurait une empreinte carbone comparable (bien que parfois légèrement supérieure) à certains pétroles conventionnels<sup>19</sup>.

Quoi qu'il en soit, la plupart sont d'accord sur le fait que les émissions de gaz à effet de serre par baril de pétrole synthétique ont considérablement diminué au cours des vingt dernières années (d'environ 29 % entre 1990 et 2009), mais ont simultanément augmenté dans l'ensemble puisque la production totale a augmenté. Les mêmes tendances se maintiendront dans un avenir prévisible<sup>20</sup>.

De plus, dans une perspective plus large, les émissions de gaz à effet de serre des sables bitumineux sont un enjeu périphérique. À moins d'assister simultanément à deux percées technologiques majeures dans les sources d'énergie sans carbone et dans la capture et séquestration du carbone<sup>21</sup>, les tendances observées sur notre planète au cours des dernières décennies sont incontestables. En effet, le gros de l'humanité souhaite clairement voir son niveau de vie s'améliorer, ce qui n'est

**Figure 2.10**  
Émissions de gaz à effet de serre par pays ou région, et par secteur d'activité au Canada



**Note : Le Canada est responsable de 2 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde, alors que les sables bitumineux comptent pour 6,5% des émissions canadiennes.**

Source : Bruce Carson, « Sustainable Solutions in the Oil Sands », *Policy Options* (février 2011), p. 18.

tout simplement pas possible pour l'instant sans augmenter considérablement la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.

Certains pays pourraient prétendre choisir la voie de l'énergie « légère », mais cela n'empêchera pas leurs habitants de consommer un large éventail de produits fabriqués dans des pays comme la Chine, dont l'économie repose sur l'exploitation du charbon<sup>22</sup>. Le fait est que lorsque les gens sont pauvres et ont faim, les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas une préoccupation importante pour eux, mais le manque de combustible l'est. Nos ancêtres ont échappé à la misère répandue de l'ère des « énergies renouvelables » et de « l'alimentation locale » en adoptant les combustibles fossiles à bras ouverts; c'est ce que feront aussi les citoyens des économies moins avancées pour l'avenir prévisible.

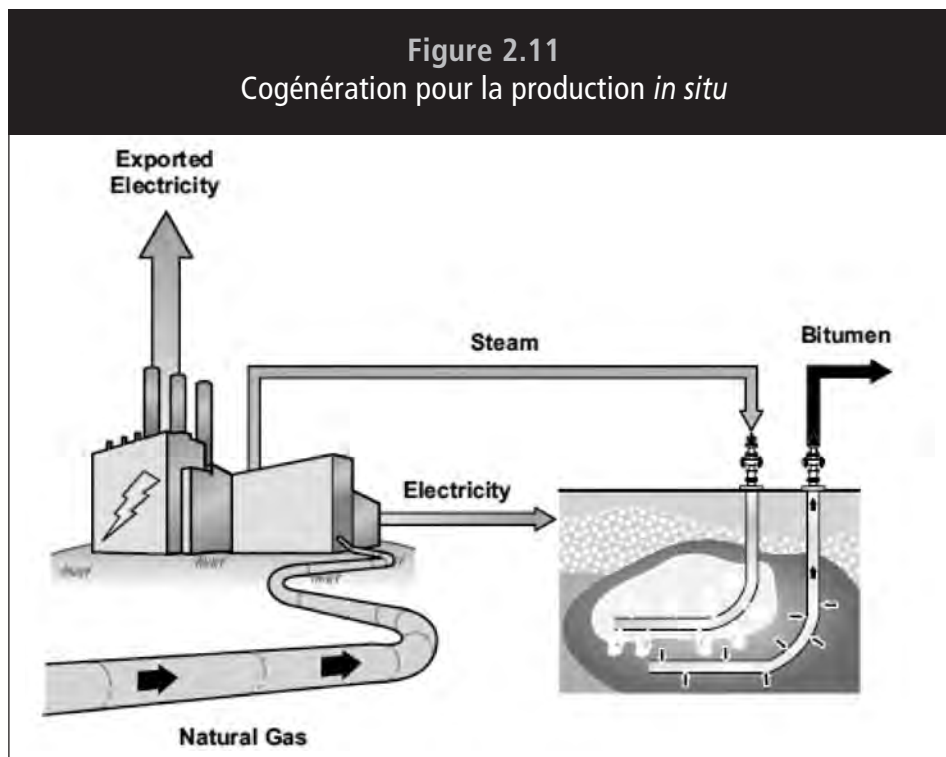
De toute manière, l'arrêt de l'exploitation des sables bitumineux n'aurait aucun effet notable à l'échelle globale dans la mesure où elle correspond à environ 6,5 % des émissions de gaz à effet de serre du Canada et à 0,1 % des émissions mondiales (Figure 2.10)<sup>23</sup>.

