

# Autour des matières premières

Un programme de recherches

June 17, 2016

- Facteurs de production (notamment, sources d'énergie primaire).

- Facteurs de production (notamment, sources d'énergie primaire).
- Problèmes des utilisateurs (EDF):

- Facteurs de production (notamment, sources d'énergie primaire).
- Problèmes des utilisateurs (EDF):
  - garantir les sources d'approvisionnement

- Facteurs de production (notamment, sources d'énergie primaire).
- Problèmes des utilisateurs (EDF):
  - garantir les sources d'approvisionnement
  - prévoir les cours (investissements)

- Facteurs de production (notamment, sources d'énergie primaire).
- Problèmes des utilisateurs (EDF):
  - garantir les sources d'approvisionnement
  - prévoir les cours (investissements)
  - se couvrir (contrats à terme)

- Facteurs de production (notamment, sources d'énergie primaire).
- Problèmes des utilisateurs (EDF):
  - garantir les sources d'approvisionnement
  - prévoir les cours (investissements)
  - se couvrir (contrats à terme)
- Chaque marché physique engendre un ou plusieurs marchés financiers, où l'on négocie des futures, qui sont des paris sur les prix constatés sur le marché physique

- Facteurs de production (notamment, sources d'énergie primaire).
- Problèmes des utilisateurs (EDF):
  - garantir les sources d'approvisionnement
  - prévoir les cours (investissements)
  - se couvrir (contrats à terme)
- Chaque marché physique engendre un ou plusieurs marchés financiers, où l'on négocie des futures, qui sont des paris sur les prix constatés sur le marché physique
- Et ces marchés engendrent non pas un mais plusieurs prix: au comptant / à terme, physique / future



Les marchés de matières premières ne sont pas isolés

- **Connectés à la consommation: les cours sont sensibles aux changements d'usage (les biofuels ont fait flamber les cours du maïs)**

Les marchés de matières premières ne sont pas isolés

- Connectés à la consommation: les cours sont sensibles aux changements d'usage (les biofuels ont fait flamber les cours du maïs)
- Connectés entre eux: en cas de cours trop élevé, une matière première peut se substituer à l'autre (riz, blé, maïs) (plusieurs type de pétrole, de gaz ou de charbon)

Les marchés de matières premières ne sont pas isolés

- Connectés à la consommation: les cours sont sensibles aux changements d'usage (les biofuels ont fait flamber les cours du maïs)
- Connectés entre eux: en cas de cours trop élevé, une matière première peut se substituer à l'autre (riz, blé, maïs) (plusieurs type de pétrole, de gaz ou de charbon)
- Connectés aux marchés boursiers: grâce aux marchés de futures, les capitaux sont mobiles et peuvent se reporter des marchés d'action ou d'obligations sur les marchés de matières premières (le "savings glut" de Bernanke)

Construire un modèle permettant de comprendre toutes ces connections, et de répondre à quelques questions classiques:

- Le prix à terme est-il supérieur (report) ou inférieur (déport) au prix au comptant ?

Construire un modèle permettant de comprendre toutes ces connections, et de répondre à quelques questions classiques:

- Le prix à terme est-il supérieur (report) ou inférieur (déport) au prix au comptant ?
- Quelle est la structure à terme des prix ?

Construire un modèle permettant de comprendre toutes ces connections, et de répondre à quelques questions classiques:

- Le prix à terme est-il supérieur (report) ou inférieur (déport) au prix au comptant ?
- Quelle est la structure à terme des prix ?
- Le prix du future est-il égal à l'espérance du prix au comptant á la date considérée ?

Construire un modèle permettant de comprendre toutes ces connections, et de répondre à quelques questions classiques:

- Le prix à terme est-il supérieur (report) ou inférieur (déport) au prix au comptant ?
- Quelle est la structure à terme des prix ?
- Le prix du future est-il égal à l'espérance du prix au comptant à la date considérée ?
- La spéculation influence-t-elle le prix de la matière première ?

Construire un modèle permettant de comprendre toutes ces connections, et de répondre à quelques questions classiques:

- Le prix à terme est-il supérieur (report) ou inférieur (déport) au prix au comptant ?
- Quelle est la structure à terme des prix ?
- Le prix du future est-il égal à l'espérance du prix au comptant à la date considérée ?
- La spéculation influence-t-elle le prix de la matière première ?
- Pourquoi les cours sont-ils dissymétriques à la hausse ?



