

Mémoire pour la Commission sur l'avenir de l'agriculture

## **Pérenniser l'agriculture**

Déposé par

**Patrick Déry**, B.Sc, M.Sc. (physique)  
Analyste/consultant, spécialiste en énergétique, agriculture et environnement

Pour

Le Groupe de recherches écologiques de la Batture (GREB)

Et

Les Vallons de Chambreule, ferme de recherche sur la pérennisation de l'agriculture

Avril 2007

«Les forêts précèdent les hommes, les déserts les suivent.»  
Chateaubriand

## Introduction

L'un des mandats de cette commission sur l'avenir de l'agriculture étant de « dresser un état de situation des enjeux et des défis de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois »<sup>1</sup>, notre intervention portera sur le risque d'une diminution importante de la production agricole, dans un avenir plus ou moins rapproché, causée par des facteurs limitatifs naturels.

Mais avant de débiter, deux questions s'imposent : qu'est-ce que l'agriculture et qu'est-ce que l'avenir ?

Selon le dictionnaire Larousse, l'**agriculture** « est une activité économique [au sens large et pas nécessairement monétarisée] ayant pour objet la transformation et la mise en valeur du milieu naturel afin d'obtenir les produits végétaux et animaux utiles à l'homme, en particulier ceux destinés à son alimentation » . On retiendra de cette définition la relation directe et essentielle qu'entretient l'agriculteur avec le milieu naturel.

Toujours selon le Larousse, l'**avenir** est « ce qui adviendra dans les temps futurs ». L'expression « les temps futurs » nous amène à la notion d'échelle de temps qu'il nous importe maintenant de préciser pour évaluer la viabilité de la forme d'agriculture que l'on pratique actuellement. Or, notre horizon est-il de 10, 50 ou 100 ans ou plus ?

En considérant que :

- les 10 000 ans d'existence de l'agriculture peut paraître longs mais qu'elle est en fait une technique relativement jeune par rapport au million d'années de l'humanité<sup>2</sup>;
- l'histoire de l'agriculture moderne est encore plus jeune avec ses 150 ans<sup>3</sup>;

puis en regardant de près :

- les histoires agricoles occidentale et orientale<sup>4</sup>;
- les projections futures de l'extraction des matières premières nécessaires à l'agriculture<sup>5</sup>;

---

<sup>1</sup> « Agriculture et agroalimentaire: choisir l'avenir», document de consultation, Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois, 2007.

<sup>2</sup> Mazoyer, Marcel, Roudart, Laurence, «Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine», Éd. du Seuil, 1997.

Diamond, Jared, «Collapse : how societies choose to fail or succeed», Penguin book, 2005.

<sup>3</sup> «Liebig, Marx, and the depletion of soil fertility: relevance for today's agriculture», John Bellamy Foster, Monthly Review via LookSmart: findarticles.com/p/articles/mi\_m1132/is\_n3\_v50/ai\_21031831/print

<sup>4</sup> F.H. King. 1911. *Farmers of Forty Centuries: Permanent Agriculture in China, Korea and Japan*. Reprinted in 1973 by Rodale Press, Emmaus, PA.

Howard, Sir Albert, «The soil and health: a study of organic agriculture», Devin-Adair, 1947.

nous pensons que l'horizon à considérer pour une agriculture viable est une échelle de 1000 ans. Cette échelle correspond dans les faits à garantir aux générations futures une capacité de production et une fertilité équivalentes durant au minimum 1000 ans, en excluant bien entendu les facteurs extérieurs incontrôlables (météorite ou glaciation, par exemple).

Un autre concept que nous considérons très important est le principe de précaution. Celui-ci vise à prendre des dispositions en prévention de risques hypothétiques, non encore confirmés scientifiquement, mais dont la possibilité peut être identifiée à partir de connaissances empiriques et scientifiques. Exemple: le réchauffement climatique anthropique.

C'est à partir de ces définitions et concepts que nous avons élaboré notre approche de l'agriculture dans ce document. Les recommandations de ce mémoire constituent des mesures transitionnelles vers une agriculture viable dont les paramètres restent encore à définir.

## **Les facteurs naturels limitant l'agriculture actuelle**

L'agriculture implique, selon la définition en introduction, la transformation ou le remplacement d'un écosystème naturel par un « écosystème » artificiel. Cet « agro-écosystème » interagit sur l'ensemble des écosystèmes naturels ou artificiels qui le délimitent, sans pour cela lui conférer des limites précises, tous les écosystèmes s'entremêlant dans leurs frontières. Depuis les débuts de l'agriculture occidentale il y a environ 10 000 ans (nous ne parlerons pas ici de l'agriculture traditionnelle orientale qui est différente sur plusieurs points fondamentaux), les écosystèmes agricoles ont été opérés en prélevant les ressources naturelles proches ou éloignées sans pour cela créer un cycle permettant le renouvellement à long terme de la fertilité que ce soit par l'agriculture sur brûlis, le pâturage extensif, l'exploitation de sources naturelles semi-renouvelables comme le guano ou par l'utilisation de ressources fossiles comme le phosphate de roche. Cela s'est fait aussi en dégradant le sol cultivé (épuisement des minéraux et de l'humus, salinisation, érosion...) et en polluant l'eau. L'avènement de l'ère industrielle va amplifier ce phénomène de prélèvement de ressources sans perspective à long terme. Y-a-t-il une limite à cette croissance exponentielle de la consommation de ressources ?

Outre les limites concernant les superficies cultivables et les problèmes de pollution, la continuation de l'agriculture actuelle sera confrontée, d'ici à 2025, à deux problématiques majeures, soit la déplétion des sources fossiles d'énergie<sup>6</sup> et la déplétion des sources de fertilisation minérale (azote et phosphore principalement).<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> Youngquist, Walter, « Geodesinies: The Inevitable Control of Earth Resources over Nations and Individuals », Education Research Assoc., 2007.

<sup>6</sup> Voir annexe #1 paru sur [www.LBR.ca](http://www.LBR.ca)

Energy Watch Group, Uranium resources and nuclear energy, December 2006 EWG-Series No 1/2006  
Energy Watch Group, "Coal: Resources and Future Production" (April, 2007).

Robelius, F. 2007. Giant Oil Fields -The Highway to Oil. Giant Oil Fields and their Importance

## *Déplétion pétrolière et gazière*

L'agriculture industrielle est hautement dépendante des ressources pétrolière et gazière. L'agriculture est devenue une forte consommatrice d'énergie alors qu'elle était la principale productrice d'énergie avant la révolution industrielle (~1800)<sup>8</sup>.

- En 1990, la culture industrielle d'un seul hectare en grande culture nécessitait environ 1000 litres de pétrole<sup>9</sup>. La quantité de diesel nécessaire pour la fabrication d'une quantité de Round-up requise pour l'application sur un seul hectare est de 20 litres<sup>10</sup>. La fertilisation azotée d'un hectare de maïs nécessite environ l'énergie équivalente à 200 litres de diesel<sup>11</sup>.
- La production d'une calorie alimentaire nécessite dix calories, principalement sous forme d'énergie de source fossile<sup>12</sup>.
- La production de 40 % de l'azote utilisé par l'agriculture dans le monde nécessite 1% de toute l'énergie consommée, principalement sous forme de gaz naturel<sup>13</sup>. Le reste de l'azote étant fournie par les fumiers et l'azote symbiotique.
- La distance moyenne parcourue par nos aliments est de 2400 km<sup>14</sup>.
- De 1984 à 2005, l'humanité a consommé 50% de tout le pétrole utilisé depuis les débuts de l'humanité (10% de tout le pétrole consommé depuis les débuts de l'humanité l'a été durant le premier mandat de Georges W. Bush. Un autre 10% le sera durant son second mandat)<sup>15</sup>.

---

for Future Oil Production. Acta Universitatis Upsaliensis. *Digital Comprehensive Summaries* of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology . 168 pp. Uppsala.

Darley, Julian, «High noon for natural gas: the new energy crisis», Chelsea Green, 2004.