Deux préoccupations additionnelles des militants opposés aux sables bitumineux sont la

toxicité des bassins de résidus et une utilisation d'eau non durable. On pourra cependant mieux répondre à ces questions dans le cadre d'une discussion élargie sur le développement de solutions innovantes aux défis posés par les sables bitumineux.

## 2.4 Innovations et technologies pour une énergie plus verte

La recherche du profit a, depuis longtemps, fortement incité les manufacturiers dans tous les domaines à créer autant de valeur que possible à partir d'intrants coûteux, plutôt que de gaspiller des résidus en les relâchant dans l'environnement. Cette tendance est encore une fois illustrée par des développements récents dans l'exploitation des sables bitumineux. Pour s'en convaincre, il suffit de constater que, depuis le début des années 1990, la consommation d'énergie par baril de pétrole synthétique produit a été diminuée de 45 %; les émissions de gaz à effet de serre, de 29 %; et le ratio vapeur-huile, de 17 % (c'est-à-dire le volume moyen de vapeur requise par baril de bitume produit, pour toute la durée de vie de l'opération)<sup>24</sup>. Ce qui suit est une courte description de certaines avancées qui ont permis d'atteindre ces résultats, ainsi que



Source : IHS CERA, *Oil Sands, Greenhouse Gases and US Oil Supply. Getting the Numbers Right*, 2010 p. 17.

de certains développements récents ou à venir qui feront vraisemblablement encore progresser ces résultats.

## Augmentation de l'efficacité

Tout comme on trouve des individus créatifs dans d'autres domaines de travail, les ingénieurs et les techniciens œuvrant dans les sables bitumineux ont trouvé de nombreuses façons d'obtenir plus de résultats avec moins d'intrants. Par exemple :

**L'hydrotransport** : L'hydrotransport est un système initialement mis en œuvre en 1996 qui utilise des tuyaux plutôt que des convoyeurs ou des camions pour le transport du sable bitumineux jusqu'à l'usine de traitement. Les camions vont chercher le sable dans les mines à ciel ouvert et l'apportent jusqu'au concasseur, où il est brisé en petits morceaux et où les roches sont enlevées. Le sable est alors mélangé à de l'eau tiède et la suspension qui en résulte est ensuite pompée par tuyau jusqu'à l'usine d'extraction. Un avantage de l'hydrotransport est que le bitume commence déjà à se séparer de l'eau, du sable et des minéraux avant même d'arriver à l'étape suivante. Cela permet de diminuer

la température du procédé d'extraction de 75-80 °C à entre 40 et 55 °C, diminuant presque de moitié l'énergie requise pour l'extraction<sup>25</sup>.

**La cogénération** : la cogénération est la production simultanée de chaleur et d'électricité dans la même usine (Figure 2.11). Tous les projets miniers et plusieurs des projets *in situ* les plus grands incluent la cogénération, soit au gaz naturel, soit au gaz synthétique. L'électricité produite est utilisée pour opérer la machinerie et les pompes. L'excédent est vendu au réseau électrique provincial. La chaleur est alors utilisée pour séparer le bitume du sable, soit *in situ* soit à la suite des opérations minières. Le principal avantage environnemental de la cogénération est qu'elle produit moins d'émissions atmosphériques par unité d'énergie produite, comparativement à d'autres centrales thermiques qui ne produisent que de l'électricité<sup>26</sup>.

