INSPIRING INNOVATION | INNOVANTE PAR TRADITION

Ecole Nationale Supérieure des Mines
SAINT-ETIENNE

Paramétrage d'un système MRP soumis aux aléas de délais d'approvisionnement

www.emse.fr

16èmes Journées STP du GdR MACS
29/30 Mars 2012

- O. BEN AMMAR

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

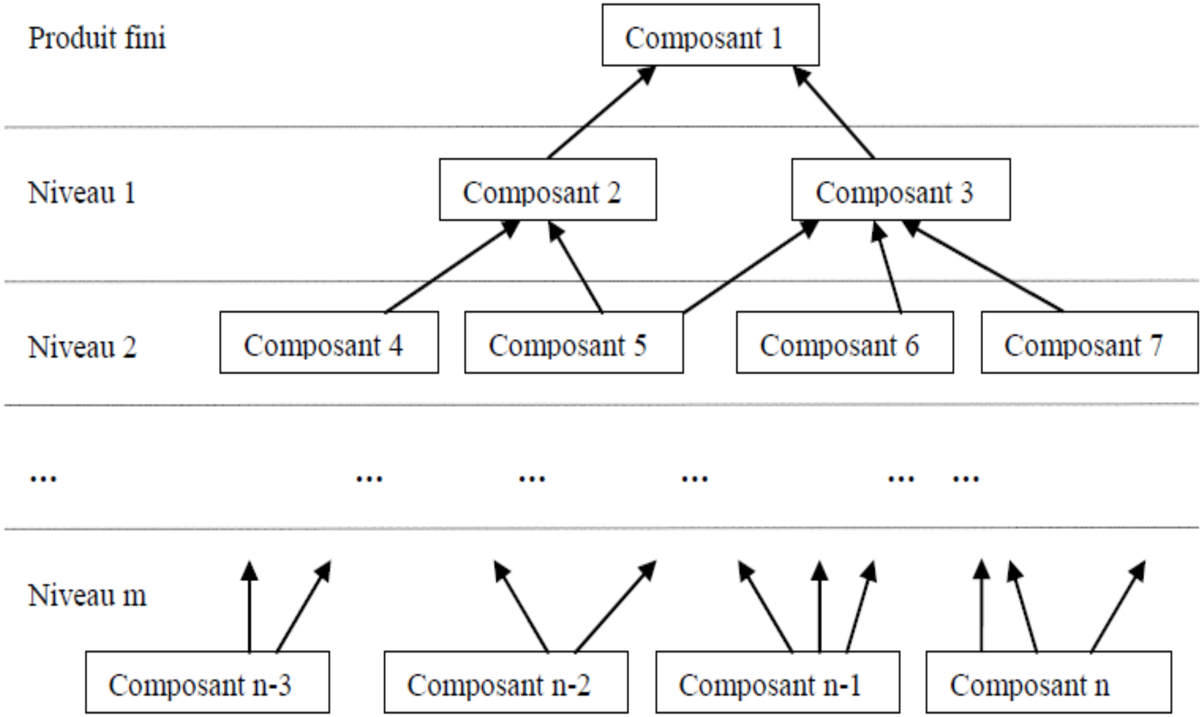
Plan

- Présentation du problème
- Etat de l’art
- Modélisation & Approche proposée
- Modèle de comparaison et étude numérique
- Résultats & Perspectives

Présentation du problème

- Système MRP Sous incertitude des délais d'approvisionnement
- Le temps d'approvisionnement en composants peut prendre *plusieurs semaines.*
- Le temps d'assemblage ne dépasse pas *quelques heures.*
- Déterminer les dates d'approvisionnement en composants
  - Livrer le produit fini avant la date de livraison souhaité par le client.

Présentation du problème



Exemple d'un système d'assemblage à m niveaux

Présentation du problème

- Nous supposons que:
  - Système d'assemblage à *plusieurs niveaux*
  - Les délais d'approvisionnement en composants sont des v. a. *discrètes* qui suivent une loi connue
  - La demande est *connue* et *constante*
  - La capacité est *infinie*
  - Le Modèle est *mono-période* et restreint à une seule période
  - La date de livraison est *connue*

