

Le Cycle Économique du Pétrole

Ian Schindler

Toulouse School of Economics



creative commons license share and share alike

La Production Énergétique et l'Économie

1. La théorie néo-classique : théorème des coûts partagés.
2. La méthode baconienne.

H1

$$\begin{aligned} Y : \mathbb{R}^d \times \mathbb{R} &\mapsto \mathbb{R} \\ (\mathbf{q}(t), t) &\mapsto Y(\mathbf{q}(t), t) \end{aligned} \tag{0.1}$$

$$Y \in C^1(\mathbb{R}^d \times \mathbb{R} \mapsto \mathbb{R}),$$

$\mathbf{q}(t) = (q_1(t), \dots, q_d(t)) \in \mathbb{R}^d$. Les prix

$$p_i(t) = p_i(\mathbf{q}(t), t) \in C_{\text{loc}}^1(\mathbb{R}^d \times \mathbb{R} \mapsto \mathbb{R}).$$

...

$$c_i(t) = p_i(t)q_i(t)/Y(t).$$

$$p_i(t) = c_i(t)Y(t)/q_i(t). \quad (0.2)$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial q_i} = \frac{\partial c_i}{\partial q_i} \frac{Y}{q_i} + c_i \frac{\frac{\partial Y}{\partial q_i} q_i - Y}{q_i^2}. \quad (0.3)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial q_i} = Y \left(\frac{\frac{\partial p_i}{\partial q_i}}{p_i} - \frac{\frac{\partial c_i}{\partial q_i}}{c_i} + \frac{1}{q_i} \right). \quad (0.4)$$

$$c_i(t) = p_i(t)q_i(t)/Y(t).$$

$$p_i(t) = c_i(t)Y(t)/q_i(t). \quad (0.2)$$

$$\frac{\partial p_i}{\partial q_i} = \frac{\partial c_i}{\partial q_i} \frac{Y}{q_i} + c_i \frac{\frac{\partial Y}{\partial q_i} q_i - Y}{q_i^2}. \quad (0.3)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial q_i} = Y \left(\frac{\frac{\partial p_i}{\partial q_i}}{p_i} - \frac{\frac{\partial c_i}{\partial q_i}}{c_i} + \frac{1}{q_i} \right). \quad (0.4)$$

Écodiversité.

8.4% The financial sector's share of GDP



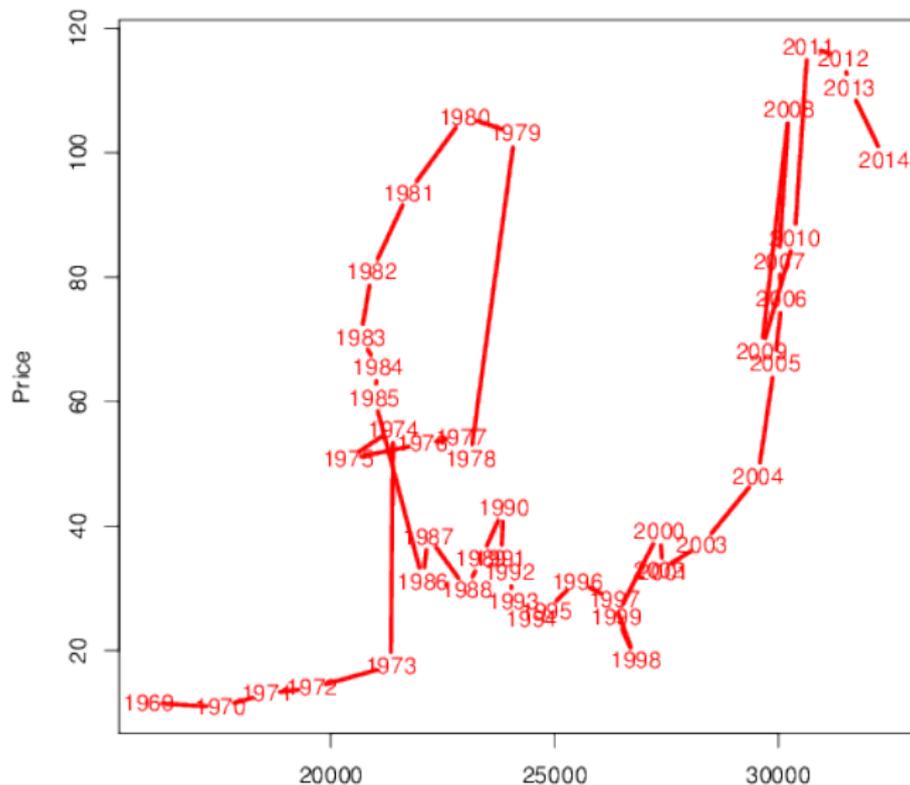
Source: Commerce Department

Turchin et Nefedov.

1. *Croissance*. de la population et niveau de vie.
2. *Stagflation*. Capacité porteuse. La production agricole et donc la population stagne. Baisse des salaires par rapport au prix la nourriture. Les paysans quittent la campagne. Écart entre élite et les classes populaires. Insurrections. Rapport élites / paysan augmente.
3. *Contraction*. Compétition entre élites. Guerres civiles, effondrement de l'état. Baisse de population.
4. *Inter-cycle*. Anarchique.