**Technologies de vapeur améliorées** : Depuis l'adoption à grande échelle du drainage par gravité assisté par la vapeur (SAGD), les émissions de gaz à effet de serre par baril ont déjà diminué de 8 % du puits au détaillant. De nouvelles technologies hybrides, qui com-

binent un solvant avec la vapeur, pourraient réduire ces émissions par un autre 5 à 20 % par baril produit<sup>27</sup>.

## Recyclage d'eau

Même si le terme « recyclage » réfère surtout à la récupération de déchets domestiques dans le langage courant, il est curieux de noter que sa première définition dans le dictionnaire Oxford en anglais remonte à 1926 et qu'il a ses racines dans le raffinage du pétrole! Cette définition ancienne est des plus pertinentes pour discuter de l'utilisation de l'eau dans le domaine des sables bitumineux.

Au départ, à peu près toute l'eau utilisée provenait de la rivière Athabasca. La réglementation locale permettait à l'ensemble des projets de sables bitumineux de ne soutirer que 3 % du débit annuel de la rivière, et seulement 1,3 % durant les périodes d'écoulement faible (surtout l'hiver). Pourtant, en 2010, l'utilisation de la rivière par l'ensemble des activités reliées aux sables bitumineux n'était que 0,74 % du débit annuel moyen à long terme. Ce résultat peut être largement attribué au taux élevé du recyclage de l'eau dans toute l'industrie et à l'utilisation croissante d'eau salée extraite d'aquifères salins profonds. Voici quelques progrès qui ont rendu ce résultat possible :

**Utilisation et récupération d'eau dans les opérations minières :** Les opérations minières requièrent d'importants volumes d'eau afin d'isoler le bitume du sable et des autres matériaux solides. De 40 à 70 % de l'eau utilisée pour ces étapes est maintenant recyclée. Tel qu'indiqué plus bas (voir : bassins de résidus), l'eau qui s'en va aux bassins de résidus est en fin de compte récupérée et quand même réutilisée dans des procédés de séparation.

**Utilisation et récupération d'eau dans la production in situ :** La génération de vapeur pour la production de bitume *in situ* utilise encore de l'eau de surface, mais de plus en plus d'eau salée souterraine. (Un projet en particulier, Devon's Jackfish, utilise même 100 % d'eau salée.) Le taux de recyclage d'eau est typiquement de 75 % pour les opérations SAGD et de 80 % pour les opérations CSS. Dans l'ensemble, c'est entre 70 %

et 90 % de l'eau utilisée dans les projets *in situ* qui est recyclée pour divers usages, alors que le reste est traité et réinjecté dans les aquifères salins de façon à éviter tout impact sur les systèmes d'eau douce souterrains et en surface<sup>28</sup>. Cependant, l'utilisation d'eau saumâtre implique une pénalité énergétique et des coûts supplémentaires comparativement à l'eau douce<sup>29</sup>.

## Récupération et développement des sous-produits

L'entreprise créative se démarque par son habileté à transformer ses résidus de production, qui seraient autrement nuisibles, en intrants valables pour elle-même ou pour d'autres clients. On peut en observer plusieurs exemples dans les sables bitumineux :

**Consommation de carburant pour les opérations minières :** Les projets Suncor et Syncrude utilisent leur propre pétrole synthétique pour faire fonctionner les moteurs diesel de leurs camions hors route et d'autres équipements, évitant ainsi le besoin d'importer du diesel provenant d'autres endroits<sup>30</sup>.

**Consommation de combustible pour les opérations in situ :** Afin de réduire la consommation de gaz naturel pour produire la vapeur, quelques technologies ont été développées afin d'utiliser d'autres combustibles, incluant le bitume lui-même, mais aussi certains sous-produits de l'étape de valorisation comme les asphaltènes et le résidu de carbone (ou coke). (La combustion de ceux-ci n'est pas aussi propre que celle du gaz naturel, mais il existe des façons de contrôler ces contaminants atmosphériques, ce qui permet de réduire efficacement la demande de gaz naturel<sup>31</sup>.)

