

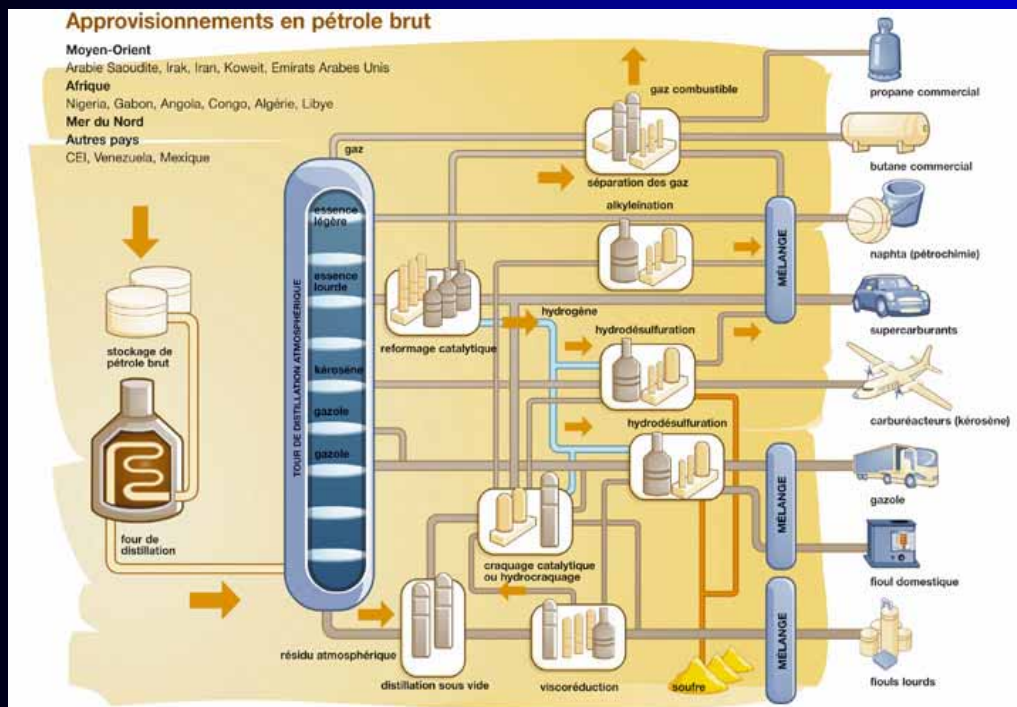
CFE-AEE

11^{ème} séminaire d'économie de l'énergie

**Problématiques soulevées par la question de
l'allocation des émissions du raffinage pétrolier**

**Axel Pierru
IFP**

Le raffinage pétrolier: une industrie à produits liés



Une raffinerie consomme entre 4% et 10% de sa charge de pétrole brut (en fonction de son niveau de conversion et de son âge)

Cette autoconsommation répond à des besoins de chaleur, de vapeur, d'électricité, de régénération de catalyseurs (FCC) ...

De plus, certaines réactions chimiques (vaporéformage) produisent du CO_2

Certaines unités sont plus émettrices de CO_2 (ex. FCC) que d'autres ...

➡ En France, émissions en CO_2 du raffinage pétrolier de l'ordre de 16 millions de tonnes par an

➡ Les raffineurs européens intègrent le coût des permis d'émission dans la fonction objectif des programmes linéaires utilisés pour gérer leurs raffineries.

Modélisation par programmation linéaire

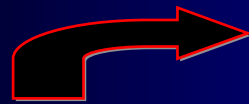
Utilisation répandue de la programmation linéaire en modélisation énergétique: raffinage pétrolier, production d'électricité ...

Minimisation d'un coût sous contraintes de répondre à une demande en produits raffinés (essence, diesel ...)

Parmi les contraintes à prendre en compte: contraintes bilanciellles (flux de produits), contraintes de qualité, et contraintes de capacité (dans le cas d'un problème de long terme)

 Modèles de long terme / modèles de court terme

Problèmes de long et court termes



coûts marginaux de long terme

A minimiser:

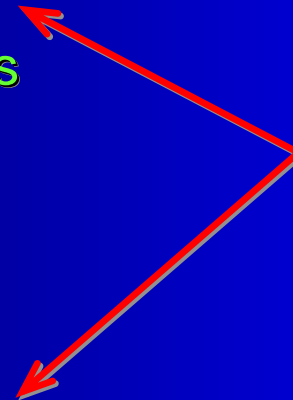
amortissements économiques + coûts d'exploitation + permis d'émission

Modèle de long terme
les capacités sont variables



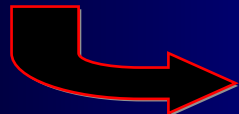
les capacités sont fixées
Modèle de court terme

demande en produits raffinés à satisfaire



A minimiser:

coûts d'exploitation + permis d'émission



coûts marginaux de court terme

Définition de la contribution marginale d'un produit aux émissions de CO₂

Contribution marginale aux émissions de CO₂ d'un produit donné: variation de la quantité totale de CO₂ émise par la raffinerie si on accroît d'une tonne la demande de ce produit.