Prix vs extraction

Prix du pétrole en fonction des quantités de 1969 à 2014



Autoregression :

$$Dq(t) \stackrel{\text{def}}{=} q(t) - q(t-1) \quad (0.5)$$

$$DDq(t) \stackrel{\text{def}}{=} q(t) - 2q(t-1) + q(t-2). \quad (0.6)$$

Autoregression :

$$Dq(t) \stackrel{\text{def}}{=} q(t) - q(t-1) \quad (0.5)$$

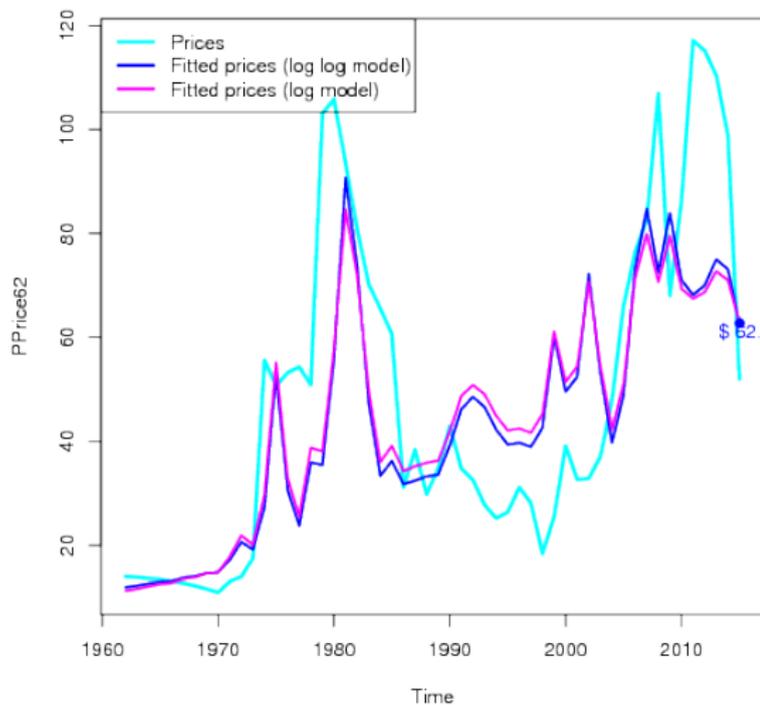
$$DDq(t) \stackrel{\text{def}}{=} q(t) - 2q(t-1) + q(t-2). \quad (0.6)$$

$$\log(P(t)) = a + bq(t) - cDq(t) + dDDq(t), \quad (0.7)$$

$$p(t) = K \exp(bq(t) - cDq(t) + dDDq(t)). \quad (0.8)$$

Prix estimé

Prices vs. fitted prices from 1962 to 2014 + 2015 price prevision



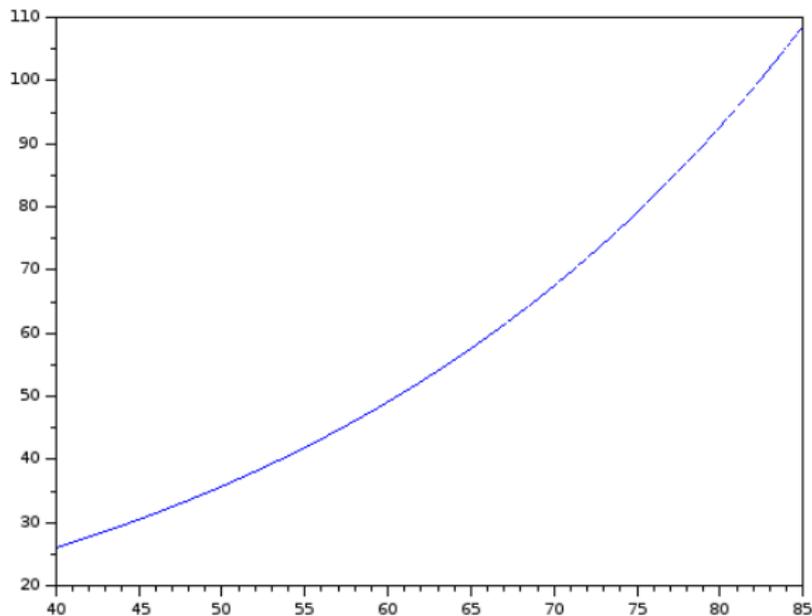
Interprétation

Log \leftrightarrow inélasticité.

Interprétation

Log \leftrightarrow inélasticité.

$$\hat{p}_{basic}(q) = K \exp(0.032 \times q). \quad (0.9)$$



$$p(t) = K \exp(0.032 \times q(t) - 0.2 \times Dq(t)). \quad (0.10)$$

Exemple

$\hat{p}_{basic}(78) \approx \87 . Si $q(t) = 78$, $q(t-1) = 76$ et $q(t-2) = 74$
alors $\hat{p}(t) \approx \$58 < \hat{p}_{basic}(78)$.

Si $q(t-1) = 80$ et $q(t-2) = 82$, alors $\hat{p}(t) \approx \$130 > \hat{p}_{basic}(78)$.

$$p(t) = K \exp(0.03 \times q(t) - 0.2 \times Dq(t) + 0.08 \times DDq(t)). \quad (0.11)$$

Exemple

1. $q(t) = 78$, $q(t - 1) = 76$ et $q(t - 2) = 78$: $\hat{p}(t) \approx \$80$ plutôt que $\$58$.
2. $q(t) = 78$, $q(t - 1) = 80$ et $q(t - 2) = 78$: $\hat{p}(t) \approx \$94$ plutôt que $\$120$.
3. $q(t) = q_0 \rho^t$ $\rho = (1 + r)$ ($0 < r < .05$) $\hat{p}(t) \nearrow$. Par exemple si $q(t) = 80(1.02)^t$, alors $\hat{p}(3) \approx \$58 < \$61 \approx \hat{p}(4) < \hat{p}_{basic} \approx \88 .

