

ressources=f(PIB) ou PIB=f(ressources) : on le
saura bientôt

Ian Schindler (avec Aude Illig)

CeReMath



creative commons license share and share alike

ressources=f(PIB) ou PIB=f(ressources) ?

Malthus (1798); Forrester (1971)

Production d'énergie et alimentation peu importantes pour la production économique (Théorème du Cost Share).

La production d'énergie et d'alimentation sont fondamentales pour la production économique (dynamique du cost share).

ressources=f(PIB) ou PIB=f(ressources) ?

Malthus (1798); Forrester (1971)

Production d'énergie et alimentation peu importantes pour la production économique (Théorème du Cost Share).

La production d'énergie et d'alimentation sont fondamentales pour la production économique (dynamique du cost share).

Pénurie de ressources :

ressources=f(PIB) ou PIB=f(ressources) ?

Malthus (1798); Forrester (1971)

Production d'énergie et alimentation peu importantes pour la production économique (Théorème du Cost Share).

La production d'énergie et d'alimentation sont fondamentales pour la production économique (dynamique du cost share).

Pénurie de ressources :

prix hauts : opportunité

ressources=f(PIB) ou PIB=f(ressources) ?

Malthus (1798); Forrester (1971)

Production d'énergie et alimentation peu importantes pour la production économique (Théorème du Cost Share).

La production d'énergie et d'alimentation sont fondamentales pour la production économique (dynamique du cost share).

Pénurie de ressources :

prix hauts : opportunité

prix hauts pour consommateurs et bas pour extracteurs : pertes commerciales \implies chômage et bas salaires.

ressources=f(PIB) ou PIB=f(ressources) ?

Malthus (1798); Forrester (1971)

Production d'énergie et alimentation peu importantes pour la production économique (Théorème du Cost Share).

La production d'énergie et d'alimentation sont fondamentales pour la production économique (dynamique du cost share).

Pénurie de ressources :

prix hauts : opportunité

prix hauts pour consommateurs et bas pour extracteurs : pertes commerciales \implies chômage et bas salaires.

Cycles Séculaires

Turchin and Nefedov (2009)

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. élites / paysans ↗.
3. *Contraction*. Compétition entre élites. Guerres civiles, effondrement de l'état. Baisse de population.
4. *Inter-cycle*. Anarchique.

Principes

$$Y = Y(q) \in C^1(\mathbb{R}^d \mapsto \mathbb{R}), \quad q(t), p(t) \in \mathbb{R}^d.$$

Principes

$$Y = Y(q) \in C^1(\mathbb{R}^d \mapsto \mathbb{R}), q(t), p(t) \in \mathbb{R}^d.$$

$$C_i \stackrel{\text{def}}{=} p_i q_i / Y \implies p = CY/q \quad (0.1)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial q_i} = Y \left(\frac{\frac{\partial p_i}{\partial q_i}}{p_i} - \frac{\frac{\partial C_i}{\partial q_i}}{C_i} + \frac{1}{q_i} \right). \quad (0.2)$$

Principes

$$Y = Y(q) \in C^1(\mathbb{R}^d \mapsto \mathbb{R}), q(t), p(t) \in \mathbb{R}^d.$$

$$C_i \stackrel{\text{def}}{=} p_i q_i / Y \implies p = CY/q \quad (0.1)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial q_i} = Y \left(\frac{\frac{\partial p_i}{\partial q_i}}{p_i} - \frac{\frac{\partial C_i}{\partial q_i}}{C_i} + \frac{1}{q_i} \right). \quad (0.2)$$

$$Y \nearrow \leftarrow C \rightarrow, Y \rightarrow \text{ ou } Y \searrow \leftarrow C \nearrow.$$

Principes

$$Y = Y(q) \in C^1(\mathbb{R}^d \mapsto \mathbb{R}), q(t), p(t) \in \mathbb{R}^d.$$

$$C_i \stackrel{\text{def}}{=} p_i q_i / Y \implies p = CY / q \quad (0.1)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial q_i} = Y \left(\frac{\frac{\partial p_i}{\partial q_i}}{p_i} - \frac{\frac{\partial C_i}{\partial q_i}}{C_i} + \frac{1}{q_i} \right). \quad (0.2)$$

$Y \nearrow \longleftarrow C \rightarrow, Y \rightarrow$ ou $Y \searrow \longleftarrow C \nearrow$.