Dr. Albert Bartlett: Arithmetic, Population and Energy <http://globalpublicmedia.com/node/461>

<sup>7</sup> Voir annexe #2 article à paraître sur [www.energybulletin.net](http://www.energybulletin.net)

<sup>8</sup> Voir annexe #3 lecture faite en tant que critique énergétique tournée Vision 2025 (Saguenay)

<sup>9</sup> Land, Energy and Water: the constraints governing Ideal US Population Size, Pimentel, David and Pimentel, Marcia. Focus, Spring 1991. NPG Forum, 1990.

<sup>10</sup> Green, M.B. 1987. Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In *Energy in Plant Nutrition and Pest Control*, ed. Z.R. Helsel, 165-177. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.

<sup>11</sup> Bhat, M.G., B.C. English, A.F. Turhollow and H. Nyangito. 1994, Energy in Synthetic Agricultural Inputs: Revisited. Oak Ridge National Laboratory Report ORNL/Sub/90-99732/2. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory.

N.B. McLaughlin et al., «Comparison of energy inputs for inorganic fertilizer and manure-based corn production», Canadian Agricultural Engineering, Vol. 42, No. 1, 2000.

<sup>12</sup> The Tightening Conflict: Population, Energy Use, and the Ecology of Agriculture, Giampietro, Mario and Pimentel, David, 1994

<sup>13</sup> Revue Science septembre 2002

<sup>14</sup> Norberg-Hodge, Helena et al, « Manger local: un choix écologique et économique », Éditions Écosociété, 2005.

<sup>15</sup> J. David Hughes, Unconventional Oil - Canada's Oil Sands and Their Role in the Global Context: Panacea or Pipe Dream?, Geological Survey of Canada, World Oil Conference, ASPO – USA, Boston, Massachusetts, October 26, 2006

L'agriculture biologique, telle que pratiquée actuellement, diminue la consommation d'énergie de 35% à 50%<sup>16</sup> mais elle nécessite encore beaucoup de ressources et d'énergie non-renouvelables. Notre agriculture ainsi que notre alimentation sont extrêmement dépendantes de l'approvisionnement en ressources fossiles.<sup>17</sup> Or, celles-ci commencent à montrer des signes d'épuisement<sup>18</sup>.

La substitution de ces sources par des sources renouvelables s'avère très complexe et difficile, voire impossible dans certains cas. La conversion des terres agricoles actuellement productrices de denrées alimentaires vers des cultures énergétiques (éthanol-maïs, biodiesel, panic érigé...) risque de causer des hausses importantes des prix de la nourriture et causer de sérieux préjudices à la sécurité alimentaire<sup>19</sup>.

Céréales fourragères et graines oléagineuses	15 janvier 2007 Prix	15 janvier 2006 Prix
<b>Maïs</b> , CBOT futur, le mois après le plus proche, \$US par boisseau	3,70 US\$ (↑ 65%)	2,24 US\$
<b>Soja</b> , CBOT futur, le mois après le plus proche, \$US par boisseau	6,65 US\$ (↑ 14%)	5,83 US\$
<b>Avoine</b> , CBOT futur, le mois après le plus proche, \$US par boisseau	2,57 US\$ (↑ 40%)	1,83 US\$
<b>Orge</b> , WCE futur, le mois après le plus proche, \$Can par tonne	182,90 C\$ (↑ 48%)	123,90 C\$
<b>Blé d'alimentation</b> , WCE futur, le mois après le plus proche, \$Can par tonne	168,00 C\$ (↑ 59%)	105,50 C\$

Ignorer la problématique énergétique en agriculture aura des conséquences importantes sur tout le système agroalimentaire. Des exemples dans le passé peuvent illustrer ce propos. Avant la fin de l'URSS, de nombreux pays étaient les satellites du Kremlin. Le démembrement du système soviétique a eu comme conséquence que certains de ces anciens pays se sont retrouvés avec une agriculture en manque de pièces et de carburants pour les tracteurs ainsi qu'une diminution importante dans l'apport de fertilisation

<sup>16</sup> Alföldi, Thomas; Niggli, Urs; Willer, Helga; Fried, Padruot M.; Strasser, Freddie; Dubois, David; Baumann, Daniel; Kaufmann, Robert; Gallmann, Peter and Charles, Raphael (2006) [Country Report on Organic Farming Research in Switzerland](#), in Lange, Stefan; Williges, Ute; Saxena, Shilpi and Willer, Helga, Eds. *European Research in Organic Food and Farming. Reports on organisation and conduction of research programmes in 11 European countries*, page pp. 249-266. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) / Federal Agency for Agriculture and Food BLE, Bonn, Germany.

<sup>17</sup> D.A. Pfeiffer, «Eating fossil fuels», New Society Publishers, 2006.

<sup>18</sup> Voir annexe #1

<sup>19</sup> Le Roy, Danny, «État de la situation de l'éthanol au Canada et aux États-Unis», Université de Lethbridge, Alberta, janvier 2007

minérale. Selon les politiques en place, les réactions ont été différentes ainsi que les conséquences.

À Cuba, par exemple, malgré les difficultés quotidiennes de la « période spéciale »<sup>20</sup>, l'agriculture s'est vue entièrement modifiée. Elle est passée d'une agriculture intensive, industrielle et exportatrice, à une agriculture plus « biologique », paysanne et encore plus intensive (jardinage intensif, remise en culture des terres près des villes...). La ration alimentaire, qui était passée de 2600 kcal/personne/jr à 1600 kcal/personne/jr durant la « période spéciale » (OMS considère qu'une ration minimale est de 1700 kcal/personne/jr), a repassé le seuil de 2000 kcal/personne/jr au bout de seulement quelques années. Tous les habitants ont pu passer au travers cette période par un système de rationnement qui était d'ailleurs déjà présent auparavant<sup>21</sup>.

La Corée du Nord est l'exemple contraire. La même problématique qu'à Cuba n'a pas amené le gouvernement en place à changer l'agriculture mais plutôt à tenter de poursuivre le système déjà en place. Ceci a eu comme conséquences des chutes de production céréalière de plus de 55% avec des famines et la mort de centaines de milliers de personnes.<sup>22</sup>

### ***Déplétion des fertilisants minéraux***

L'agriculture actuelle, qu'elle soit conventionnelle ou biologique, prête peu attention à l'approvisionnement en fertilisation minérale. Les deux éléments majeurs plus problématiques que sont l'azote et le phosphore proviennent, pour ce qui est de l'azote, d'une grande utilisation de gaz naturel (ou de charbon dans le cas de la Chine) et, pour ce qui est du phosphore, de mines de dépôts sédimentaires fossiles.

Pour l'azote, on a vu que le gaz naturel deviendra de plus en plus rare et cher d'ici deux ou trois décennies. Toutefois, il est possible de mettre la nature à contribution par la fixation d'azote symbiotique à l'aide de légumineuses, entre autre.

Le phosphore demeure donc le principal facteur limitatif dans le maintien de la productivité de l'agriculture<sup>23</sup>. Les réserves de phosphore devraient durer de 60 à 130 ans, selon les estimations<sup>24</sup>. Mais peut-être que les effets de l'épuisement de la

---

<sup>20</sup> «Cubans call the era since the collapse of the Soviet Union the "Special Period." This "Special Period" led to a reversal of the movement of people from rural areas to Havana. Prior to that period, sons and daughters of farmers who went away to school didn't want to farm or return to their original province. There was no incentive to work the land. But today Cuba is more and more an agrarian country and the pay scales reflect it. Originally there was too little focus on rural areas and food production, and much of their food was imported from Eastern Europe. Now, in rural Cuba, those who have the skills to grow food are extremely important.» in «Cuba : life after oil», may 2004.

<sup>21</sup> Murphy, Pat; Morgan, Faith, «Cuba : life after oil», New solutions, The community solution, may 2004.