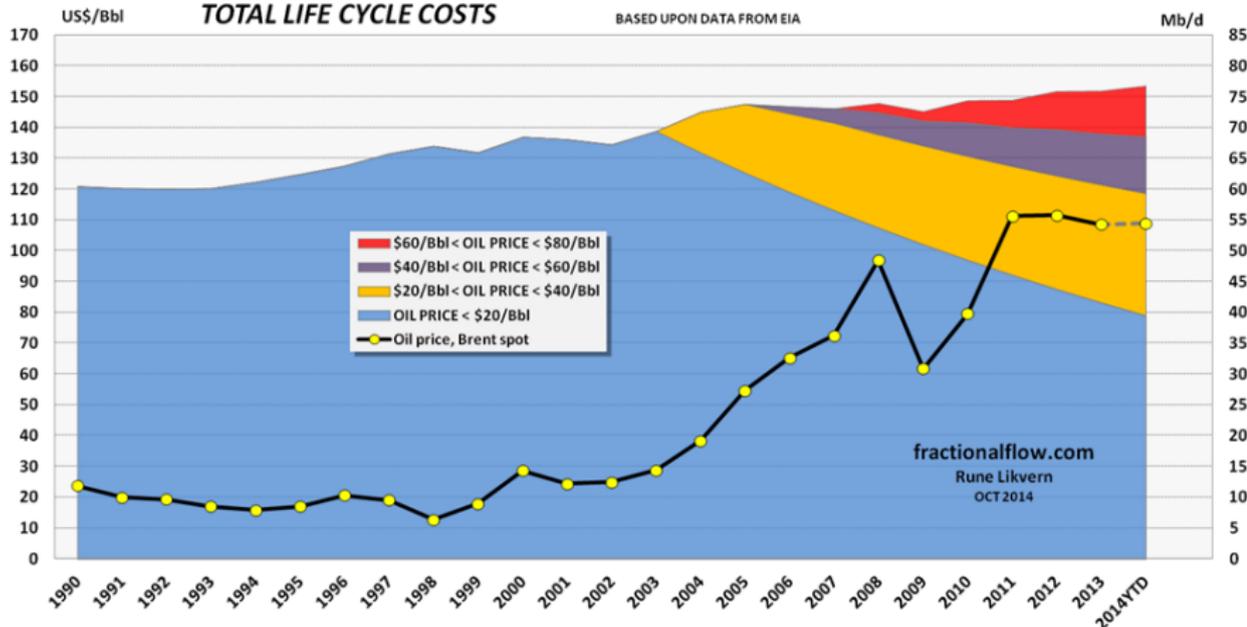
pas chère \implies abondance

NYMEX WTI CRUDE OIL FULL HISTORY

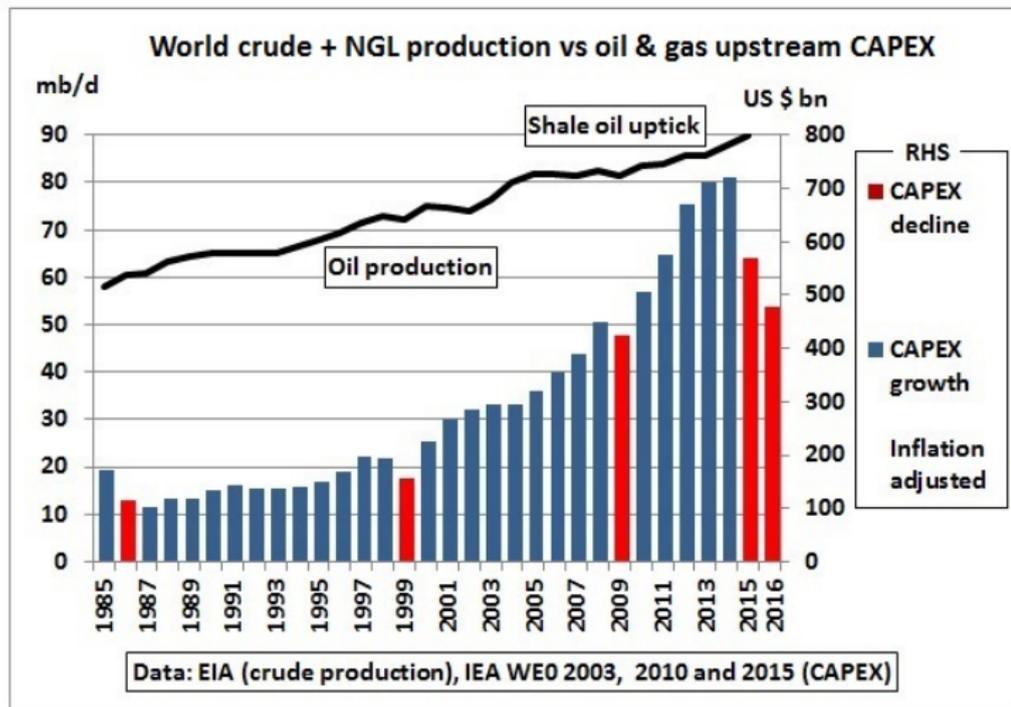


Coût de production (EIA via Rune Likvern)