**Consommation de combustible pour le procédé de valorisation :** Comme dans les raffineries conventionnelles, le procédé qui convertit le bitume en pétrole synthétique puise principalement son énergie de la combustion de la portion la plus lourde et la moins valable de l'intrant principal<sup>32</sup>.

**Récupération de solvants :** Lors du traitement

du bitume, le mélange de sable, d'eau et d'huile traverse une grande cuve de séparation, où de toutes petites bulles d'air emprisonnées dans le bitume se séparent des grains de sable et apportent le bitume à la surface par flottaison. Il se forme alors une épaisse mousse de bitume (60 %m), d'eau (30 %m) et de solides fins (10 %m) en haut de la cuve. Cette mousse est écumée, mélangée à un solvant et finalement centrifugée afin d'enlever l'eau, les sels dissous et le reste des solides. Le solvant est alors récupéré et réutilisé<sup>33</sup>. À une échelle géographique beaucoup plus grande, le projet Athabasca de Shell pompe un bitume dilué jusqu'à un complexe de raffinage et de valorisation près d'Edmonton en utilisant un oléoduc de plus de 500 km. Le diluant est alors enlevé et retourné à la mine par un autre tuyau, pendant que le traitement du bitume peut se poursuivre.

**Soufre** : Le bitume produit dans les principaux gisements de sable bitumineux peut contenir jusqu'à 5 % de soufre. Comme dans le cas du raffinage du pétrole conventionnel sulfureux, cet élément est indésirable pour les usages multiples des combustibles dans d'autres industries, et doit donc être séparé. À cause de la saturation du marché du soufre entre le milieu des années 1990 et 2005, Syncrude ne réussissait à vendre qu'une petite partie de sa production et devait en entreposer la majeure partie. Les affaires se sont ensuite améliorées et la compagnie produit maintenant un fertilisant avec ses surplus. Suncor et d'autres compagnies ont écoulé leur soufre directement sur les marchés internationaux. Grâce à ces activités, entre autres (comme la récupération du soufre du gaz naturel sulfureux), le Canada est maintenant le plus grand producteur et le plus grand exportateur de soufre élémentaire dans le monde<sup>34</sup>.

## Bassins de résidus

Comme les opérations minières à ciel ouvert, les bassins de résidus fournissent des images et des statistiques parfois choquantes, évoquant des « lacs de déchets miniers industriels » en expansion rapide et contenant des agents toxiques et cancérigènes<sup>35</sup>.

En fait, ces bassins contiennent les résidus du procédé d'extraction du pétrole synthétique. Ils contiennent surtout de l'eau, mélangée avec un restant de bitume, du sable, de la matière organique, des solvants utilisés dans le procédé de séparation, et des minéraux. Après que les résidus se soient graduellement décantés, l'eau peut être réutilisée dans le procédé de séparation et on peut se débarrasser du reste des solides.

Les bassins de résidus couvrent maintenant une superficie de terrain de l'ordre de 170 km<sup>2</sup>. Bien entendu, la meilleure façon de s'en occuper est de ne pas les créer en premier lieu, ce qui est déjà le cas pour les 80 % des gisements qui sont seulement exploitables *in situ*. Malgré cela, dans les opérations minières à ciel ouvert où ces bassins sont encore utilisés, la vitesse à laquelle ils font leur travail s'est beaucoup améliorée avec le temps, réduisant ainsi leur nombre et les risques qu'ils représentent<sup>36</sup> :

### *Récupération des particules fines d'argile* :

La récupération des particules fines d'argile est ce qui prenait traditionnellement le plus de temps. Il y a une vingtaine d'années, l'ajout de gypse dans l'eau a permis de considérablement accélérer le processus de sédimentation – quelques années plutôt que plusieurs décennies sans gypse. En 2010, Suncor a commencé à mettre en marché un procédé accélérant encore plus la sédimentation, cette fois en quelques semaines. Connu sous le nom TRO<sub>MC</sub>, ce procédé est basé sur un flocculant polymère entièrement sécuritaire et couramment utilisé dans les installations municipales de traitement de l'eau. Le flocculant adhère aux particules d'argile, ce qui les agglutine et les sépare de l'eau<sup>37</sup>.