Construire un modèle permettant de comprendre toutes ces connections, et de répondre à quelques questions classiques:

- Le prix à terme est-il supérieur (report) ou inférieur (déport) au prix au comptant ?
- Quelle est la structure à terme des prix ?
- Le prix du future est-il égal à l'espérance du prix au comptant à la date considérée ?
- La spéculation influence-t-elle le prix de la matière première ?
- Pourquoi les cours sont-ils dissymétriques à la hausse ?
- Les cours des futures sont-ils moins volatils quand on se rapproche de l'échéance ? (effet Samuelson)

# Un modèle modulaire

Le module de base est le suivant. Il y a une seule matière première, deux dates,  $t$  et  $t + 1$ , et deux marchés, le physique et le financier, ouverts à chaque date. Interviennent sur le marché des stockeurs, des transformeurs et des spéculateurs. Sur le physique, les transactions ont lieu au comptant. Sur le financier, les futures sont achetés à la date  $t$  et sont soldés à la date  $t + 1$ . Il y a donc deux prix, le prix du physique  $P_t$  et le prix du future  $F_t$ .

À la date  $t$  une quantité  $\omega_t$  (la récolte) arrive sur le marché, et on exécute les contrats conclus à la date  $t - 1$ . On appelle  $z_t$  la quantité qui reste, et qui est donc disponible pour de nouvelles transactions.

Tous les agents sont supposés moyenne-variance.

# Les équations au temps

$t$

Quantité disponible:

- transmise de  $t - 1$  à  $t$ :

$$z_t = \omega_t + n_I \max \{F_{t-1} - P_{t-1}, 0\} - n_P \max \{Q - F_{t-1}, 0\}$$

- apurement du marché physique:

$$z_t = M - mP_t + n_I \max \{F_t - P_t, 0\}$$

- apurement du marché financier:

$$\frac{1}{1+r} E [P_{t+1} | t] - F_t = \alpha \text{Var} [P_{t+1} | t] H_t$$

Noter que les prix au temps  $t$  dépendent (a) des quantités héritées du temps  $t - 1$  et (b) des anticipations des prix au temps  $t + 1$ . Si on connaît  $E [P_{t+1} | t]$  et  $\text{Var} [P_{t+1} | t]$ , on peut en déduire  $P_t$  et  $F_t$ .

# Le module peut fonctionner tout seul (IE, Lautier, Villeneuve)

On prend  $t = 1, 2$ . Le monde commence en  $t = 1$  et se termine en  $t = 2$ . Il y a trois marchés (comptant en  $t = 1$  et 2, et future en  $t = 1$ ), et trois prix, d'où trois équations d'équilibre que l'on peut réduire à deux:

$$\begin{aligned}mP_1 - \max\{P_1, 0\} &= \omega_1 \\mF + \gamma(n_I \max\{F - P_1, 0\} - n_P \max\{Q - F, 0\}) &= E[\omega_2 \mid 1]\end{aligned}$$

Deux équations linéaires par morceaux

## Quelques réponses:

- Report ou déport ?  $F > P_1$  ou  $F < P_1$  ?

## Quelques réponses:

- Report ou déport ?  $F > P_1$  ou  $F < P_1$  ?
  - Cela dépend !

## Quelques réponses:

- Report ou déport ?  $F > P_1$  ou  $F < P_1$  ?
  - Cela dépend !
- Base positive ou négative ?  $F > E[P_2]$  ou  $F < E[P_2]$  ?

## Quelques réponses:

- Report ou déport ?  $F > P_1$  ou  $F < P_1$  ?
  - Cela dépend !
- Base positive ou négative ?  $F > E[P_2]$  ou  $F < E[P_2]$  ?
  - Cela dépend !



## Quelques réponses:

- Report ou déport ?  $F > P_1$  ou  $F < P_1$  ?
  - Cela dépend !
- Base positive ou négative ?  $F > E[P_2]$  ou  $F < E[P_2]$  ?
  - Cela dépend !
- Les spéculateurs influencent-ils les prix ?

## Quelques réponses:

- Report ou déport ?  $F > P_1$  ou  $F < P_1$  ?
  - Cela dépend !
- Base positive ou négative ?  $F > E[P_2]$  ou  $F < E[P_2]$  ?
  - Cela dépend !
- Les spéculateurs influencent-ils les prix ?
  - Oui !