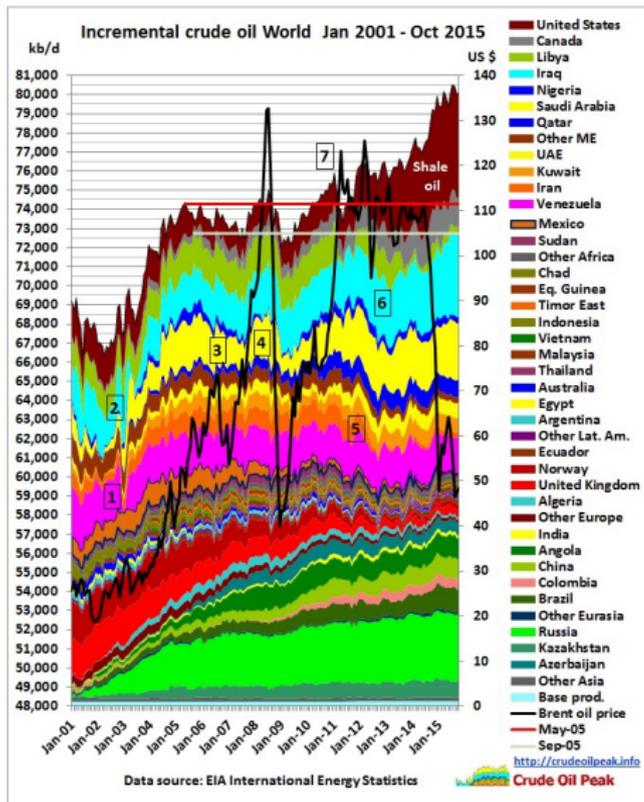
**WORLD CRUDE OIL AND CONDENSATE PRODUCTION 1990 - 2014YTD AND
A CONCEPTUAL DESCRIPTION FOR DEVELOPMENT OF BANDS OF
TOTAL LIFE CYCLE COSTS**



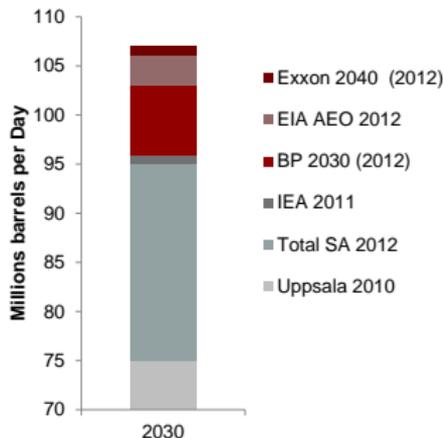
CAPEX (via Matt Mushalnik)



Pétrole (Matt Mushalnik <http://crudeoilpeak.info>)