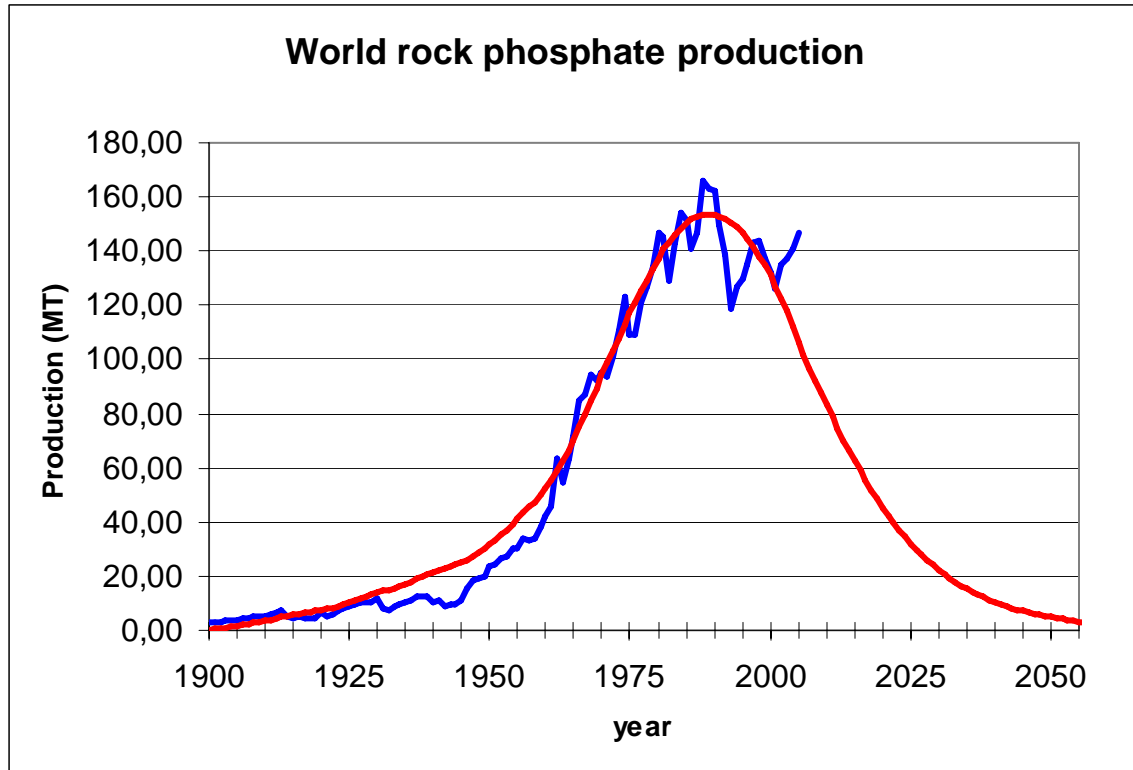
<sup>22</sup> The Limits of Energy-Based Agricultural Systems and the "North Korean Food Crisis" Tony Boys, Japan, 2004.

<sup>23</sup> Conrad, Jim, «A bottleneck in nature», Backyard Nature, [www.backyardnature.net/phosphor.htm](http://www.backyardnature.net/phosphor.htm)

<sup>24</sup> EcoSansRes, « Cloosing the Loop on Phosphorus », 2004, [www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)

ressource sont plus proches que l'on s'imagine. Un pic mondial de la production de phosphate de roche de qualité commerciale a peut-être été atteint en 1989<sup>25</sup>. L'île de Nauru dans le Pacifique Sud nous offre d'ailleurs un bon exemple de l'épuisement de cette ressource.

D'une façon ou d'une autre, il semble impossible de soutenir à long terme<sup>26</sup> (+ de 100 ans) une utilisation récurrente de la fertilisation minérale, principalement en ce qui concerne l'azote de synthèse et le phosphore<sup>27</sup>.



B.Gumbo, H.H.G. Savenije and P.Kelderman, 2002. «Ecologising Societal Metabolism: the Case of Phosphorus.» In: Proc 3<sup>rd</sup> Int Conf Environmental Management. 27-30 August 2002. 11p.  
Steen, P. 1998. «Phosphorus Availability in the 21<sup>st</sup> century: management of a non renewable resource. Phosphorus and Potassium.»

<sup>25</sup> Voir annexe #2 article à paraître sur [www.energybulletin.net](http://www.energybulletin.net)

<sup>26</sup> Meadows and al, «Limits to growth», D. Meadows, 1972

Meadows and al., «Limits to growth: the 30-year update», Chelsea Green, 2004.

Catton, William R. «Overshoot: the ecological basis of revolutionary change», University of Illinois Press, 1980.

<sup>27</sup> A. Duncan Brown, «Feed or feedback: agriculture, population dynamics and the state of the planet», International Books, 2003.

## Recommandations

Afin de faire les premiers pas vers une meilleure gestion des ressources, surtout celles non-renouvelables, nous émettons les quelques recommandations suivantes<sup>28</sup> :

- favoriser les techniques de travaux légers du sol (semis direct, billons...);
- favoriser l'emploi de l'azote symbiotique (fixation par les légumineuses) plutôt que l'azote de synthèse;
- favoriser l'agriculture biologique locale;
- favoriser l'agriculture de proximité par l'organisation de la mise en marché locale (agence de mise en marché régionale, marchés publics...);
- favoriser l'établissement de jeunes non apparentés en agriculture par des approches non-conventionnelles (partenariat entre agriculteurs établis et les nouveaux arrivants en agriculture, par exemple);
- créer une taxation sur le double transport des marchandises (pour les supermarchés) qui cause une usure supplémentaire aux routes et une augmentation de la consommation de carburant;
- créer un fonds de recherche et de développement sur le sujet de la pérennisation à long terme de l'agriculture au regard de la déplétion des sources d'énergie et des autres ressources fossiles.

Nous suggérons aussi d'appliquer le plus rapidement possible ces recommandations. Mieux vaut agir selon le principe de précaution et en fonction des prévisions des pessimistes plutôt que celles des optimistes. Nous avons plus à perdre à attendre qu'à agir rapidement. De notre côté, nos organisations (GREB, les Vallons de Chambréule et l'écohaméau de La Baie) mettent déjà l'épaule à la roue dans ce grand chantier à venir. Elles ont entamé une démarche dans le sens de nos recommandations<sup>29</sup>. Vous pouvez consulter l'annexe #4 pour plus d'informations.

---

<sup>28</sup> H.T. Odum, «Environmental Accounting : Energy and environmental decision making», Wiley, 1996.  
H.T. Odum, E.C. Odum, «A prosperous way down: principles and policies», University Press of Colorado, 2001.

Folke Günther, «Vulnerability in agriculture : energy use, structure and energy futures», Dept. of Systems ecology, Stockholm University, Paper for INES conference, June 2000.

<sup>29</sup> Annexe #4 article à paraître sur [www.energybulletin.net](http://www.energybulletin.net)

# **Annexes**

## ANNEXE #1

### Alors la fin du pétrole, c'est pour quand?

Par Patrick Déry, B.Sc., M.Sc., (physique), analyste/consultant en énergétique, agriculture et environnement

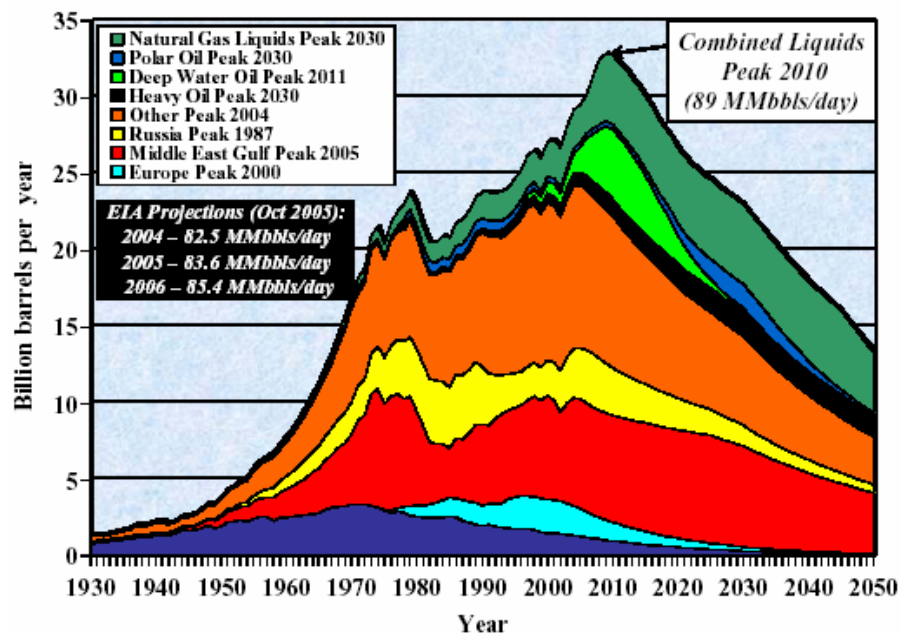
La fin du pétrole, est-elle pour bientôt ? Il y aurait suffisamment de réserves pour fournir du pétrole et du gaz pour plusieurs décennies encore. En effet, dans le cas du pétrole, le ratio R/P (réserve sur production) est de 39 ans. Donc, à la consommation actuelle, nous avons du pétrole pour encore près de 40 ans et avec les technologies récentes, nous devrions pouvoir augmenter les réserves.