## Quelques réponses:

- Report ou déport ?  $F > P_1$  ou  $F < P_1$  ?
  - Cela dépend !
- Base positive ou négative ?  $F > E[P_2]$  ou  $F < E[P_2]$  ?
  - Cela dépend !
- Les spéculateurs influencent-ils les prix ?
  - Oui !
- Est-ce qu'ils facilitent la vie aux autres acteurs, stockeurs et transformeurs ?

## Quelques réponses:

- Report ou déport ?  $F > P_1$  ou  $F < P_1$  ?
  - Cela dépend !
- Base positive ou négative ?  $F > E[P_2]$  ou  $F < E[P_2]$  ?
  - Cela dépend !
- Les spéculateurs influencent-ils les prix ?
  - Oui !
- Est-ce qu'ils facilitent la vie aux autres acteurs, stockeurs et transformeurs ?
  - Cela dépend !

- Que se passe-t-il si interviennent sur le marché des investisseurs qui ont un portefeuille boursier à gérer et qui cherchent à le diversifier ? Dans quel sens influencent-ils les prix ?

# Le module peut fonctionner en parallèle (Isleimeyyeh)

- Que se passe-t-il si interviennent sur le marché des investisseurs qui ont un portefeuille boursier à gérer et qui cherchent à le diversifier ? Dans quel sens influencent-ils les prix ?
- Que se passe-t-il si deux marchés différents (la viande de porc et le pétrole) sont mis en contact par des spéculateurs qui interviennent sur les deux ? Dans quel sens influencent-ils les prix ?

## Le module peut fonctionner en série finie.

- Que se passe-t-il quand il y a du HFT (High Frequency trading) ? Les spéculateurs peuvent intervenir beaucoup plus vite que les autres acteurs. Dans quel sens influencent-ils les prix ?

## Le module peut fonctionner en série finie.

- Que se passe-t-il quand il y a du HFT (High Frequency trading) ? Les spéculateurs peuvent intervenir beaucoup plus vite que les autres acteurs. Dans quel sens influencent-ils les prix ?
- Que se passe-t-il quand les spéculateurs n'ont pas le même horizon temporel que les autres acteurs ? Dans quel sens influencent-ils les prix ?



On tombe alors sur deux problèmes:

- **récurrence en arrière: pour décider ce que l'on fait en  $t$ , il faut savoir de quoi on hérite de  $t - 1$**

La solution consiste à chercher une stratégie stationnaire: une fonction  $P(z)$  telle que, si l'état constaté au temps  $t$  est  $z_t$ , alors le prix sur le marché physique sera  $P(z_t)$ . Une telle fonction doit vérifier des conditions de cohérence portant sur  $E[P_{t+1} | t]$  et  $\text{Var}[P_{t+1} | t]$  (anticipations rationnelles).

On tombe alors sur deux problèmes:

- récurrence en arrière: pour décider ce que l'on fait en  $t$ , il faut savoir de quoi on hérite de  $t - 1$
- **récurrence en avant: pour décider ce que l'on fait en  $t$ , il faut deviner ce qui va se passer en  $t + 1$**

La solution consiste à chercher une stratégie stationnaire: une fonction  $P(z)$  telle que, si l'état constaté au temps  $t$  est  $z_t$ , alors le prix sur le marché physique sera  $P(z_t)$ . Une telle fonction doit vérifier des conditions de cohérence portant sur  $E[P_{t+1} | t]$  et  $\text{Var}[P_{t+1} | t]$  (anticipations rationnelles).

On construit un algorithme qui converge très vite et très bien. Le fait qu'il converge se démontre théoriquement, non sans peine, et montre l'existence et l'unicité de la stratégie markovienne. Du point de vue pratique, il permet d'engendrer des séries temporelles de prix que l'on peut comparer aux données

- On retrouve le fait que les cours sont dissymétriques á la hausse

On construit un algorithme qui converge très vite et très bien. Le fait qu'il converge se démontre théoriquement, non sans peine, et montre l'existence et l'unicité de la stratégie markovienne. Du point de vue pratique, il permet d'engendrer des séries temporelles de prix que l'on peut comparer aux données

- On retrouve le fait que les cours sont dissymétriques á la hausse
- On retrouve l'effet Samuelson