Petroleum Liquids – 2030 Forecast

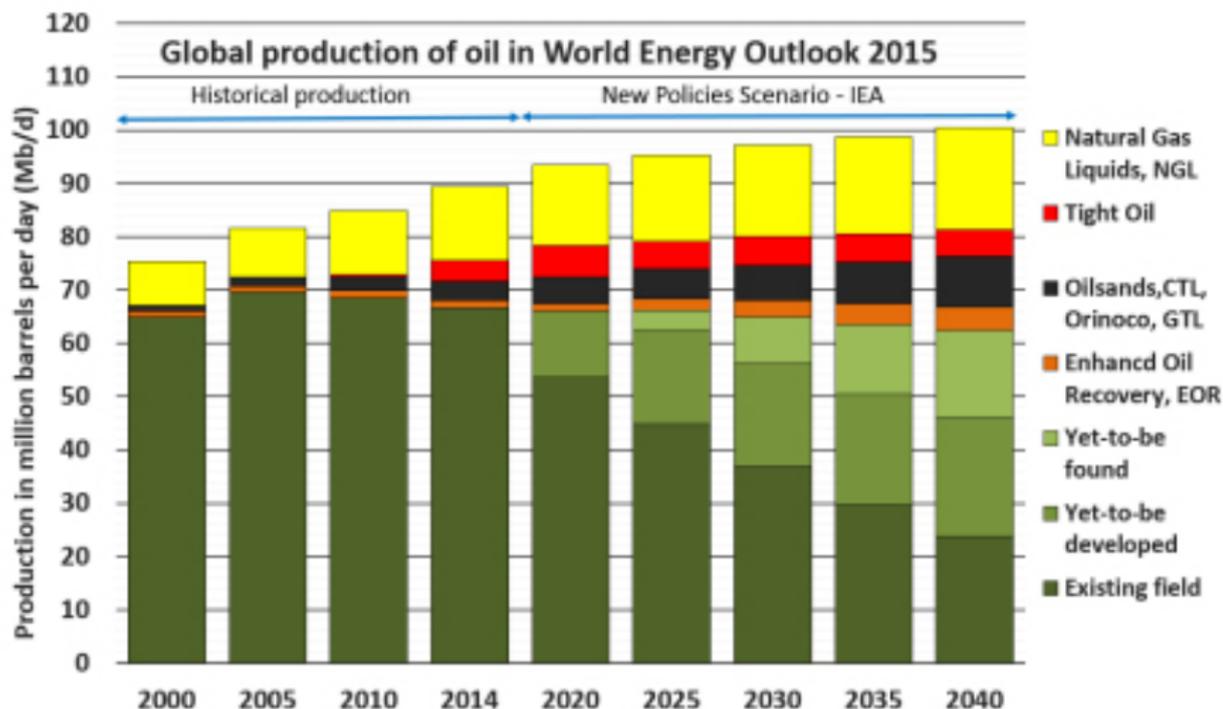


Oil (Petroleum Liquids) Supply Forecasts to 2030

Source: EIA

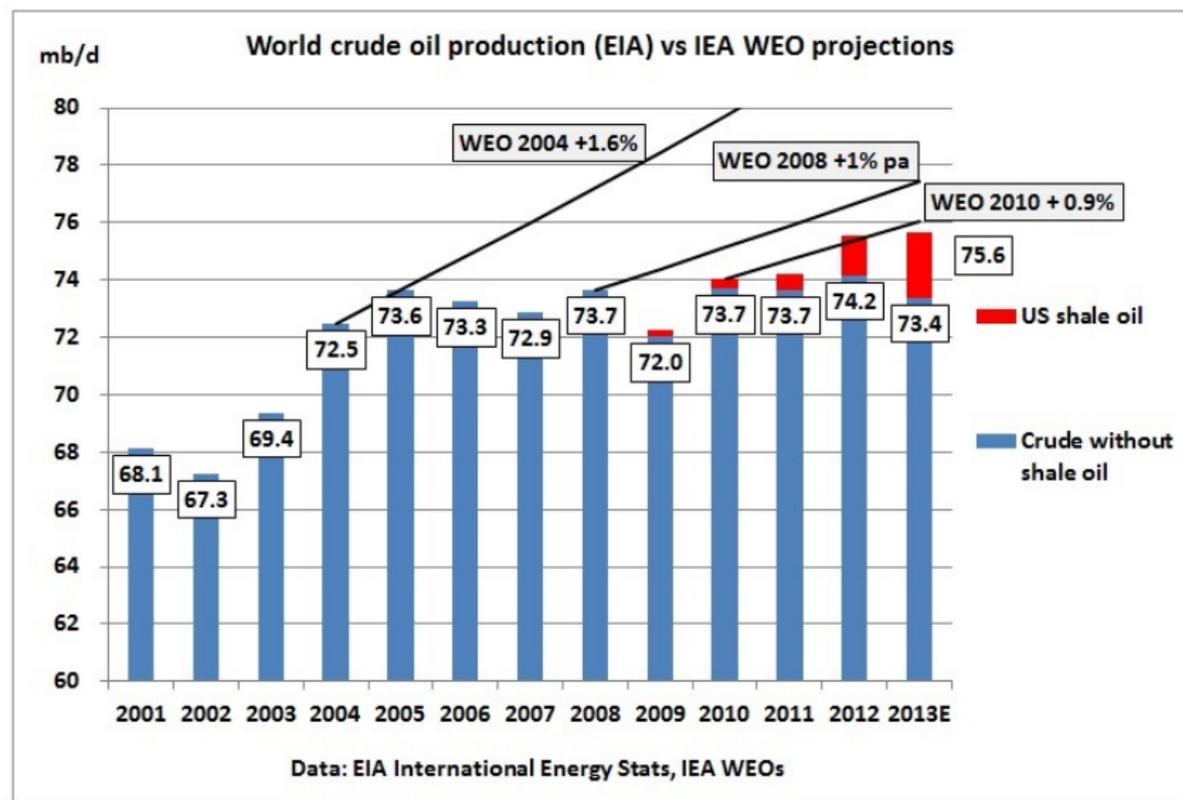
- Exxon, BP, EIA: 103-107 mbpd
- Total, IEA: 95-96 mbpd
- Kjell Aleklett (ASPO Europe): 75 mbpd (ex-shales)
- These are all peak oil forecasts—not much changed in last few years

Précision (Kjell Aleklett)



© Kjell Aleklett, Exergena

Historique (Matt Mushalnik)



La révolution du Fracking ?

Le Bakken : 03/2008 500 puits en production, 03/2015 9 500 puits.

La révolution du Fracking ?

Le Bakken : 03/2008 500 puits en production, 03/2015 9 500 puits.
Une technologie vieille de 50 ans. Son essor est dû à

- ▶ la hausse du prix.
- ▶ Dick Cheney, « clean water act » en 2005.

La révolution du Fracking ?

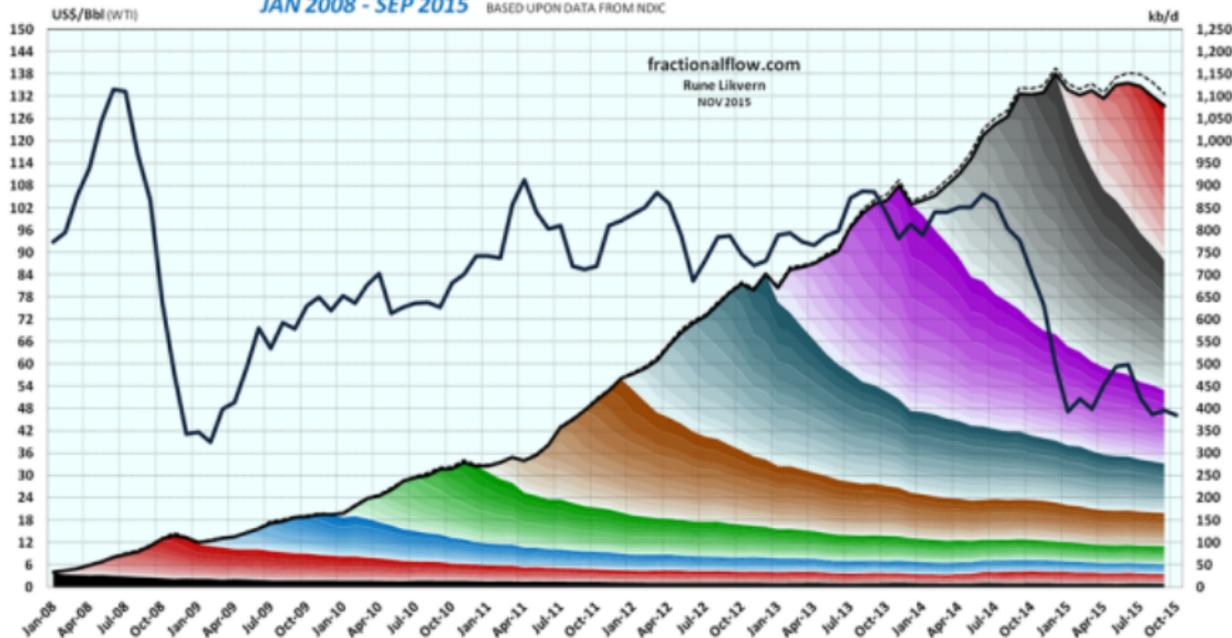
Le Bakken : 03/2008 500 puits en production, 03/2015 9 500 puits.
Une technologie vieille de 50 ans. Son essor est dû à

