Approches actuellement utilisées dans la gestion de production court-terme

Processus journalier

- Les programmes de production du jour J doivent être transmis au GRT en J-1 a 16h.

- L'entité opérationnelle centrale qui porte ce processus est le centre de production et d'optimisation.

- Le rôle de cette entité comporte plusieurs composantes :
  - Prendre en compte des hypothèses actualisées sur tous les moyens du parc pour la journée J.
  - Calculer les programmes de production de tous les moyens du parc.
  - Transmettre ces programmes au GRT.

Processus journalier

- Le problème journalier s'inscrit dans un processus continu en temps réel. La préparation et le lancement du modèle de placement de la production **journalière** se fait concrètement entre 7h et 16h du J-1.

- Échanges continus entre les différents sites de moyens de production et le centre d'optimisation et de production pour une mise a jour des informations sur la disponibilité des moyens, leur possibilité de production sur J et J+1.

Processus journalier

- Deux lancements du modèle d'optimisation, précédés et suivis par des échanges avec d'autres entités opérationnelles :
  - Centre de production et d'optimisation hydraulique.
  - Trading
  - Direction commerce.

- Comme toutes les contraintes ne sont pas prises dans le modèle, des ajustements manuels des programmes sont nécessaires.

- Un temps de calcul très contraint : 15 minutes maximum.

Caractéristiques du problème

- Autour de 150 moyens de production (nucléaire, thermiques, vallées hydrauliques).
- Horizon d'étude de 96 pas de temps.
- Modélisation (fonctionnement) hétérogène des moyens de production.
- Contrainte statique d'équilibre offre-demande couplant les moyens de production a chaque pas de temps.
- Problème de très grande taille :
  - 1 millions de variables,
  - 1 millions de contraintes.

Caractéristiques du problème

- Autour de 150 moyens de production (nucléaire, thermiques, vallées hydrauliques).
- Horizon d'étude de 96 pas de temps.
- Modélisation (fonctionnement) hétérogène des moyens de production.
- Contrainte statique d'équilibre offre-demande couplant les moyens de production a chaque pas de temps.
- Probl[illegible] de très grande taille :
  - 1 millions [illegible]iables,
  - 1 millions de c[illegible]tes.