$c =$ coût d'extraction/salaires.

Croissance : $c \approx \text{cste}$.

Stagflation et contraction : $c \nearrow$.

Conjecture

Conjecture

$$\frac{\partial Y}{\partial q_i} \gg 0 \implies \frac{\partial p_i}{\partial q_i} > 0.$$

Alba et al. (1994)

Scaling

$$Y = Kq^\alpha \implies p = CKq^{\alpha-1}. \quad (0.3)$$

$$q = K'Y^{1/\alpha}. \quad (0.4)$$

Scaling

$$Y = Kq^\alpha \implies p = CKq^{\alpha-1}. \quad (0.3)$$

$$q = K'Y^{1/\alpha}. \quad (0.4)$$

Résultats : 1937 - 1970 : $\alpha_g \approx 2/3 < 1$.

1970 - 2014 : $\alpha_s \approx 2,3 > 1$.

intensité énergétique de l'économie ↘.

Scaling

croissance :

$$\alpha_g : q_1 = 1,1q_0 \implies Y_1 = 1,07Y_0, p_1 = 0,97p_0 C_1/C_0.$$

$$\alpha_s : q_1 = 1,1q_0 \implies Y_1 = 1,23Y_0, p_1 = 1,13p_0 C_1/C_0.$$

Jevons (1866)

Scaling

croissance :

$$\alpha_g : q_1 = 1,1q_0 \implies Y_1 = 1,07Y_0, p_1 = 0,97p_0 C_1/C_0.$$

$$\alpha_s : q_1 = 1,1q_0 \implies Y_1 = 1,23Y_0, p_1 = 1,13p_0 C_1/C_0.$$

Jevons (1866)

contraction :

$$\alpha_g : q_1 = 0,9q_0 \implies Y_1 = 0,93Y_0, p_1 = 1,03p_0 C_1/C_0.$$

$$\alpha_s : q_1 = 0,9q_0 \implies Y_1 = 0,77Y_0, p_1 = 0,85p_0 C_1/C_0.$$

Tainter (1988)

Scaling

croissance :

$$\alpha_g : q_1 = 1,1q_0 \implies Y_1 = 1,07Y_0, p_1 = 0,97p_0 C_1/C_0.$$

$$\alpha_s : q_1 = 1,1q_0 \implies Y_1 = 1,23Y_0, p_1 = 1,13p_0 C_1/C_0.$$

Jevons (1866)

contraction :

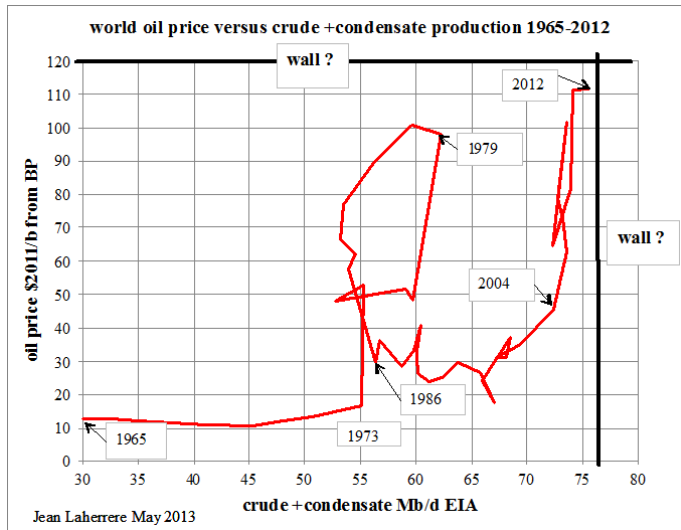
$$\alpha_g : q_1 = 0,9q_0 \implies Y_1 = 0,93Y_0, p_1 = 1,03p_0 C_1/C_0.$$

$$\alpha_s : q_1 = 0,9q_0 \implies Y_1 = 0,77Y_0, p_1 = 0,85p_0 C_1/C_0.$$

Tainter (1988)

Cost share? C_{\min} ? Citoyen médian?

Prix = f(quantité) ?