- ▶ la hausse du prix.
- ▶ Dick Cheney, « clean water act » en 2005.
- ▶ **du marketing.**

Tight Oil (Rune Likvern)

BAKKENND MB/TF/SANISH DEVELOPMENT IN LTO EXTRACTION BY VINTAGE

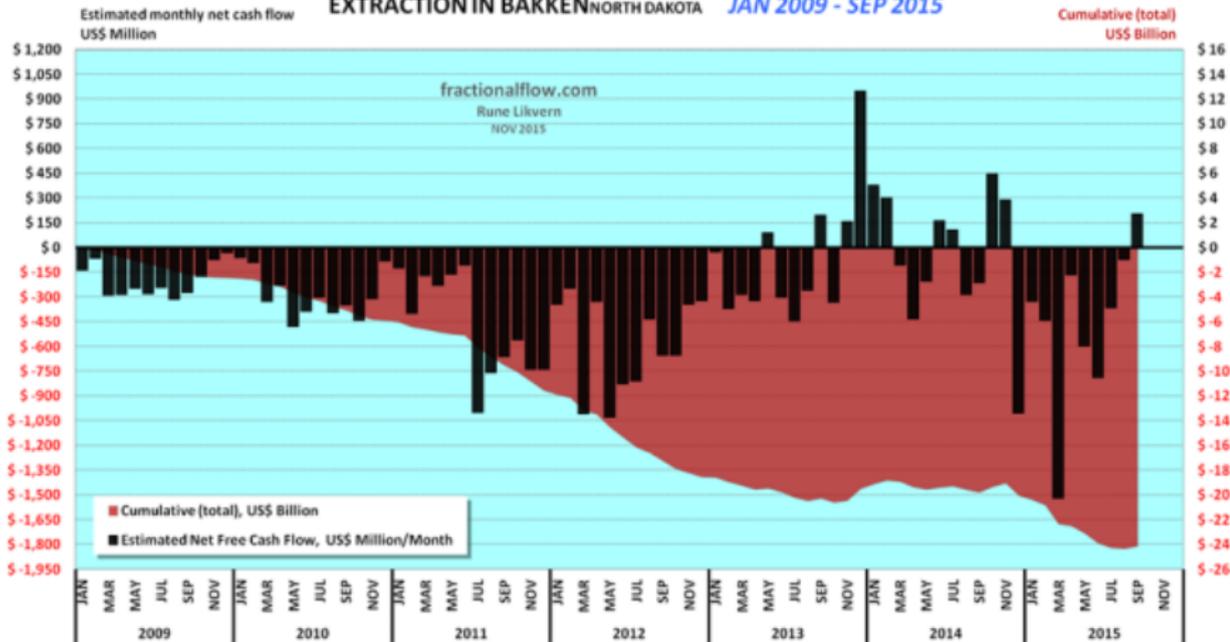
JAN 2008 - SEP 2015 BASED UPON DATA FROM NDC



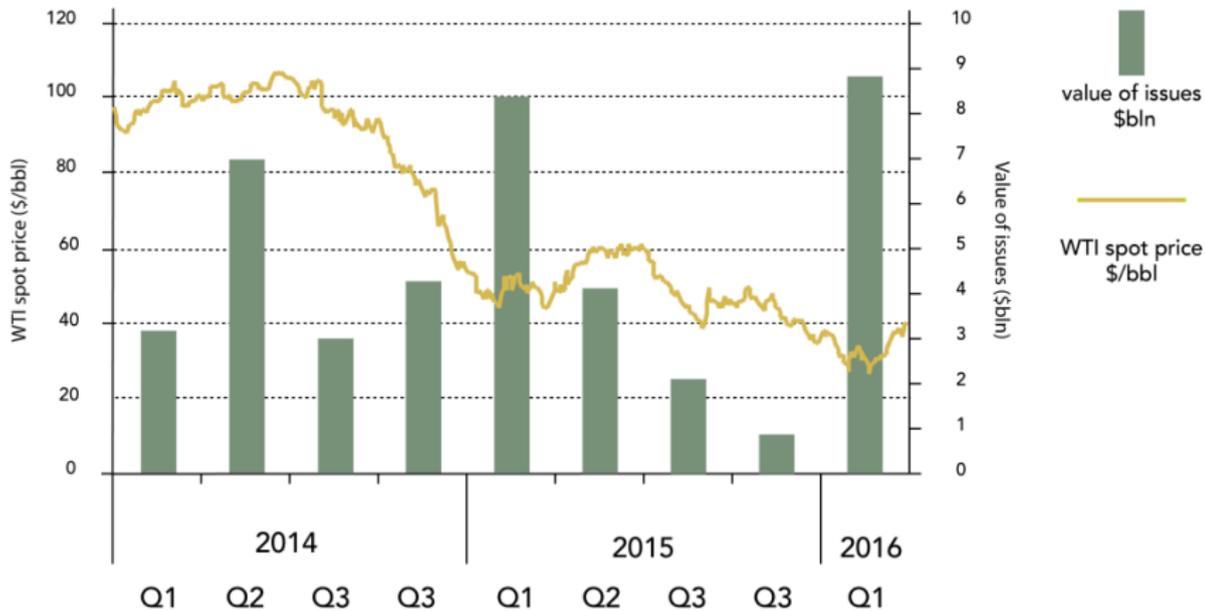
Tight Oil (Rune Likvern)