Cette question que l'on entend souvent, et cette réponse qui lui est associée, manquent de réalisme. On devrait plutôt formuler ainsi la question : quelle sera de la production annuelle de pétrole dans le futur (ou du charbon, ou du gaz naturel ou encore de l'uranium)? C'est là une question qui colle plus à la réalité et dont la réponse est beaucoup plus complexe. Plusieurs experts et chercheurs tentent d'y répondre.

En annexe, vous pouvez voir deux graphiques correspondant à deux projections futures de la production pétrolière. Le premier provient de l'ASPO (Association for the study of the peak oil and gas), qualifiée par certains commentateurs de « pessimiste », et le second de l'USGS (United States Geological Survey, le pendant américain de Ressources Naturelles Canada), qualifié d'« optimiste ».

#### L'ASPO

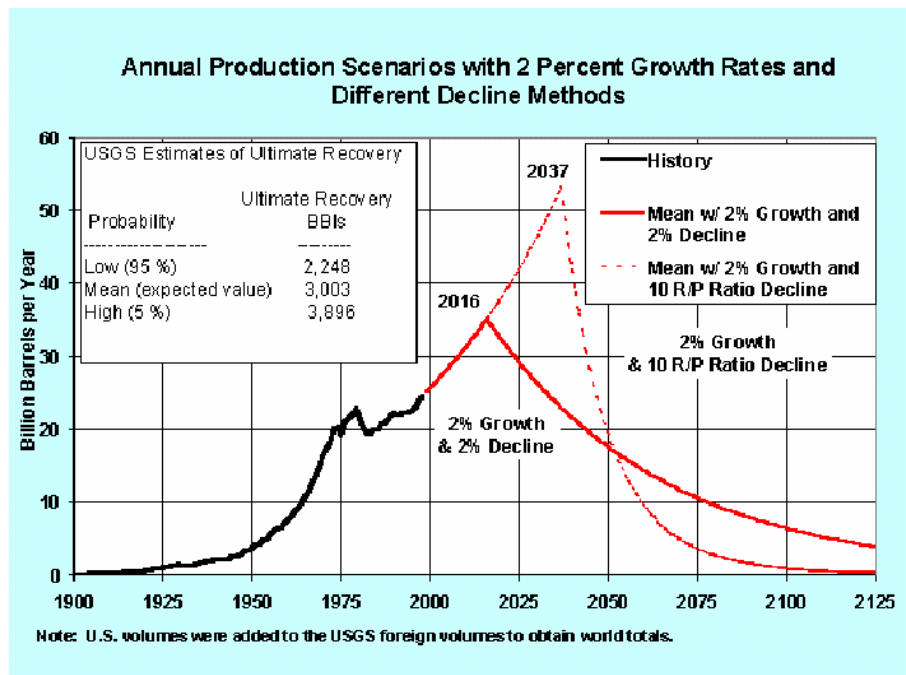
(graphique ci-contre, utilise pour ses projections un modèle logistique de la production pétrolière et gazière, développé en 1956 par M.K. Hubbert, géologue de la compagnie Shell. Selon ce modèle, la production débute par une lente ascension



qui s'accélère au fil du temps. Après un certain temps celle-ci ralentie pour atteindre un

maximum appelé pic de Hubbert ou pic pétrolier (dans le cas du pétrole). Par la suite, la production décline plus ou moins lentement selon les technologies utilisées et/ou la découverte de gisements pétroliers qui sont de plus en plus petits. On entre alors dans le déclin irréversible de la production pétrolière. Selon l'ASPO, le pic pétrolier tous liquides (c'est à dire en incluant les sources non-conventionnelles comme les sables bitumineux) devrait être atteint autour de 2010 ( $\pm 4$  ans).

Pour sa part, l'USGS (graphique ci-contre) utilise un modèle basé sur une analyse très précise puit par puit. Selon ce modèle, la production suffit à l'augmentation annuelle actuelle de 2% de la consommation mondiale de pétrole jusqu'à une certaine limite, les réserves n'étant évidemment pas infinies. Selon les deux scénarios envisagés par l'USGS, il y a aussi la perspective d'un pic pétrolier. Ce pic serait atteint en 2016 pour le premier scénario et en 2037 pour le second. Observez la décroissance relativement lente de la production du premier scénario et la décroissance extrêmement rapide de la production du second scénario après le pic. Plus on repousse le pic, plus la décroissance par la suite est importante. Les prévisions de l'USGS sont la référence de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) qui, elle-même, est la référence pour les décideurs du monde entier.



## ANNEXE #2

# The phosphorus peak

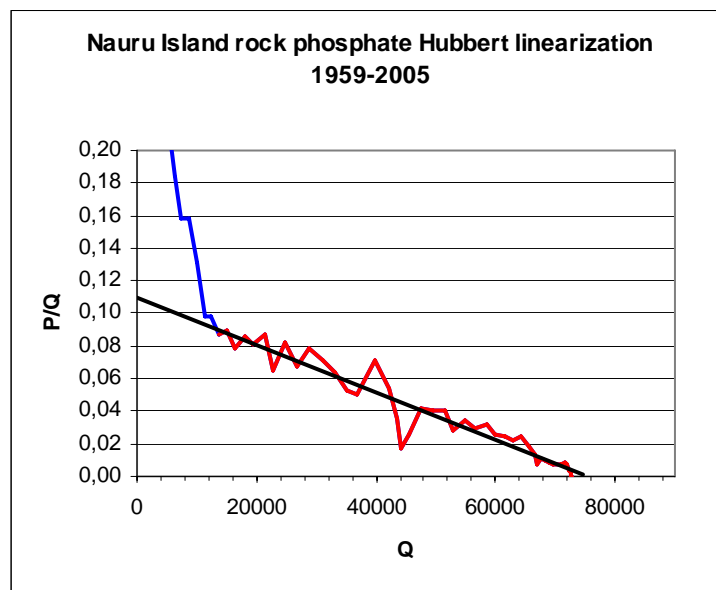
By Patrick Déry, physicist, energy, agriculture and environment analyst and consultant, Quebec, Canada

In his frightening book (Eating Fossil Fuels), Dale Allen Pfeiffer, write that our agriculture is oil-addicted like the rest of our society. But, beside that, farming needs a lot of mined phosphorus in diverse form (rock phosphate, superphosphate, triple superphosphate or ammonium phosphate) to produce our food. Agriculture is mined-phosphorus addicted too.

So we have the same problem in phosphorus that in oil: a phosphorus peak. Is it possible to use a tool like Hubbert Linearization (H-L) to evaluate the future production of rock phosphate? This is what I have tried to do with some success.

I have used data from United States Geological Survey (rock phosphate production historical data series) and done a H-L linearization for United States and World rock phosphate production. Results were stunning. The theoretical logistic curve fit almost perfectly with the real data curve. I found that we have already past the phosphate peak for United States (1988) and for the World (1989).