## Développements futurs

Comme dans n'importe quel autre secteur compétitif, les producteurs de sable bitumineux sont non seulement en concurrence entre eux, mais aussi avec d'autres solutions de rechange actuelles ou potentielles, comme le pétrole conventionnel et le pétrole de schiste. Il en résulte qu'ils ont de fortes incitations à explorer et à développer des façons toujours plus efficaces de faire les choses. Voici quelques brèves descriptions de développements

qui pourraient devenir prometteurs :

**Injection d'air et de propane** : Une nouvelle technologie *in situ* nommée THAI (« injection d'air de l'orteil au talon ») utiliserait de l'air plutôt que la vapeur pour réchauffer le bitume dans le sous-sol. Cette technologie réduirait de façon draconienne la quantité de gaz naturel nécessaire et minimiserait la quantité d'eau utilisée, tout en produisant 50 % moins de gaz à effet de serre. L'injection de propane pourrait être similairement prometteuse<sup>38</sup>.

**Transport du minerais** : Un nouveau système basé sur un concasseur mobile pourrait réduire considérablement l'utilisation de camions et les émissions atmosphériques reliées. Le concasseur resterait à proximité de la pelle mécanique et serait connecté à un tuyau transportant le sable sous forme de suspension. Il faudrait quand même des camions pour atteindre les parties les moins accessibles des mines et pour transporter le mort-terrain, mais leur nombre serait quand même grandement réduit<sup>39</sup>.

**Technologie de la vapeur** : De nouvelles technologies hybrides vapeur-solvant pourraient réduire l'utilisation d'eau pompée, du puits au détaillant, de 10 à 40 % par baril<sup>40</sup>.

**Chauffage électromagnétique** : Cette méthode de forage est similaire au drainage par gravité assisté par la vapeur, mais mieux adaptée au bitume situé profondément sous la surface. Au lieu d'utiliser de la vapeur pour extraire le bitume, cette technologie utilise des ondes radio pour chauffer le bitume dur. Elle a un potentiel énorme de réduction de la consommation d'eau, des émissions de gaz à effet de serre, et des coûts<sup>41</sup>.

**Absorbant d'hydrocarbure réutilisable** : Cette technologie utilise des petites billes de bipolymère recyclables pour traiter les résidus miniers. Elles séparent le bitume des particules solides et de l'eau, ce qui permet de récupérer le bitume, de nettoyer l'eau pour sa réutilisation et de réintroduire les solides dans l'environnement. Développée par la compagnie montréalaise Gradek Energy, cette technologie

est à la phase des essais pilotes, mais son inventeur soutient qu'elle pourrait éliminer complètement les bassins de résidus en moins de dix ans si on l'appliquait à grande échelle<sup>42</sup>.

**COSIA** : Il est fort possible que la plus grande innovation environnementale dans le domaine de l'exploitation des sables bitumineux se révèle de nature institutionnelle plutôt que technologique. En mars 2012, les dirigeants des douze plus grands producteurs de sable bitumineux ont annoncé la création de COSIA, une alliance pour l'innovation dans les sables bitumineux canadiens<sup>43</sup>. Leur but est de créer un processus de collaboration afin d'éliminer les barrières au progrès de la performance environnementale dans les domaines du financement, du respect de la propriété intellectuelle et des ressources humaines. L'organisme a promis d'aider les compagnies signataires à travailler ensemble ainsi qu'avec les plus petites compagnies, les gouvernements et les universités<sup>44</sup>.

