

# Optimisation dynamique stochastique pour l'achat de brut

Thomas Martin<sup>1</sup>, Michel De Lara<sup>1</sup>, Jean-Philippe Chancelier<sup>1</sup>, Pierre Carpentier<sup>2</sup>  
Anna Robert<sup>3</sup>, Alain Kleinmann<sup>3</sup>, Pierre Lutran<sup>3</sup>, Alireza Tehrani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Cermics, Ecole des Ponts, Marne la Vallée, France

<sup>2</sup> UMA, ENSTA Paris, Institut Polytechnique de Paris, 91120 Palaiseau, France

<sup>3</sup> Total R&D

<sup>4</sup> Total RC

**Mots-clés :** *raffinage, supply chain, optimisation stochastique, programmation dynamique*

## 1 Introduction

Une raffinerie est alimentée à intervalles réguliers par des pétroles bruts, de caractéristiques physiques et chimiques diverses, achetés plusieurs semaines à l'avance. Dans ce travail nous considérons l'achat optimal de tels bruts dans un contexte d'incertitude. En effet, l'approvisionnement des bruts est soumis à de nombreux aléas que nous classons en deux catégories : (1) les incertitudes financières, comme les prix des pétroles bruts, des produits de la raffinerie ou le coût du fret ; (2) les incertitudes physiques, comme certains aléas logistiques, les caractéristiques exactes des bruts ou la disponibilité des unités en raffinerie. Nous proposons une formulation de la gestion de l'approvisionnement comme un problème d'optimisation stochastique multi-étapes. Nous proposons ensuite des politiques d'achat maximisant la marge de la raffinerie.

## 2 Schéma d'approvisionnement en pétrole brut

Nous présentons le schéma d'un modèle qui comporte trois particularités :

- les achats (commandes), hebdomadaires, et les consommations, mensuelles, sont réalisés à des échelles de temps différentes,
- un nombre donné de bruts (typiquement 3 ou 4) doit être commandé pour un mois de consommation  $m$ ,
- seules certaines combinaisons de bruts sont acceptables chaque mois  $m$ .

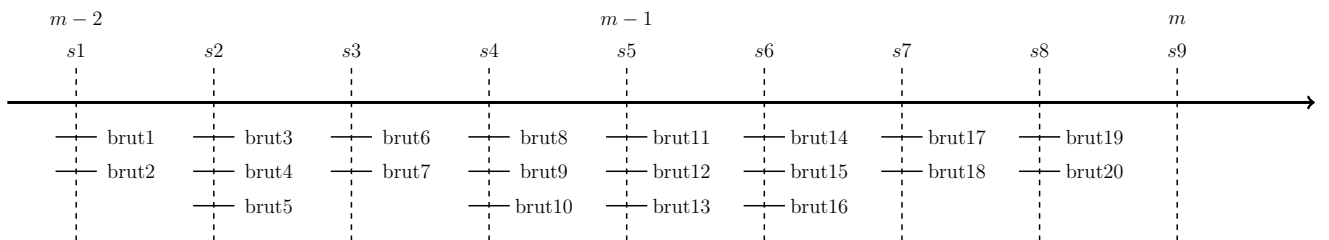


FIG. 1 – Schéma du problème à 1 mois de consommation ( $m$ ) et 2 mois d'achat ( $m - 2$  et  $m - 1$ ). Chacun des 20 bruts est disponible une seule semaine au cours des 8 semaines précédant la livraison en  $m$  ; par exemple, les bruts 3, 4, 5 ne peuvent être commandés qu'en semaine 2.

Nous formulons un problème d'optimisation stochastique dont le critère est l'espérance de la marge de la raffinerie sur l'exercice du mois  $m$ . Les aléas considérés sont les prix des bruts et des produits, ainsi que le stock au début du mois  $m$ .