Coût marginal de court terme

=

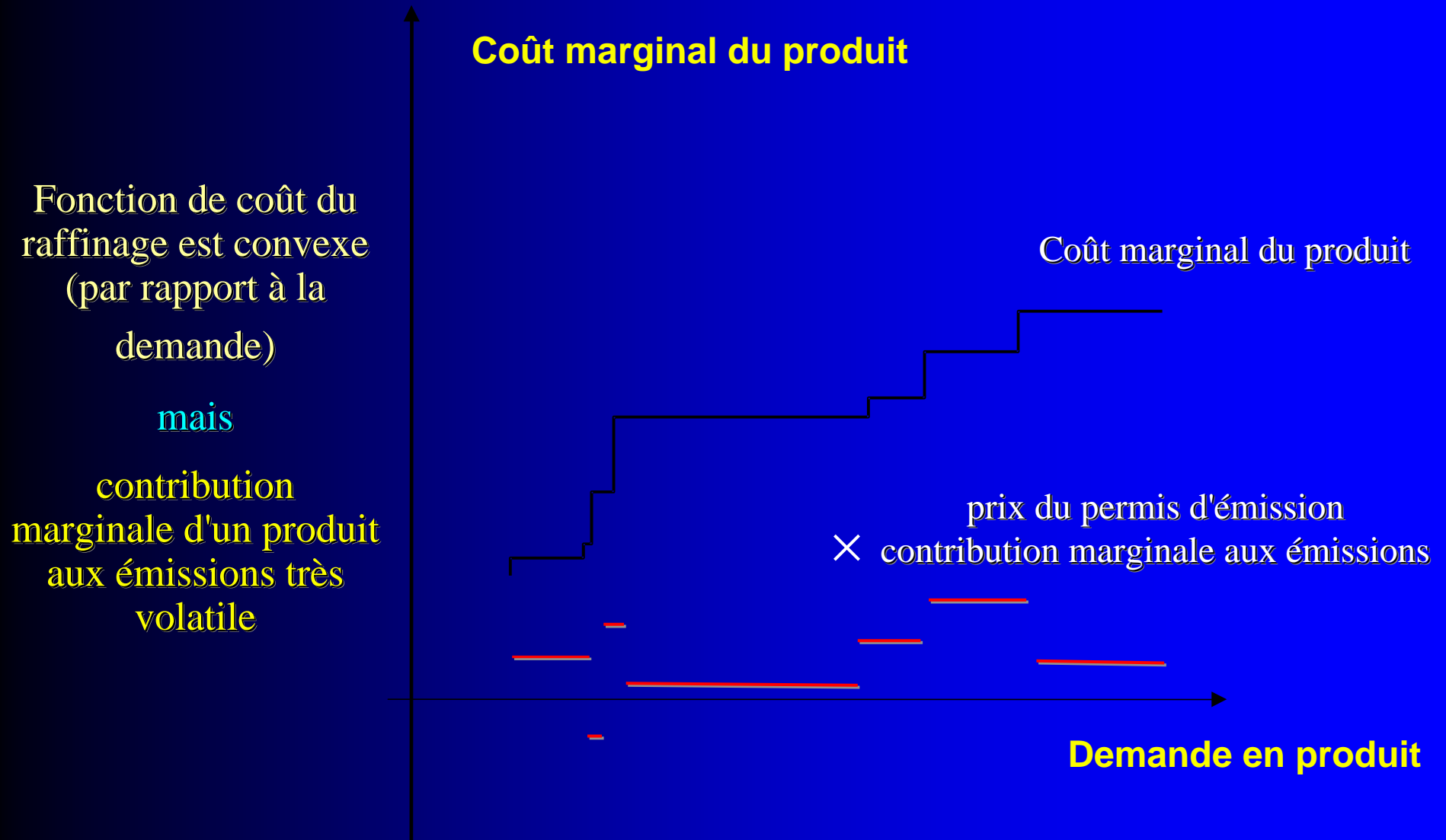
coût marginal d'exploitation

+

prix du permis d'émission × contribution marginale aux émissions

→ Contribution marginale aux émissions peut être vue comme un "morceau" du coût marginal du produit considéré ("variable duale élémentaire")

une contribution marginale "erratique"



Problématique de l'allocation des émissions de CO₂ du raffinage

→ Pourquoi allouer les émissions du raffinage entre les différents produits pétroliers?