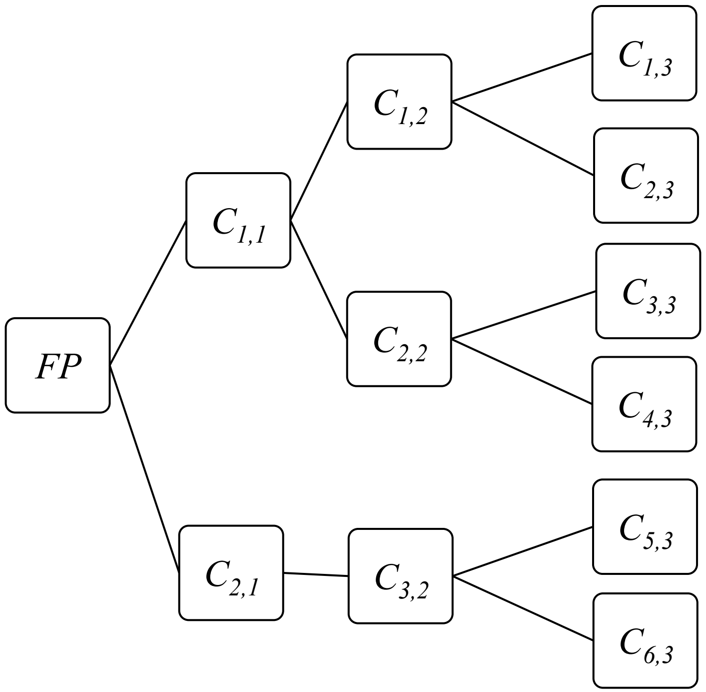
Présentation du problème

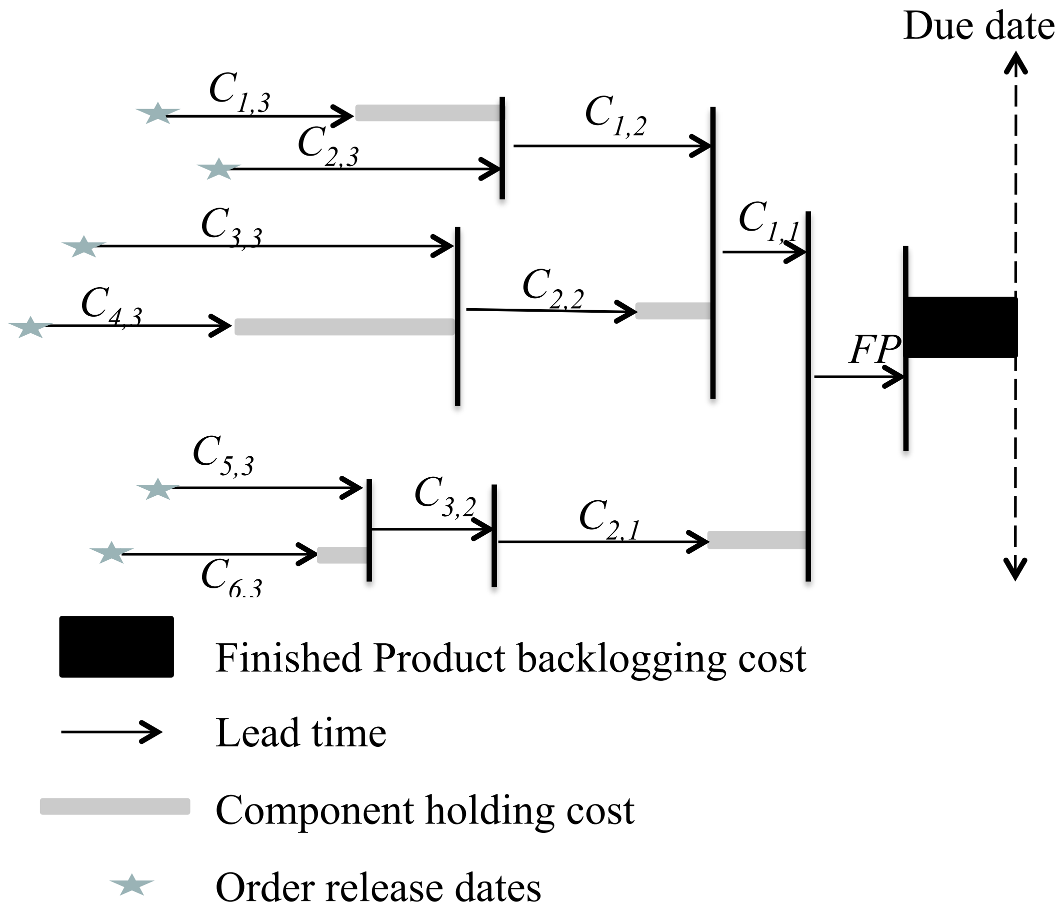
- Objectifs:
  - Trouver les dates *optimales* de lancement des ordres aux fournisseurs
  - *Minimiser* le *coût total moyen* = *coût de stockage* de composants