ESTIMATED MONTHLY NET CASH FLOWS AND CUMULATIVES FOR LIGHT TIGHT OIL

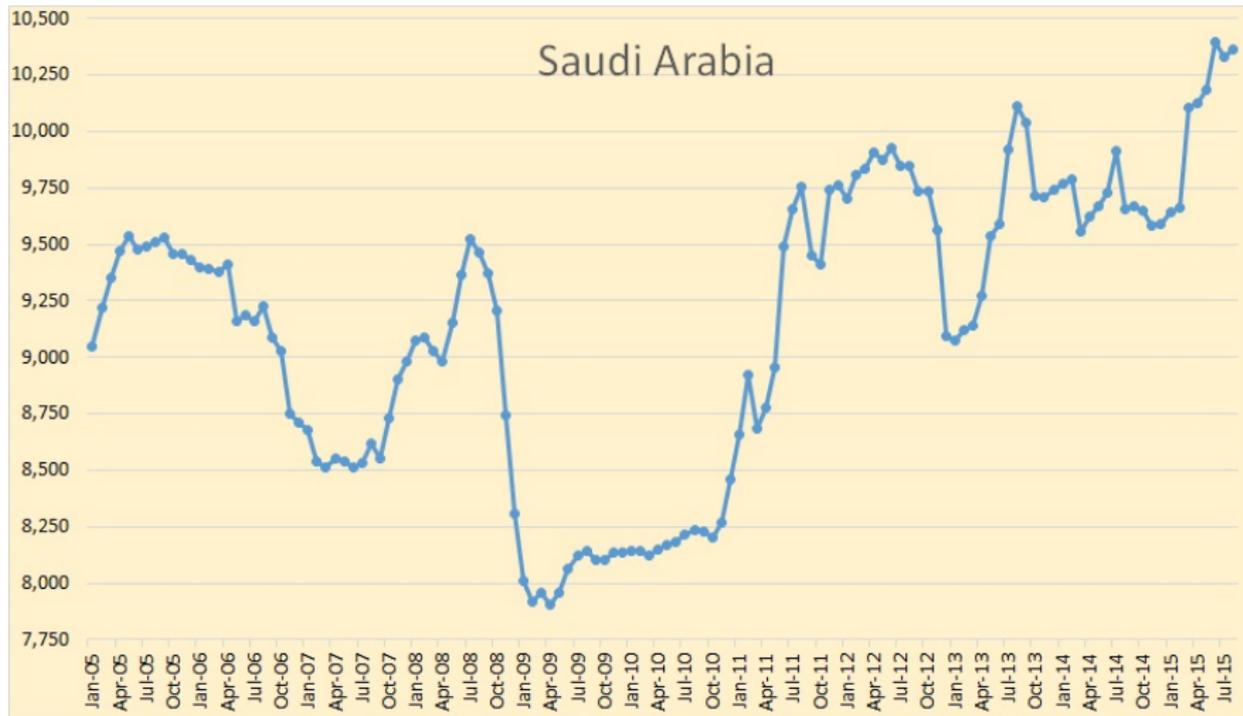
EXTRACTION IN BAKKEN NORTH DAKOTA JAN 2009 - SEP 2015



???