### 3 Méthodes de résolution

Une fois le problème d'optimisation posé, nous présentons et comparons quatre politiques d'achat. Deux politiques reposent sur un unique scénario : la première applique la méthode actuellement utilisée par Total (*Total method*) pour l'achat de bruts ; la seconde s'inspire de la technique de commande prédictive (*MPC-like*). Les deux autres politiques reposent sur de multiples scénarios et utilisent la programmation dynamique stochastique (*SDP*). L'une (*SDP<sub>esp</sub>*) optimise une espérance (risque neutre) alors que l'autre (*SDP<sub>CVaR</sub>*) utilise une mesure de risque (*conditional value at risk*).

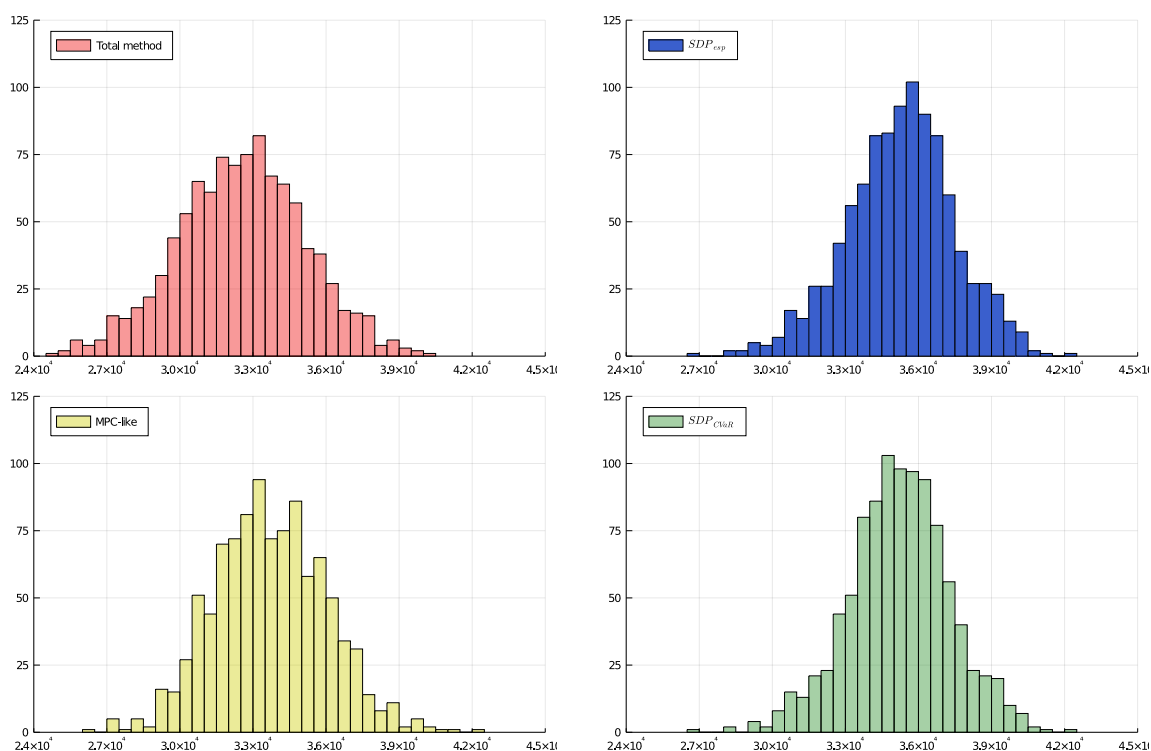


FIG. 2 – Histogrammes des scores de test pour quatre politiques (plus le score est élevé, sur la droite, meilleur est le résultat)

Ici, comme en optimisation stochastique, on compare les quatre politiques selon les distributions de probabilité des marges. L'observation des histogrammes indique que les politiques obtenues par *SDP* (histogrammes bleu et vert, côté droit) font mieux que les politiques n'utilisant qu'un scénario (rouge et jaune, côté gauche) : les histogrammes sont moins étalés et les gains moyens sont supérieurs d'environ 10%.