Modèle

$$\nabla Q_t \stackrel{\text{def}}{=} Q_t - Q_{t-1}, \quad (0.5)$$

$$\nabla^2 Q_t \stackrel{\text{def}}{=} \nabla(Q_t - Q_{t-1}) = Q_t - 2Q_{t-1} + Q_{t-2}. \quad (0.6)$$

$$P_t = \exp(2,1 + 0,029 Q_t - 0,20 \nabla Q_t + 0,081 \nabla^2 Q_t + \epsilon_t). \quad (0.7)$$

Conjecture

$C \nearrow \implies$ récession.

Hamilton (2009)

Modèle

$$\nabla Q_t \stackrel{\text{def}}{=} Q_t - Q_{t-1}, \quad (0.5)$$

$$\nabla^2 Q_t \stackrel{\text{def}}{=} \nabla(Q_t - Q_{t-1}) = Q_t - 2Q_{t-1} + Q_{t-2}. \quad (0.6)$$

$$P_t = \exp(2,1 + 0,029 Q_t - 0,20 \nabla Q_t + 0,081 \nabla^2 Q_t + \epsilon_t). \quad (0.7)$$

Conjecture

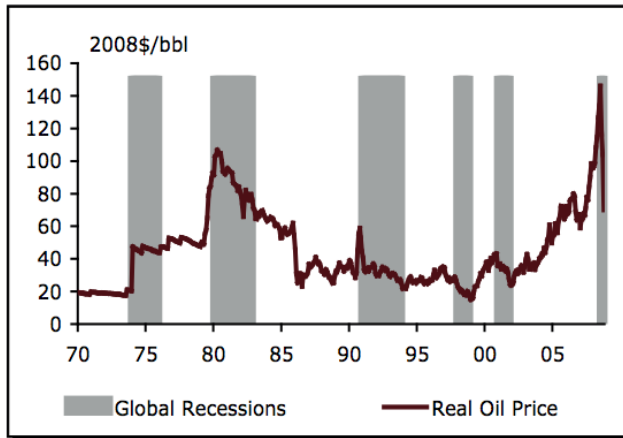
$C \nearrow \implies$ récession.

Hamilton (2009)

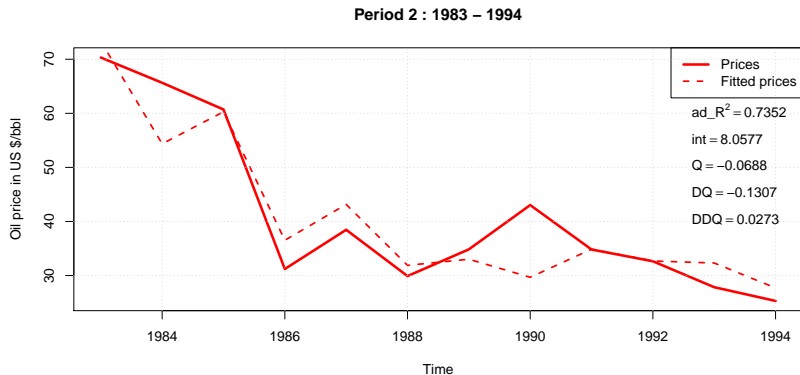
$p \nearrow \implies C \nearrow \implies$ récession $\implies p \searrow$.