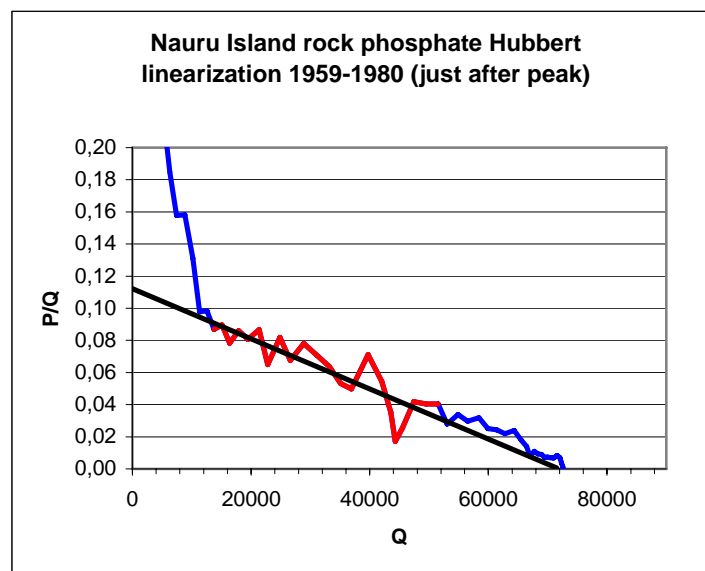
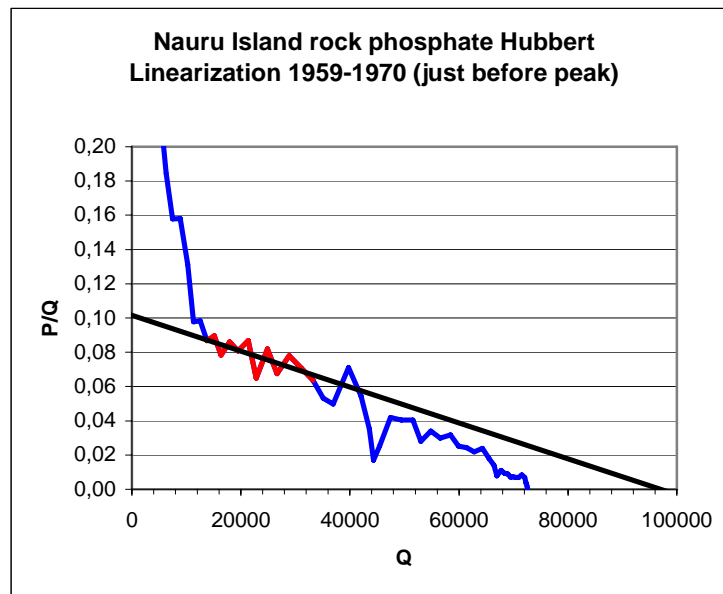
But those results were too perfect for me, so I decided to look for an example of an almost depleted region of production of rock phosphate, like it is the case of United States for oil. After some searching, I found a small island in the South Pacific called Nauru who appears to be an ideal case for my purpose. The Nauru Island is 21 km<sup>2</sup> with only one economic resource (beside to be a fiscal paradise!): rock phosphate. This resource is almost entirely depleted since 2005.



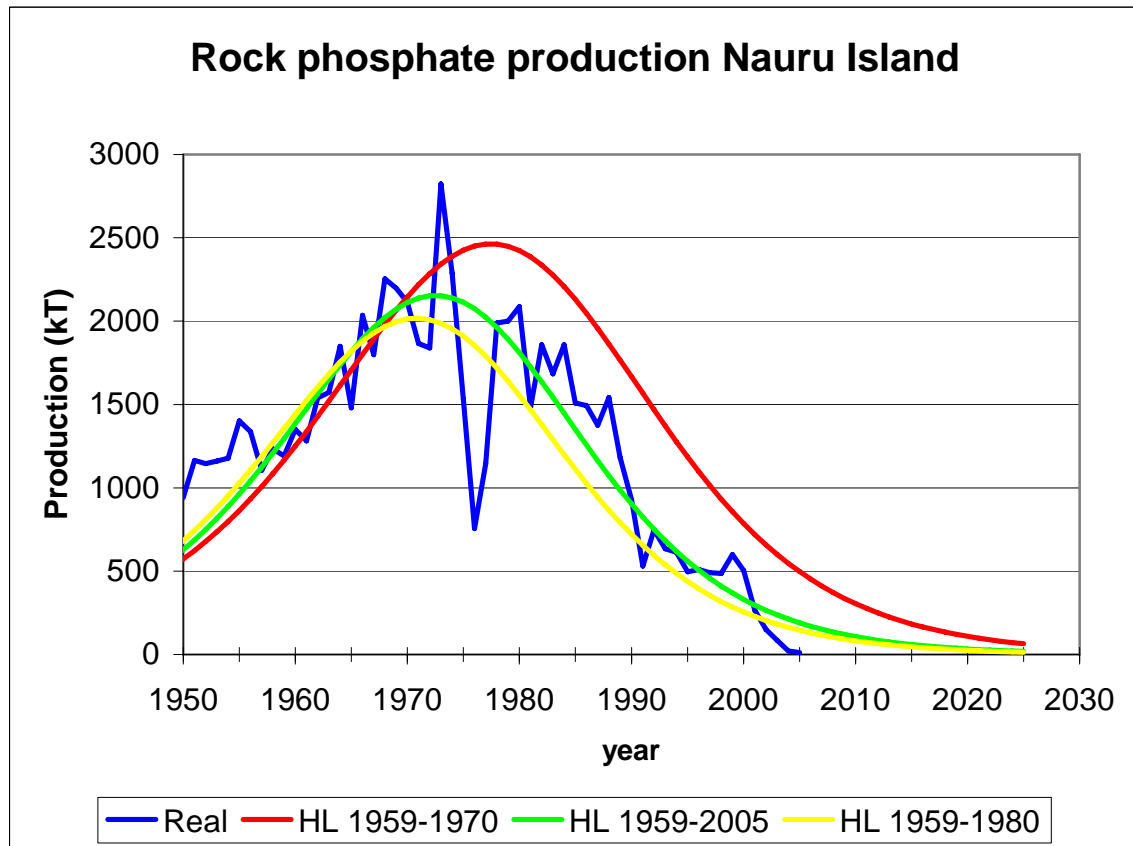
To begin with, I have made a Hubbert Linearization with the stabilised data (linear trends since 1959) and found an Ultimate Recovery Reserves (URR) equivalent of 77 000 kT and a peak of rock phosphate production in 1973.

Looking at the results I have got, I have asked myself a question : could it be possible to predict the URR and the profile of future production just before the peak or just after? To get an answer, I have used the data from 1959 to 1970 (just before peak) and 1959 to 1980 (just after peak). The results were :

- Just before peak : URR = 97 000 kT; peak date: 1978
- Just after the peak : URR = 72 000 kT; peak date 1971



If we calculate to obtain production curves for all these scenarios and put everything on the same graph with real data, we obtain this:

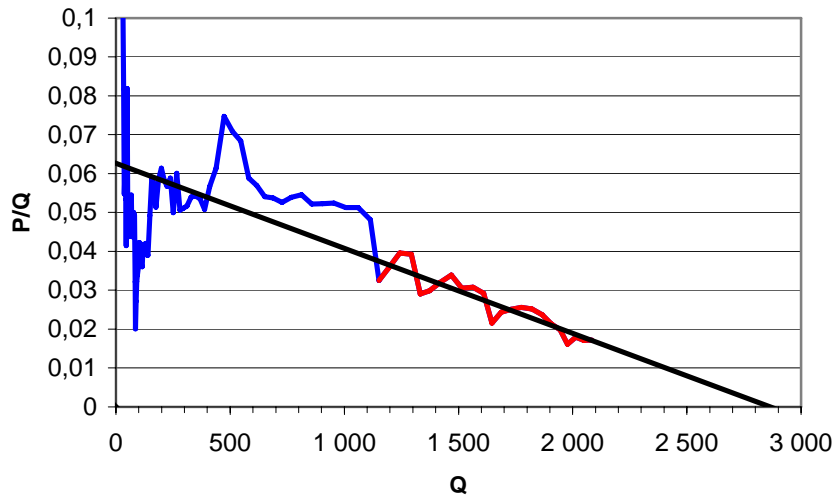


We see that the H-L just before peak, with this data set, exaggerated the URR (+26%) but the peak date (1978) was not so different from the real peak date (1973). It's the contrary for a H-L just after peak: URR little smaller (-6,5%) and a peak date in 1971.