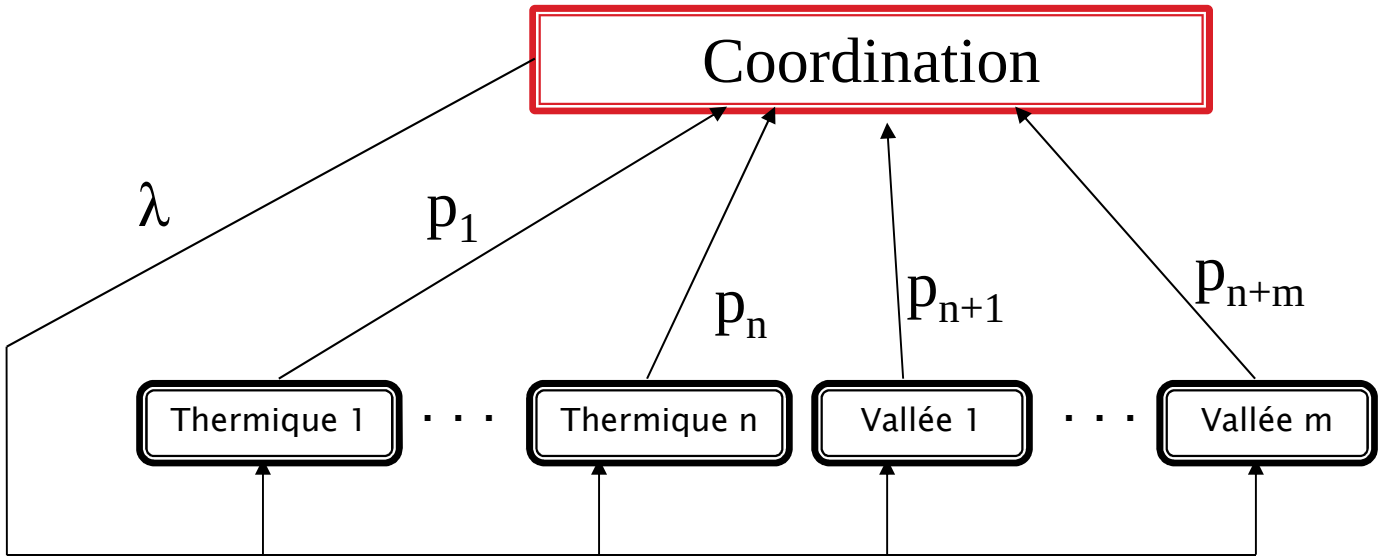
A résoudre en 15 minutes

Décomposition par les prix

- Les contraintes couplantes d'équilibre offre-demande sont relaxées et pénalisées.
- Le calcul des programmes de production se fait moyen par moyen.
- La décomposition permet de répartir les calculs sur plusieurs machines d'un cluster.
- Basée sur le principe de relaxation lagrangienne.

Décomposition par les prix

- Principe : la coordination envoie un jeu de prix, chaque unité minimise un bilan qui prend en compte ses propres coûts de production et la rémunération proposée.
- Algorithme itératif de mise à jour des prix.



Principe du lagrangien simple

(P1)

$$\boxed{\begin{array}{l} \min\limits_{x_i} \sum\limits_{i \in I} c_i(x_i) \\ sc \begin{cases} x_i \in X_i \\ \sum\limits_{i \in I} x_i = D \end{cases} \end{array}}$$

Principe du lagrangien simple

(P1)
$$\boxed{\begin{array}{l} \min\limits_{x_i} \sum\limits_{i \in I} c_i(x_i) \\ sc \begin{cases} x_i \in X_i \\ \sum\limits_{i \in I} x_i = D \end{cases} \end{array}}$$

On dualise les contraintes couplantes :

- on leur associe des multiplicateurs (λ),
- leur produit est ensuite ajoutée à la fonction coût

afin que leur violation soit pénalisante.

Principe du lagrangien simple

La relaxation lagrangienne consiste donc à résoudre le problème dual associé a (P1) :

$$\boxed{\max_{\lambda} \vartheta(\lambda) = \max_{\lambda} \min_{x_i \in X_i} \left(\sum_{i \in I} c_i(x_i) + \lambda.(D - \sum_{i \in I} x_i) \right).} \quad \text{(P2)}$$

avec $\vartheta(\lambda)$ la fonction duale.

Principe du lagrangien simple

- Sous certaines hypothèses fortes
  - Le minimum de (P1) (fonction objectif) est égal au maximum de (P2) (fonction duale)
  - L'optimum de (P2) permet de trouver un programme vérifiant les contraintes de demandes relaxées

- D'après la dualité faible, la valeur optimale $\vartheta(\lambda)$ du problème (P2) est une borne inferieure de la valeur optimale du problème (P1).

Principe du lagrangien simple

- La résolution de (P2) est plus aisée. Pour une valeur donnée de λ :

$$\vartheta(\lambda) = \sum_{i \in I} \left(\min_{x_i \in X_i} c_i(x_i) - \lambda . x_i \right) + \lambda . D$$

- La fonction duale est concave, mais non nécessairement différentiable.

- On a recourt à des méthodes itératives (algorithmes du gradient, méthode des faisceaux…)

Modèle journalier

- Le problème qu'on résout est non convexe :

  Le programme issu du lagrangien simple ne boucle pas et ne correspond pas à l'optimum de (P1)

- On a recourt à des approches plus complexes telles que le lagrangien augmenté.

- Le modèle comporte deux phases : une phase de lagrangien simple, suivie d'une phase de lagrangien augmenté.