

Optimisation du planning de production et de l’approvisionnement en énergie d’un site industriel

Zoé Fornier, Vincent Leclere
Ecole des Ponts
Metron

Mots clés : Optimisation stochastique, Energies renouvelables, Planning de production

Nous proposons un modèle stochastique en variables mixtes permettant d’optimiser simultanément le planning de production d’un site industriel ainsi que son approvisionnement en énergie. La difficulté de ce problème réside en deux points : d’une part les variables binaires permettant de considérer les contraintes de production ; d’autre part la stochasticité de l’apport en énergie renouvelable.

Dans notre cas d’étude (tiré d’un cas réel), le site industriel dispose de 3 moulins, ou lignes de production, et de silos dans lesquels stocker les 3 types de ciments produits. L’usine doit répondre à une demande en temps réel en chaque ciment. Il s’agit pour nous d’une part de délivrer un planning de production à l’usine, c’est à dire d’indiquer quel ciment doit être produit sur quel moulin à quelle heure ; d’autre part d’indiquer comment l’usine doit se fournir en énergie. Effectivement, pour répondre au planning de production, une certaine quantité d’énergie est nécessaire à chaque instant: alors l’usine peut soit l’acheter à un réseau électrique extérieur ; soit la récupérer par une production locale via des panneaux photo-voltaiques installés sur site ; soit la décharger d’une batterie (ou en charger dans la batterie).

Nous étudions le problème sur l’horizon de la journée, avec un pas de temps de l’heure (donc 24 pas de temps au total), et l’objectif est de minimiser les coûts du site, sachant que seuls les coûts d’achat d’énergie sont considérés.

Nous commençons par une étude de la version déterministe du problème (PLNE), où nous nous intéressons à la complexité du problème, à sa convexité et à son paramétrage. Le problème n’est pas convexe, mais on étudie son défaut de convexité. Celui-ci étant très faible, nous pourrions raisonnablement faire des approximations convexe des fonctions de coûts par la suite.

Puis, nous souhaitons étendre notre problème en prenant en compte l'incertitude sur la production d'énergie renouvelable. Pour cela, nous optons pour de l'optimisation stochastique plutôt que de l'optimisation robuste.

Nous envisageons alors deux méthodes classiques pour résoudre ce problème : la programmation dynamique et *model predictif control*. Ces méthodes requièrent un temps de calcul important. C'est pourquoi nous explorons différentes heuristiques qui exploitent la résolution rapide de la relaxation continue du problème par l'algorithme *stochastic dual dynamic programming* (SDDP). La première heuristique consiste à utiliser comme sous-approximation des fonctions de coûts futurs celle donnée par les coupes calculées par SDDP. Enfin, alors que la programmation dynamique décompose un problème à T pas de temps à T problèmes à 1 pas de temps, pour mieux prendre en compte les contraintes d'intégrité, on considère une décomposition par programmation dynamique en problème sur deux pas de temps. Cette idée peut être appliquée à l'heuristique avec des coupes.

Le paramétrage du modèle est tiré de données réelles. Les approches proposées sont numériquement testées sur ce problème.