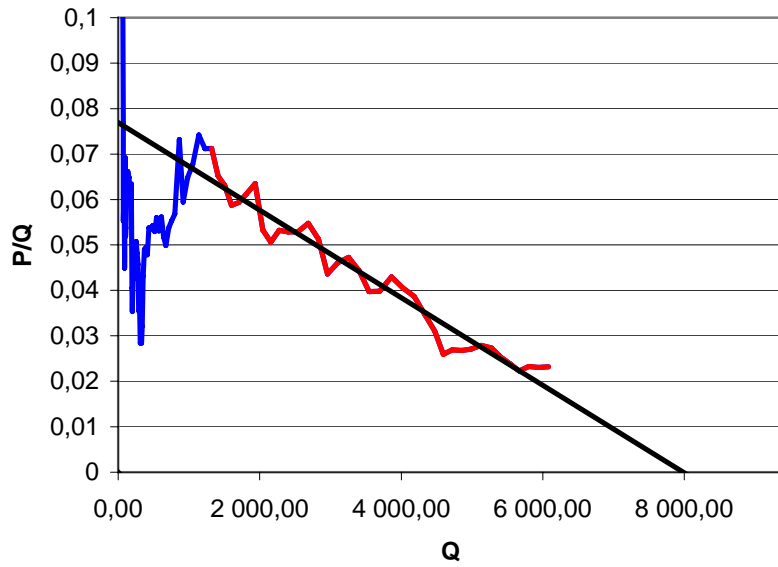
After this small test with Nauru Island, I felt more confident with my precedent results of a world peak of rock phosphate production in 1989 and a United States peak in 1988. And I'm also more confident to present the results.

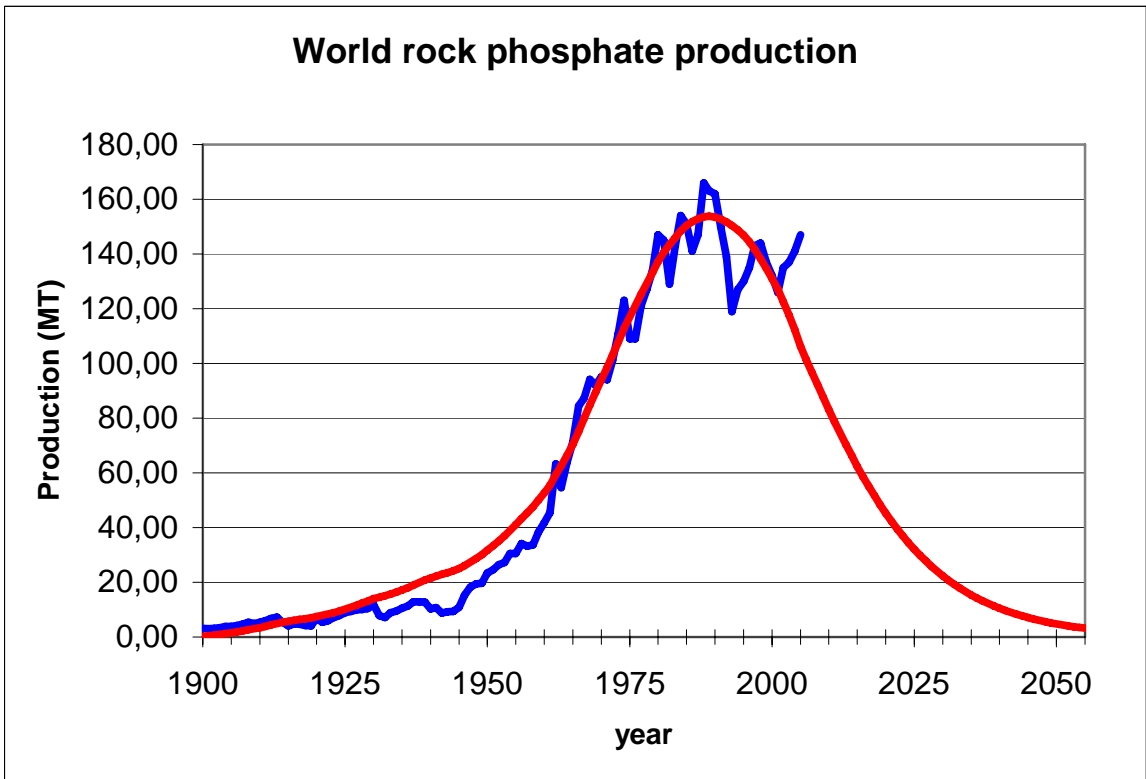
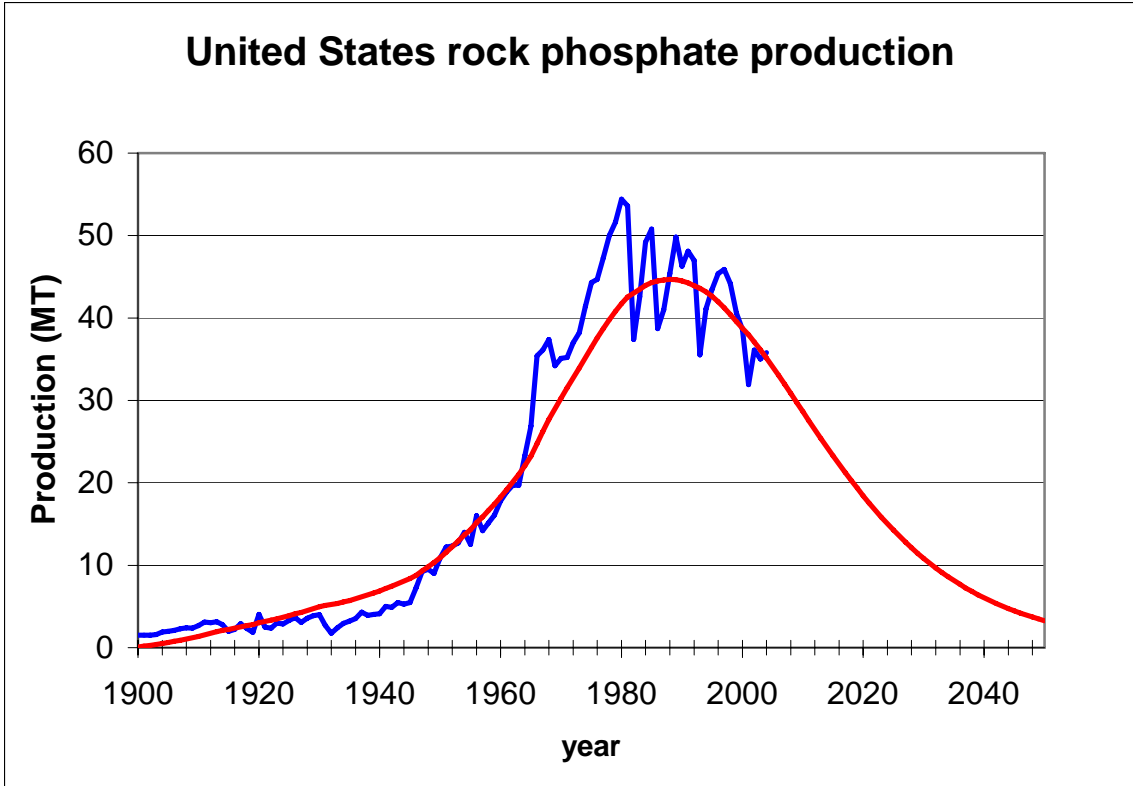
For the United States, I have used data from 1982 to 2004 to found an URR of 2850 MT. For the world, I have used data from 1968 to 2005 to found an URR of 8000 MT.