→ Comment procéder à cette allocation?

Allocation sur une base marginale possible dans le cadre d'un modèle de long terme mais non dans celui d'un modèle de court terme ...

A long terme:

Quantité totale émise par la raffinerie = $\sum_{\text{ensemble des produits}}$ contribution marginale \times quantité produite

A court terme:

Quantité totale émise par la raffinerie \neq $\sum_{\text{ensemble des produits}}$ contribution marginale \times quantité produite

Allocation des émissions de CO₂ d'une raffinerie pétrolière: solutions étudiées

Utilisation des contributions marginales pour allouer les émissions de carbone

Contributions marginales proportionnellement ajustées

Utilisation de coefficients du tableau du simplexe

Adaptation de la méthode d'Aumann-Shapley

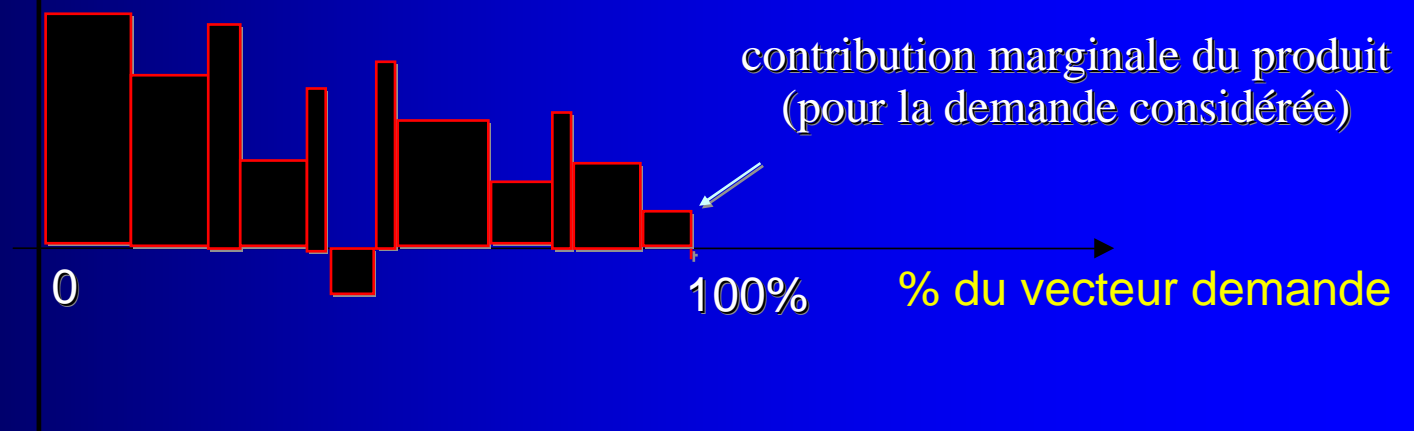
Adaptation d'une tarification de type Ramsey-Boîteux

Allocation suivant la formule d'Aumann-shapley

Allocation d'Aumann-Shapley à un produit donné:

intégrale du coût marginal de ce produit le long du rayon allant de l'origine au vecteur de demande

Contribution marginale du produit aux émissions



Adaptation de Ramsey-Boiteux

$$C(b) = C_1(b) + C_2(b)$$

fonction de coût
coût d'exploitation
coût des émissions

$p_i(b_i)$ fonction de demande inverse relative au produit i (pour une demande b_i)

$$\text{Max} \sum_{i=1}^m \int_0^{b_i} p_i(u_i) du_i - C(b)$$

$$\text{s.c.} \sum_{i=1}^m b_i \left(p_i(b_i) - \frac{\partial C_1}{\partial b_i}(b) \right) = C_2(b)$$

$$\frac{\partial^2 C_1}{\partial b_j \partial b_i}(b) \quad j = 1, 2, \dots, m \quad \text{car linéaire par morceaux}$$

En supposant nulles les élasticités croisées:

$$\frac{p_i(b_i) - \frac{\partial C}{\partial b_i}(b)}{p_i(b_i)} = \frac{k}{\eta_i} \quad \text{avec} \quad \eta_i = \frac{db_i / b_i}{dp_i / p_i}$$

Points soulevés

- volatilité de la contribution marginale d'un produit: conséquences pour l'approche marginale?
- court terme versus long terme
- Désadaptation des capacités
- Choix de la méthode d'allocation

Merci de votre attention ...