Production de l'Arabie Saoudite via Ron Patterson

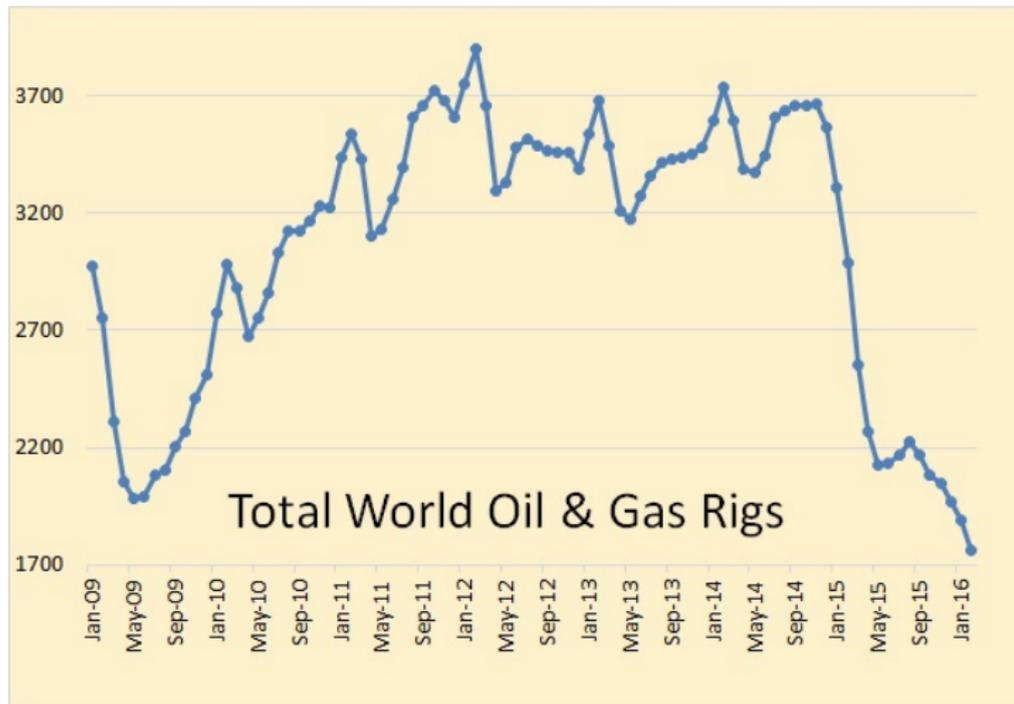


Réduction d'effectif dans

1. Le pétrole.
2. La finance.
3. L'agriculture.

Espérance de vie ?

État des lieux

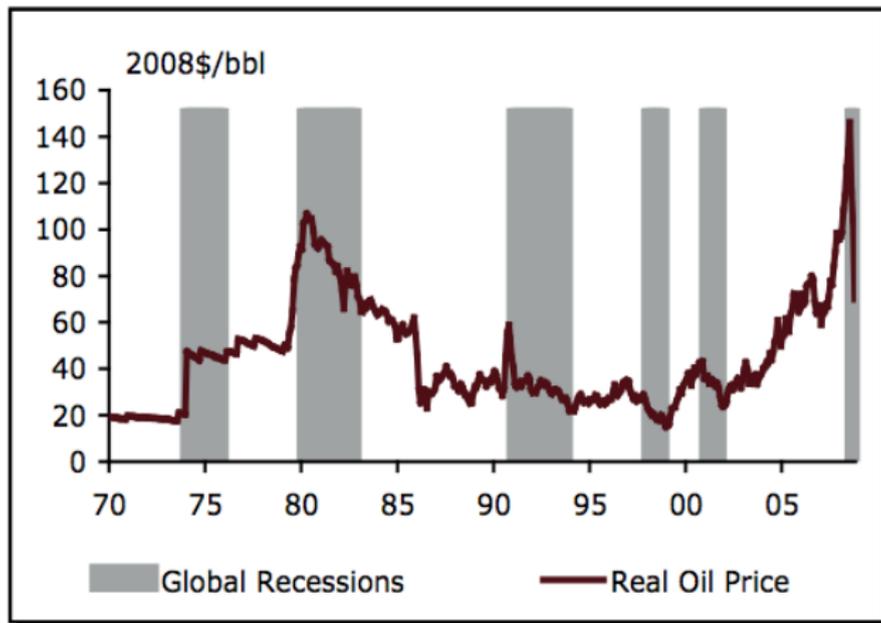


1. $q(t) = A \times 0,99^t$.
2. Guerre des prix.
3. Falaise de Sénèque.

1. $q(t) = A \times 0,99^t$.
2. Guerre des prix.
3. Falaise de Sénèque.

Même symptômes pour le charbon.

Past Recessions and Oil Spikes



Steve Keen et Ray Dalio

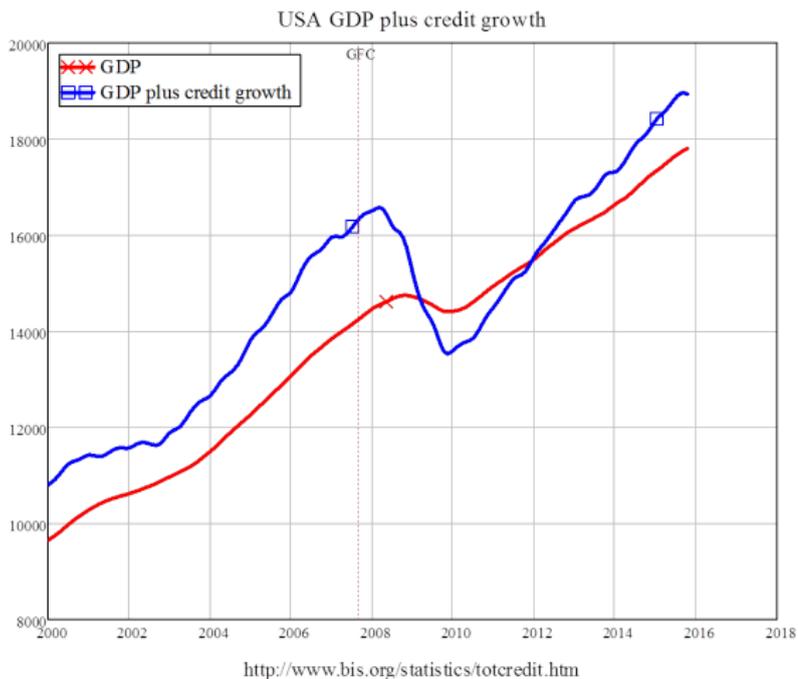


Figure 1. Former Soviet Union Oil Production as a Function of Cumulative Production



Que faire ?

1. But ?

Que faire ?

1. But ?
2. Nager contre le courant.

Que faire ?

1. But ?
2. Nager contre le courant.
3. Transition énergétique.

Que faire ?

1. But ?
2. Nager contre le courant.
3. Transition énergétique.
4. La permaculture.

Que faire ?

1. But ?
2. Nager contre le courant.
3. Transition énergétique.
4. La permaculture.

Voir « Demain ».