**United States rock phosphate production  
H-L 1982-2004**

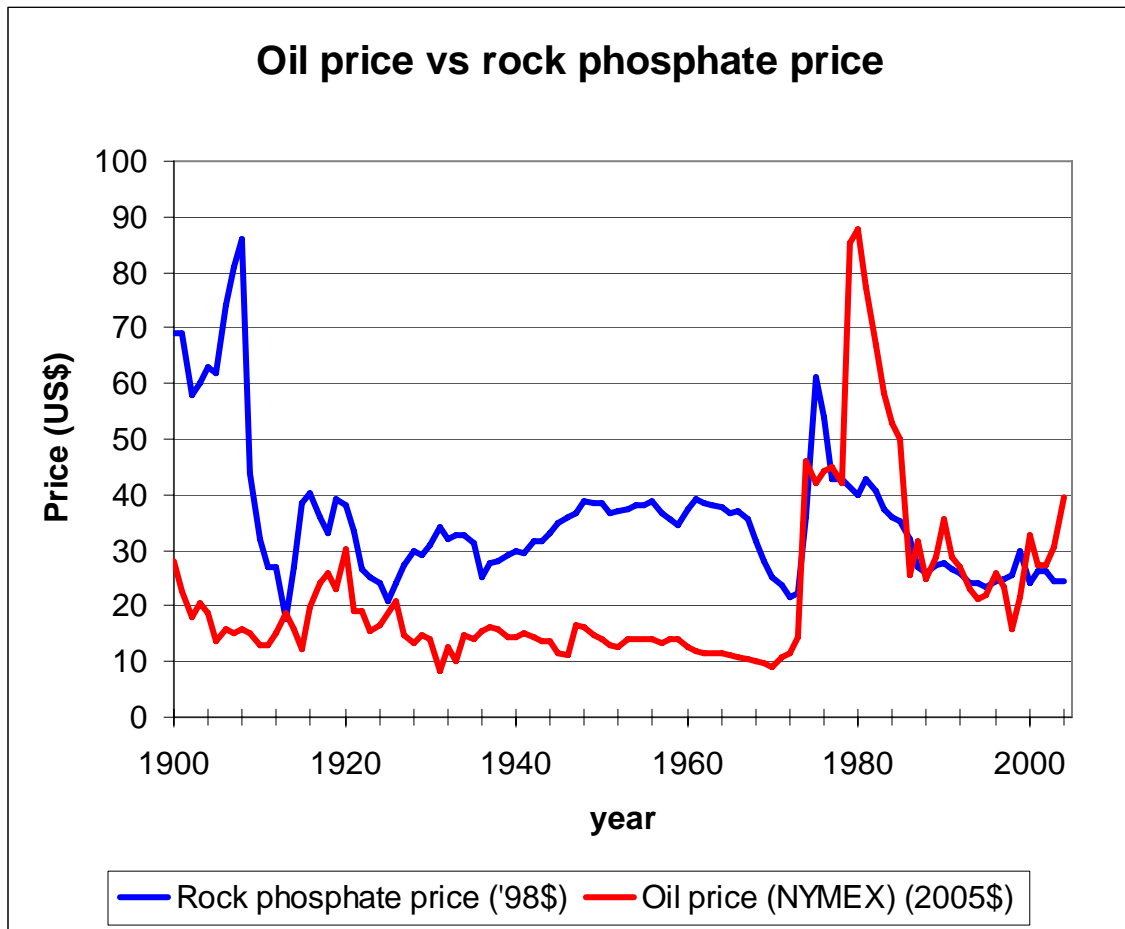


**World rock phosphate production H-L 1968-2005**





So we can see from the precedent graph that we are probably on a world decline of rock phosphate production. The kind of phosphate we talk about is commercial phosphate (26-34% of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). There is others reserves of rock phosphate with less concentration of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> but, like tar sand for oil, it is more costly to produce economically, energetically and environmentally speaking. I have also compared the price of oil and rock phosphate and it's seem that there a correlation between the two but not like other commodities (gold, silver, aluminum...).



United States Geological Survey (USGS) wrote in its publications : “There are no substitutes for phosphorus in agriculture.” So, with the peak oil, we have another problem to solve in agriculture: the phosphorus peak. The only solution is to recreate a cycle of nutrients, eg returning animal (including human) manure on cultivated soil like asian people have done in the not so far past (F.H. King 1911). (See also in Energy Bulletin “Toilets vs Life as we know it” by Joe Anderson)

**References:**

F.H. King, “Farmers of forty centuries: organic farming in China, Korea and Japan”, Dover Publications, NY, 1911 (ed. 2004)

- J.C. Jenkins, "The humanure handbook", Jenkins Publishing, 1994
- D.A. Pfeiffer, "Eating fossil fuels, oil, food and the coming crisis in agriculture", New Society Publisher, 2006.
- A. Duncan Brown, "Feed or Feedback: agriculture, population dynamics and the state of the planet", International Books, 2003.
- Gunther, Folke, "Vulnerability in agriculture: energy use, structure and energy futures", presented at the INES conference, THK, Stockholm, 2000.
- B.Gumbo, H.H.G. Savenije and P.Kelderman, 2002. Ecologising Societal Metabolism: the Case of Phosphorus. In: Proc 3<sup>rd</sup> Int Conf Environmental Management. 27-30 August 2002.
- Steen, P. 1998. Phosphorus Availability in the 21<sup>st</sup> century: management of a non renewable resource. Phosphorus and Potassium

## ANNEXE #3

### **Critique filière énergétique dans le cadre du Forum Vision 2025 Par Patrick Déry, B.Sc, M.Sc., physicien spécialiste en énergétique**

Avant le début de l'ère industrielle, le soleil, via l'agriculture et la forêt, constituait la presque totalité de l'énergie utilisée dans notre société occidentale. Les produits agricoles fournissaient l'énergie nécessaire aux hommes, aux travaux agricoles et au transport (à pied d'homme, chevaux et bœufs). Le bois de la forêt fournissait quant à lui l'énergie pour chauffer les habitations et autres bâtiments, et permettre la fonte des métaux avec tous les outils associés. Au début de l'ère industrielle, la population mondiale tournait autour du milliard d'habitants. C'est la découverte des ressources énergétiques fossiles, d'abord le charbon et ensuite le pétrole et le gaz naturel, qui a permis le véritable essor de la société industrielle.

À partir de ce moment, nous sommes passés d'une société solaire utilisant les énergies dites de flux vers une société utilisant les ressources fossiles soit des énergies de stock. Ces énergies fossiles représentent en fait de l'énergie solaire emmagasinée dans la terre pendant des millions d'années provenant principalement d'algues unicellulaires, sédimentées et cuites à haute pression sous 2 à 5 km de roches, à une température d'environ 2 000 °C.

Le pétrole, la ressources fossile la plus importante, constitue une ressource pratiquement inégalable au point de vue énergétique : facile de manipulation, relativement peu volatil, liquide aux températures terrestres, facile à entreposer et transporter, ne perdant pas ses qualités à l'entreposage par la biodégradation par exemple, relativement peu toxique, mais surtout, possédant une très haute densité énergétique de 12KWh par litre.

Si ce n'était de la pollution qu'il engendre lors de sa combustion, le pétrole serait la source idéale d'énergie pour une société basée sur la croissance économique perpétuelle comme la nôtre.

Outre la pollution, le pétrole a toutefois un autre défaut très grave : il existe en quantité finie sur terre. 2 000 milliards de barils exploitables dont près de 1 000 ont déjà été consommés. On a beau dire qu'il y en a encore pour 30 à 50 ans, cela n'a aucune réelle importance. Ce qui compte, c'est que notre société «moderne» s'est construite sur la base d'un pétrole à bon marché et que nous entrons maintenant dans une ère d'un pétrole de plus en plus coûteux. Les ressources pétrolières sont de moindres qualités qu'auparavant et nécessitent plus d'énergie pour leur extraction. De plus, la croissance de la demande dans les pays émergents comme la Chine et l'Inde, dont les habitants veulent atteindre notre niveau de vie, ajoute une pression à la hausse sur les prix. Lorsque la moitié du pétrole a été consommée, la production atteint un sommet, appelé pic pétrolier ou peak oil en anglais, et commence ensuite à péricliter. La production ne peut plus à ce moment suivre la demande, ce qui ajoute encore de la pression sur les prix. Il devient donc impossible pour une société comme la nôtre de continuer «Business-as-usual» sans des mesures d'atténuation importantes.

Diminuer l'utilisation des énergies fossiles, à cause de la pollution qu'elles engendrent ou à cause de leur disponibilité, revient donc à refaire le chemin à l'envers, c'est-à-dire passer des énergies de stock aux énergies de flux. Ceci n'est pas un chemin facile surtout que les énergies de stock nous ont permis d'augmenter la population mondiale d'un facteur six. Mais nous devons d'une manière ou d'une autre nous y consacrer.

Quoi faire maintenant pour que la région tire son épingle du jeu dans ce contexte? Je crois que c'est la réponse à laquelle l'on doit s'attendre du travail de concertation sur la filière énergétique du forum Vision 2025. Pour ma part, la critique que j'émets ici se veut constructive et permettra, je l'espère, de bonifier le travail fondamental que représente le forum Vision 2025 pour l'avenir de notre région.