#### Sources

1. Pour une brève introduction au secteur énergétique canadien contemporain, voir : U.S. Energy Information Administration, *Country Analysis Brief: Canada*, <http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=CA>. Pour un site Web plus détaillé, mais bien vulgarisé, voir le Canadian Centre for Energy, <http://www.centreforenergy.com/AboutEnergy/>.
2. Voir l'article consacré à Gesner sur le site Web de la Nova Scotia's Electric Floatsam : <http://newsotland1398.ca/99/gesner-whales.html>.
3. Pour une discussion plus détaillée, voir : Earle Gray, *Gesner and Williams: Two Canadians who launched the World's Petroleum Industry*, Petroleum History Society, 2008. Les réalisations de Gesner sont encore mieux illustrées par : Kendall Beaton, « Dr. Gesner's Kerosene: The Start of American Oil Refining », *Business History Review*, vol. 29 (1955), no 1, p. 28-53. Pour une description concise de la production ancienne et actuelle de pétrole et de gaz naturel en Ontario (1 % et 2 % de sa consommation annuelle, respectivement), voir : Ontario Ministry of Natural Resources, *Crude Oil and Natural Gas Resources*, 2011, [http://www.mnr.gov.on.ca/en/Business/OGSR/2ColumnSubPage/STEL02\\_167105.html](http://www.mnr.gov.on.ca/en/Business/OGSR/2ColumnSubPage/STEL02_167105.html).
4. Dans le jargon de l'industrie pétrolière, un forage d'exploration « wildcat », en anglais, se situe par définition là où du pétrole n'a pas encore été trouvé. Une animation interactive de l'histoire de l'Impériale se trouve à : [http://www.imperialoil.ca/Canada-Francais/Imports/history/about\\_who\\_history.aspx](http://www.imperialoil.ca/Canada-Francais/Imports/history/about_who_history.aspx).
5. Earle Gray, *The Great Canadian Oil Patch: From Birth to Peak*, seconde édition, June Warren Publishing, 2005.
6. Pour une introduction plus détaillée mais relativement accessible aux sujets de cette sous-section et des deux suivantes, voir : Pierre Gosselin et coll., *The Royal Society of Canada Expert Panel: Environmental and Health Impact of Canada's Oil Sands Industry*, The Royal Society of Canada, décembre 2010.
7. Pour un recensement de ces premières expériences, voir : Earle Gray, Earle Gray, *op. cit.*, note 5, chapitre 16; Pierre Gosselin et coll., *op. cit.*, note 6; et « Oil Sands Timeline » disponible sur le site Web de Canadian Centre for Energy Information à l'adresse : <http://www.centreforenergy.com/AboutEnergy/ONG/OilsandsHeavyOil/History.asp>.

