

## Sujet 6: MRP/ERP v. optimisation: modélisation et algorithmes

MSE3312: Planification de production et gestion des opérations

Andrew J. Miller

Dernière mise au jour: [December 12, 2011](#)

# Dans ce sujet...

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et “lead times”
- 3 Méthodes de resolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
- 4 Exemples

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et “lead times”
- 3 Méthodes de resolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
- 4 Exemples

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
  
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et "lead times"
  
- 3 Méthodes de resolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
  
- 4 Exemples

# MRP

- **Materials Requirements Planning**
- Dans les années 1960-70, Joseph Orlicky et autres lancent la campagne MRP (“the MRP crusade”)
- demande des clients pour 6 catégories de pneus ( $NI = 6$ ;  $d_t^i, i = 1, \dots, NI, t = 1, \dots, NT$ )
- idées clés
  - la différence entre les demandes indépendantes (de l’extérieure) et les demandes dépendantes (créé par la production et les besoins et composants de chaque produit)
  - la définition du BOM (**B**ill **O**f **M**aterials  $\approx$  bulletin de composants) pour modéliser les relations entre les produits différents

# MRP II

- **M**anufacturing **R**esources **P**lanning
- différence principale: addition d'une phase de planification pour corriger les plans initiales qui ne respectent les capacités

- **Enterprise Resource Planning**
- différences principales par rapport aux logiciels:
  - possibilités de collectionner, garder, et accéder à beaucoup plus de données sur les situations très complexes
  - possibilités d'intégration aux autres logiciels
    - base de données
    - internet/web
    - RFID (**R**adio **F**requency **I**Dentification  $\approx$  identification à distance par des radio-étiquettes)

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et "lead times"
- 3 Méthodes de résolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
- 4 Exemples



# Input

- Données
  - demandes
  - capacités
  - BOM
  - "Lead times"
- Règles de planification

# Output

- Quantités de production planifiées
- Quantités de stock planifiées
- Utilisation des ressources

Dans le meilleur cas, la solution est réalisable. Jamais optimale, et souvent même pas proche.

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
- 2 **Résumé da la système de modélisation**
  - Modèles et données
  - Capacités et “lead times”
- 3 Méthodes de resolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
- 4 Exemples

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
  
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et “lead times”
  
- 3 Méthodes de résolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
  
- 4 Exemples

# Manque de distinction nette

Surtout dans le traitement des “lead times” (temps d’avance nécessaire de commencer la fabrication d’un ordre d’un bien, avant que cet ordre devienne disponible, ou pour la demand indépendante ou pour la demand dépendante.

En effet, les “lead times” sont déterminés par des décisions. Mais les systèmes MRP les traitent comme des données fixes.)

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
  
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et “lead times”
  
- 3 Méthodes de résolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
  
- 4 Exemples

# Approximations des capacités par les “lead times”

C'est alors difficile pour les logiciels d'optimisation à trouver **une solution optimale**.

Mais c'est même plus difficile pour les heuristiques simples à trouver **une solution réalisable**. En effet, ces heuristiques sont incapables de prendre les capacités en compte dans une manière rigoureuse.

Ils utilisent les “**lead times**” pour approcher le temps d'avance moyenne requis pour chaque produit par la présence des capacités.

Mais le **problème**, c'est que cette avance **ne dépend pas seulement** sur le produit même, mais sur toute la reste du problème.

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et "lead times"
- 3 Méthodes de résolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
- 4 Exemples



- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et "lead times"
- 3 Méthodes de résolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
- 4 Exemples

# Détermination des quantités et dates des demandes

La formule presque identique à celle qu'on a déjà vu pour les demandes échelon est utilisée:

$$D_t^i = \sum_{j \in \delta(i)} r^{ij} D_{t+L(i)}^j, \text{ pour chaque produit intermédiaire } i, \forall t$$

Remarquons bien la présence de  $L(i)$  dans cette formule.

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et "lead times"
- 3 Méthodes de résolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - **Planification initiale**
  - Modifications en vue des capacités
- 4 Exemples

# Application des règles de planification

Les règles de planification des systèmes MRP sont basées sur des algorithmes/heuristiques simples qui sont appliquées bien par bien.

- “Lot for lot”
- Quantité fixe

# Lot for lot

Pour chaque ordre, la quantité de production est déterminée par

- la demande
- le “lead time”

# Quantité de production fixe

Pour chaque bien, la quantité de tout ordre est la même pendant tout le horizon.

Possibilités :

- Déterminée à l'avance
- Déterminée un règle simple

- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
  
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et “lead times”
  
- 3 Méthodes de résolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
  
- 4 Exemples

# Traitement des capacités

- Pour la première phase de planification, les capacités sont ignorés.
- La deuxième phase essaie de décaler les dates des ordres pour respecter les capacités violées.



- 1 MRP/ERP: Petite introduction
  - Histoire
  - Description
- 2 Résumé de la système de modélisation
  - Modèles et données
  - Capacités et “lead times”
- 3 Méthodes de resolution des systèmes MRP/ERP
  - Explosion BOM
  - Planification initiale
  - Modifications en vue des capacités
- 4 Exemples

# MRPexample.xls

Fichier sur le site web.

Remarquez bien la différence des plans trouvés par Xpress, et le plan trouvé avec la logique MRP (planification initiale “lot for lot” avec modifications pour rendre le plan réalisable).

Souvenez bien que cet exemple n’implique pas encore des **lead times**, qui peuvent rendre cette différence même plus importante.

## Pour autres exemples et pour en savoir plus

Il y a une très bonne discussion des principes de MRP/ERP, ainsi que des comparaisons avec des méthodes d'optimisation pour des petits exemples numériques, dans Pochet et Wolsey, chapitre 2.

# A souvenir

- Innovations principales des approches MRP
  - demande dépendante v. demande indépendante
  - BOM
- différences entre des approches de modélisation de MRP/ERP et de l'optimisation
  - séparation des données et modèle (variables, contraintes, objectif) dans les modèles de programmation mathématique; une telle division n'existe pas dans les modèles employés par les systèmes MRP/ERP
  - définition de "lead times" dans les systems MRP/ERP
- différences entre des méthodes de résolution de MRP/ERP et de l'optimisation
  - "explosion" BOM
  - règles de planification
  - modification des plans en vue des capacités