Récession

Past Recessions and Oil Spikes



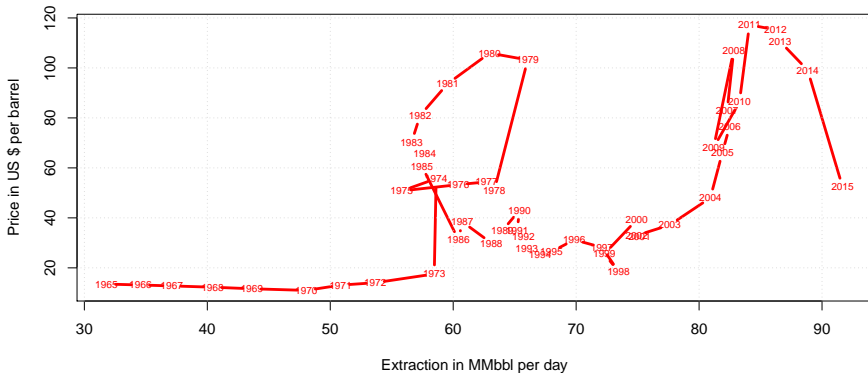
1983-1994



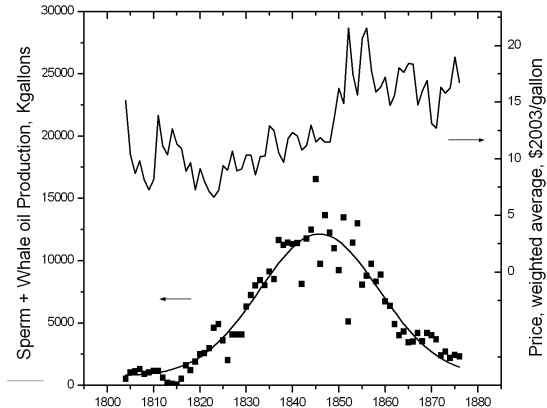
(0.2)

Price vs quantité

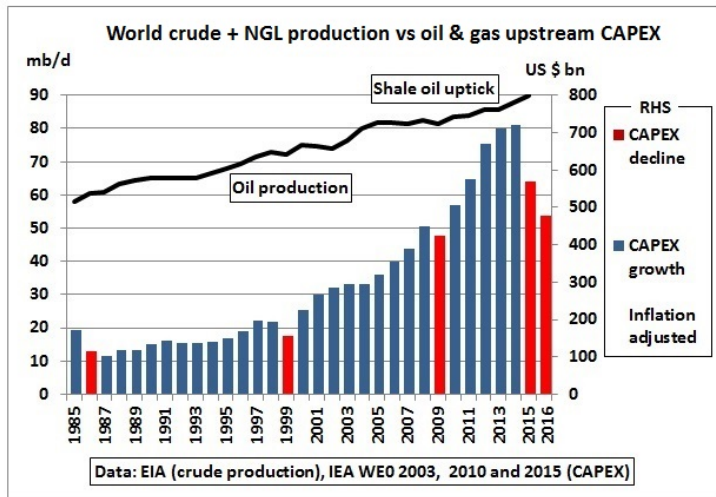
Price vs Production (1965 – 2015)



Baleines via Bardi (2004)



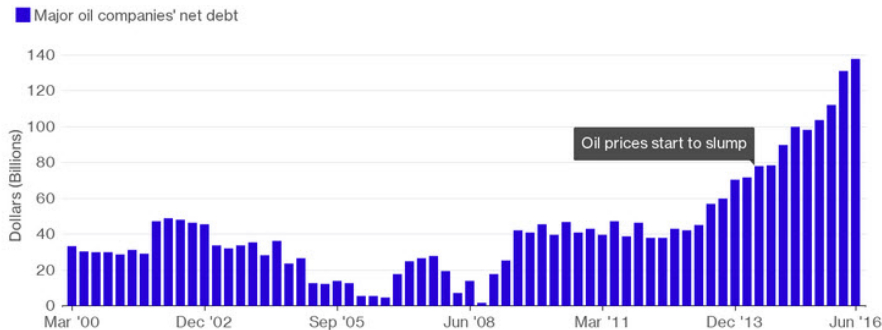
CAPEX hystérésis (via Matt Mushalnik)



Dette

Debt Mountain

The biggest oil companies have piled on debt to pay dividends during the price slump



Source: Bloomberg

Bloomberg

- Alba, P., Moury, G., and Ploton, B. (1994). Le prix du pétrole n'est pas ce que l'on pense. Technical report, Total.
- Bardi, U. (2004). Prices and production over a complete Hubbert cycle : the case of the American whaling industry in the 19th century. *ASPO*.
- Forrester, J. (1971). *World Dynamics*. Wright-Allen Press.
- Hamilton, J. (2009). Causes and consequences of the oil shock 2007-08. *Brookings Papers on Economic Activity*.
- Jevons, W. S. (1866). *The Coal Question (2nd ed)*. London : Macmillan and Co.
- Malthus, T. R. (1798). *An Essay on the Principle of Population*. J. Johnson, London.
- Tainter, J. (1988). *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge University Press.
- Turchin, P. and Nefedov, S. (2009). *Secular Cycles*. Princeton University Press.