8. Ressources naturelles Canada, *Les sables bitumineux : Une ressource stratégique pour le Canada, l'Amérique du Nord et le marché mondial*, [http://www.nrcan.gc.ca/energy/sites/www.nrcan.gc.ca/energy/files/oil\\_sands\\_brochure\\_f.pdf](http://www.nrcan.gc.ca/energy/sites/www.nrcan.gc.ca/energy/files/oil_sands_brochure_f.pdf).
9. U.S. Energy Information Administration, *op. cit.*, note 1.
10. Pour des explications plus détaillées de ces enjeux et pour des références supplémentaires, voir : Pierre Gosselin *et al.*, *op. cit.*, note 6; Environnement Canada, *Un plan de surveillance intégré visant les sables bitumineux*, <http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=En&n=56D4043B-1&news=7AC1E7E2-81E0-43A7-BE2B-4D3833FD97CE>; et les rapports variés mis en ligne par les Regional Aquatic Monitoring Programs à l'adresse : <http://www.ramp-alberta.org/RAMP.aspx>. Pour la controverse entourant les émissions totales de gaz à effet de serre du pétrole synthétique en comparaison aux sources conventionnelles, voir : Alex D. Charpentier, Jole A. Bergerson et Heather L. MacLean, « Understanding the Canadian Oil Sands Industry's Greenhouse Gas Emissions », *Environmental Research Letters*, vol. 4 (2009), no 1, p. 1-11; IHS CERA, *Oil Sands, Greenhouse Gases and US Oil Supply: Getting the Numbers Right*, septembre 2010.
11. Ressources naturelles Canada, *op. cit.*, note 8; Government of Alberta, *Alberta's Oil Sands: Reclamation*, <http://oilsands.alberta.ca/reclamation.html>; Robert Bott, *Canada's Oil Sands*, 3<sup>e</sup> édition, Canadian Centre for Energy Information, 2010. Pour une brève revue critique des principaux défis des opérations minières de surface, voir : John P. Giesy, Julie C. Anderson et Steve B. Wiseman, « Alberta Oil Sands Development », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107 (2010), no 3, p. 951-952; Erin N. Kelly *et al.*, « Oil Sands Development Contributes Polycyclic Aromatic Compounds to the Athabasca River and its Tributaries », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106 (2009), no 52, p. 22346-22351; Canadian Association of Petroleum Producers, *Upstream Dialogue: The Facts on Oil Sands*, June 2012.
12. Voir la récente étude critique de Rebecca C. Rooney, Suzanne E. Bayley et David W. Schindler, « Oil Sands Mining and Reclamation Cause Massive Loss of Peatland and Stored Carbon », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 109 (2012), no 13, p. 4933-4937.
13. Pour une perspective plus large sur cet enjeu, voir : Michael Williams, *Deforesting the Earth: From Prehistory to Global Crisis*, University of Chicago Press, 2003; et Erle C. Ellis, « Anthropogenic Transformation of the Terrestrial Biosphere », *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Science*, vol. 369 (2011), no 1938, p. 1010-1035.
14. Government of Alberta, *op. cit.*, note 11.
15. Naomi Klein, « Naomi Debunks "Ethical Oil" at Tar Sands Action », septembre 2011.
16. Andrew Nikiforuk, *Dirty Oil: How the Tar Sands are Fueling the Climate Crisis*, Greenpeace, septembre 2009, p. ii.
17. World Wildlife Fund, *Unconventional Oil Production: Scraping the Bottom of the Barrel*, 2008.
18. Un pétrole conventionnel peut même avoir une empreinte carbone plus grande que le pétrole synthétique, par exemple s'il s'agit d'un pétrole brut lourd et sulfureux associé à du gaz naturel torché plutôt que capturé et utilisé. D'autres détails, comme la qualité des données et les hypothèses de modélisation, jouent aussi un rôle dans l'analyse. Pour une discussion plus détaillée, voir : IHS CERA, *op. cit.*, note 10.
19. Robert Bott, *op. cit.*, note 11, p. 7; IHS CERA, *op. cit.*, note 10, p. 7-10; Cambridge Energy Research Associates, *Special Report. Oil Sands, Greenhouse Gases, and US Oil Supply: Getting the Numbers Right*, septembre 2010, p. 7-10.
20. Environnement Canada, *National Inventory Report: Greenhouse Gas Sources and Sinks in Canada, 1990-2009 (Executive Summary)*, 2011; IHS CERA, *op. cit.*, note 10, p. 13.
21. Pour une description concise des problèmes intrinsèques des technologies actuelles de capture du dioxyde de carbone et pour des suggestions, voir : Vaclav Smil, *Energy Myths and Realities: Bringing Science to the Energy Policy Debate*, AEI Press, 2010, chapitre 5.
22. Selon les statistiques officielles de la consommation énergétique chinoise en 2008, le charbon comptait pour près de 79 % de la production d'énergie, alors que les « autres renouvelables » (sans l'hydroélectricité) représentaient 0,2 % du mélange. Voir : U.S. Energy Information Administration, *Country Analysis Brief: China*, <http://www.eia.gov/countries/country-data.cfm?fips=CH&trk=p1>.
23. Government of Alberta, *Alberta's Oil Sands: Greenhouse Gases*, <http://oilsands.alberta.ca/ghg.html>.
24. *Idem*.
25. Pierre Gosselin *et al.*, *op. cit.*, note 6, p. 37.
26. Robert Bott, *op. cit.*, note 11, p. 17.
27. IHS CERA, *Oil Sands Technology: Past, Present and Future*, January 2011, p. 12 et 18.
28. Government of Alberta, *Energy: Facts and Statistics*, <http://www.energy.alberta.ca/OilSands/791.asp>.
29. IHS CERA, *op. cit.*, note 27, p. 24.
30. Robert Bott, *op. cit.*, note 11, p. 16.
31. Robert Bott, *op. cit.*, note 11, p. 13.
32. Pierre Gosselin *et al.*, *op. cit.*, note 6, p. 55-56.
33. Robert Bott, *op. cit.*, note 11, p. 12.
34. Robert Bott, *op. cit.*, note 11, p. 16 et 20.
35. Andrew Nikiforuk, *op. cit.*, note 16, p. 3.
36. Pour une discussion plus détaillée des différentes approches techniques pour gérer les bassins de résidus, voir : Pierre Gosselin *et al.*, *op. cit.*, note 6, p. 40.
37. Suncor Energy, *2010 Report on Sustainability: Tailing Reduction Operations*, July 2010.
38. Pierre Gosselin *et al.*, *op. cit.*, note 6, p. 58.
39. Robert Bott, *op. cit.*, note 11, p. 11-12.
40. IHS CERA, *op. cit.*, note 27.
41. Carrie Tait, « Oil sands firms test alternative way to tap bitumen », *The Globe and Mail*, 12 juin 2012.
42. Gradek Energy, *Soil Remediation*, <http://gradekenery.com/services/soil-remediation/>; OpenParliament.ca, *Mr. Thomas Gradek (President, Gradek Energy Inc.) at the Environment and Sustainable Development Committee*, 12 mai 2009, <http://openparliament.ca/committees/environment/40-2/20/thomas-gradek-1/only/>.
43. L'alliance inclut les membres suivants : BP Canada, Canadian Natural Resources, Cenovus Energy, ConocoPhillips Canada, Devon Canada, Imperial Oil, Nexen, Shell Canada, Statoil Canada, Suncor Energy, Teck Resources et Total E&P Canada. Voir le site Web de COSIA à l'adresse : <http://www.cosia.ca/>.
44. Government of Alberta, *Alberta Oil Sands Industry: Quarterly Update*, printemps 2012.