### **Observations**

Les scénarios présentés offrent peu de cohésion, d'intégration de l'ensemble des ressources énergétiques dans une stratégie régionale. Il n'en ressort pas une ligne directrice claire de la voie à suivre, ce qui ne permet pas de ressortir une stratégie concrète à appliquer et laisse une trop grande place à l'improvisation et aux opportunités qui deviennent de la voie à suivre. Les scénarios sont encore trop théoriques et se limitent souvent à une liste de moyens sans nous donner l'orientation principale. Il nous faut voir plus loin et anticiper les crises énergétiques possibles, principalement celle du pétrole et du gaz par les pics pétrolier et gazier. Déjà, un pays comme la Suède s'est doté une politique énergétique éliminant l'utilisation de pétrole dans le pays en 2020. Tous les pays n'ont pas les ressources de la Suède, mais nous, nous les avons.

Dans l'ensemble des scénarios, «le passé est garant de l'avenir», surtout en ce qui concerne l'avenir économique de l'ensemble du monde occidental, avec un arrière-fond d'exportation comme principal moteur économique. Or, je crois qu'il est temps de remettre en application le concept d'une économie basée d'abord sur la fourniture de biens et services locaux et ensuite sur l'exportation.

Il y a peu d'emphase mise sur les infrastructures dans les scénarios présentés surtout en ce qui concerne le transport et l'agriculture. Cette dernière est la base de toute civilisation avancée, elle est souvent négligée dans les politiques énergétiques mais c'est elle qui nous permet de vivre. Actuellement, tout le domaine agroalimentaire est extrêmement lié à l'énergie à bas prix. Que ce soit pour la production des aliments, leur transformation ou leur transport, une forte dose de l'énergie mondiale y est investie. On calcule qu'il faut 10 calories, à 90% fossile, pour fournir 1 calorie alimentaire. S'il est possible de se passer de voiture pour continuer à vivre, on ne peut se passer de nourriture.

La démarche entreprise dans la filière énergétique ne semble pas utiliser le concept d'Énergie rendue par énergie investie ou ERPEI. Ce concept est pourtant fondamental dans la recherche de solutions viables pour notre approvisionnement énergétique surtout lorsque l'on doit utiliser des énergies de flux. Ce ratio exprime la quantité d'énergie produite par la source, versus la quantité d'énergie utilisée pour fabriquer et opérer les infrastructures de production de cette source. Un ratio inférieur à 1 indique que la source

en question consomme plus d'énergie qu'elle n'en produit. Par exemple, l'éthanol à base de maïs a un ratio ERPEI voisinant un, tandis que celui de l'hydroélectricité est supérieur à dix. Il est important aussi de caractériser toutes les sources d'énergie selon leurs utilisations possibles (une voiture avec un moteur à combustion interne ne peut pas rouler à l'électricité!).

La ressource énergétique que représente le bois semble reléguée à un rôle mineur dans l'ensemble des scénarios, alors que les possibilités énergétiques de notre forêt sont importantes. Dans l'avenir, il pourrait même être plus intéressant économiquement de transformer notre bois en énergie plutôt qu'en bois d'œuvre.

## **Conclusion**

Après près de 15 ans de suivi, de recherche et d'expérimentation dans le domaine de l'énergétique, j'ai acquis une conviction. Des changements fondamentaux dans les modes de vie de nos citoyens devront être appliqués, et ce le plus rapidement possible, pour nous permettre de passer au travers de la crise énergétique qui se profile à l'horizon et pour profiter des opportunités qui s'offriront à nous dans cet avenir énergétique. Car l'énergie, sous toutes ses formes, redeviendra plus que jamais une préoccupation quotidienne. L'énergie touche et traverse toutes les activités humaines. Le pétrole n'est pas qu'un carburant qui fait rouler les voitures, il s'est incrusté dans nos vies jusqu'à en devenir notre nourriture. Les changements nécessaires ne seront pas qu'esthétiques, car il n'y a actuellement aucune ressource énergétique qui pourra se substituer au pétrole et au gaz. Nous devons, en plus de faire mieux avec moins, réaménager l'ensemble des activités sur notre territoire pour nous adapter à un monde fonctionnant aux énergies de flux. Notre région est riche en énergies de flux avec des ERPEI importants comme le bois-énergie, l'hydroélectricité et l'éolien. Pour vivre une transition avec le moins de heurts possibles à ce changement de paradigme énergétique, il faut dès maintenant concevoir et préparer les infrastructures, les équipements et les réflexes nécessaires.

## ANNEXE #4

### Preparing for peak oil at the small community level

By Patrick Déry, physicist, energy, agriculture and environment analyst and consultant, Quebec, Canada



A view from the hill in the «Écohomeau de La Baie»

In natural ecosystems, species facing resource depletion are confronted to adapt or die. With peak oil and other resources depletion, human being will face the same challenge of adaptation. The main problem with preparing our adaptation is that we don't know what will be our new conditions of existence. We have to make a good deal of suppositions about the future and find solutions for that. But, a relatively good answer is to live sustainably with natural resources surrounding our home.

Here in the «Écohomeau de La Baie», a small ecovillage on the shore of Saguenay Fjord in Quebec Province (Canada), we experiment how we can live a sustainable life after peak oil with our surrounding area and people in a nordic environment (-35°C in the winter). This ecovillage is composed of five straw bale houses, one log house and a lot of farm buildings. Each one of six families have one acre plot for is house, vegetable garden, fruit trees and poultry house. There is also an organic farm in the ecovillage. We are surrounded mainly by forests and also by arable lands.

#### Food and farming

« Les Vallons de Chambreule », the farm in the «Écohomeau de La Baie» own 50 acres of land of with about 60% is for agriculture and pasture and 40% for woodlot. Beside pasture, arable land is used to produce grain, legumes and hay. The farm has a small herd of sheep, a donkey, a small vineyard, a nut trees plot, a sugar maples plot, two greenhouses (25x75 feet), a stable, a workshop and other farm buildings. We use a small tractor for big works but a lot of work is done manually.

The farm main revenue has been a market garden since 1998. We have produced CSA (Community Supported Agriculture) baskets of vegetables since 2000. The farm fed 77 families with CSA basket in the last year (2006), but now the mission of the farm have changed to produce all the food stuff (grain, legumes, milk, meat...) for the families in the ecovillage with a LETS (Local Exchange Trading System). But the families will have

to produce their vegetables, some fruits and eggs on their one acre plot and return a part of their humanure to the farm land in proportion (of nutrients removed) of their buying from the farm. This is a new kind of Community Supported Agriculture that we are developing. We want to recreate a complete cycle of nutrients and a positive net energy agriculture.

## Energy and economy

Food is the primary energy for humans (metabolic) but beside that we need energy for heating, lightning, transportation...

Each house is solar oriented and use a masonry heater for heating space as well as water in the winter. The masonry heater is fed with wood log from farm or surrounding forest. Some houses are equipped with solar panels to heat water in the summer.

Electricity for appliances is provided by Hydro-Québec, a sound choice regarding the fact it is more that 95% hydro-electricity and also very cheap ( $\pm 6\text{¢}/\text{kWh}$ ). The drawback of such a low price is that it's difficult to have incentives for small producing capacities and for energy savings. On the farm land, a small stream, with a 50 feet fall, can provide some electricity for houses and we plan to use it in the near future.

«Écohameau de La Baie» is 15 km from a city of 20 000 peoples and 30 km from another city of 60 000. More than 50% of its inhabitants work less than 5 km away. Some more transportation is needed for kid's activities (music lessons for example). Beside that, most of the families own only one car which a shared in some kind of car pool. We use oil for transportation now, but I'm working with some organisations to be able to produce fuel with wood in the future (There's a lot of wood in our region).

## People

Inside the limits of «Écohameau de La Baie» live a dozen of kids (8 months to 17 years) and 10 adults. Everybody has lots of relations with neighbourhood and people living outside. We also maintain good relations with city administration having worked together to implant this ecovillage in 1990.

In 2004, we have faced an important conflict inside the ecovillage who was then divided in two camps. After negotiations to continue together, two families decided to sell their houses and quit the ecovillage.



My son Fabrice in a buckwheat field.

Now, we have retrieved the dynamic of the beginning days and we are ready to face the challenge of peak oil.