## Conclusion

Le fait qu'une proportion de plus en plus importante du pétrole que nous consommons proviendra à l'avenir de sources non conventionnelles ne devrait pas militer contre leur développement. Dans le cas des sables bitumineux comme dans celui des gisements conventionnels du passé, l'ingéniosité humaine a permis et continuera de permettre une production croissante avec une efficacité croissante, ce qui procure parallèlement des bienfaits économiques et environnementaux.

Nous avons illustré un certain nombre de ces développements technologiques ainsi que quelques avenues technologiques prometteuses dans un futur rapproché. Bien que les prévisions énergétiques soient un art incertain, les réalisations passées pointent certainement en direction d'un futur plus prospère et plus propre, à condition de ne pas tourner le dos à l'innovation. Les humains ne sont pas seulement des bouches à nourrir ou des consommateurs d'énergie, mais aussi des cerveaux disponibles pour développer des ressources à partir de matériaux bruts qui paraissaient peu prometteurs jadis. Les sables bitumineux de l'Alberta n'en sont qu'un bel exemple. Les ressources ne sont pas, elles deviennent – et elles peuvent également devenir plus vertes.

## À propos des auteurs



### HIROKO SHIMIZU

est titulaire d'une maîtrise en politiques publiques de l'Université d'Osaka. Elle a été, entre autres, International Fellow de l'Institut d'études politiques de l'Université Johns Hopkins (Maryland) et Research Fellow au Property and Environment Research Center (Montana). Ses travaux ont été publiés en trois langues (japonais, anglais et français) dans des publications universitaires et grand public.



### PIERRE DESROCHERS

enseigne au département de géographie de l'Université de Toronto Mississauga. Il détient un doctorat en géographie de l'Université de Montréal et a effectué un stage postdoctoral de deux ans à l'Université Johns Hopkins (Maryland). Ses principaux champs d'intérêt sont le développement économique, l'innovation technologique, l'entrepreneuriat, le commerce international, de même que les politiques environnementales, urbaines, agricoles et alimentaires.

Hiroko Shimizu et Pierre Desrochers sont co-auteurs de l'essai récemment publié *The Locavore's Dilemma: In Praise of the 10,000-mile Diet* (PublicAffairs, 2012).