    \+ *coût de rupture* en produit fini

    \+ *coût de stockage* du produit fini

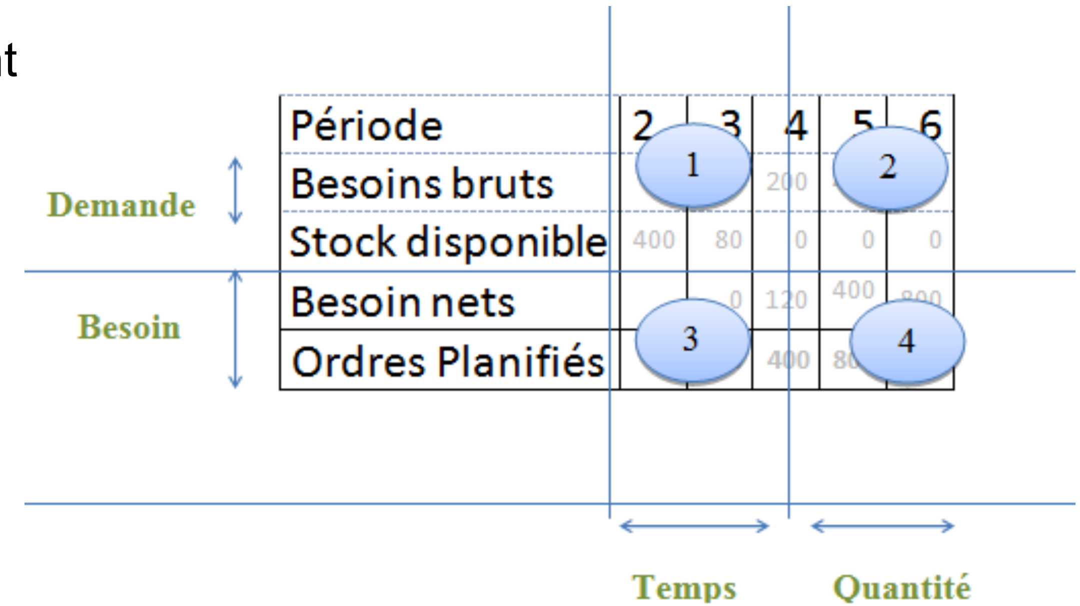
Présentation du problème





État de l’art

- Incertitudes dans un système MRP:
  - Modification des dates exigées par le client
  - Variabilité des quantités des besoins bruts
  - Aléas du délai d’approvisionnement
  - Taille des lots de productions

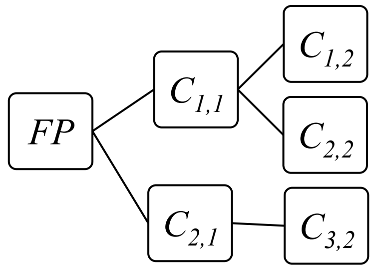


État de l’art

- Incertitudes dans un système MRP:
  - [Damand et al., 2011], [Wazed et al., 2009], [Dolgui and Prodhon, 2007] et [Koh et al., 2002]
- Incertitudes du délais d’approvisionnement:

[Ould Louly and Dolgui, 2002, 2002a, 2003, 2008a, 2008b, 2009],	Mono-produit, multi-composants, multi-période, mono-niveau	modèle de Markov, Modèle de Newsboy, procédure par séparation et évaluation
[Hnaien et al., 2009], [Hnaien et al., 2010], [Fallah-Jamshidi et al., 2011], [Sakiani et al., 2012]	Mono-produit, multi-composant, mono-période, 2-niveau	Modèle Newsboy, algorithme génétique, algorithme d’Electromagnetism-like Mechanism, Algorithme génétique multi-objectif,

Modélisation



- Nous utiliserons par la suite les notations suivantes :
  - T date de livraison souhaitée par le client pour le produit fini,
  - D demande en produits finis, valeur entière,
  - N_i nombre de composants au niveau i de la nomenclature,
  - $S_{l,i}$ ensemble des composants $c_{l,i+1} \in S_{l,i}$ de niveau i+1,

    nécessaires à l'assemblage d'un composant $c_{l,i}$, $l = 1, . . . , N_i$,
  - $L_{l,i}$ délai d'obtention des composants $c_{l,i}$,

Modélisation

- $h_{l,i}$ coût unitaire de stockage d'un composant $c_{l,i}$,
- $x_{l,i}$ délai d'approvisionnement planifié pour les composants de type $c_{l,i}$,
- b coût unitaire de retard de début d'assemblage du produit fini,
- r coût unitaire de stockage du produit fini,
- $X_{l,m}$ date de lancement du composant de type $c_{l,m}$ au dernier niveau m,
- $E[.]$ espérance mathématique.

Modélisation

- Le coût total $C(X,L)$ est une *variable aléatoire*:

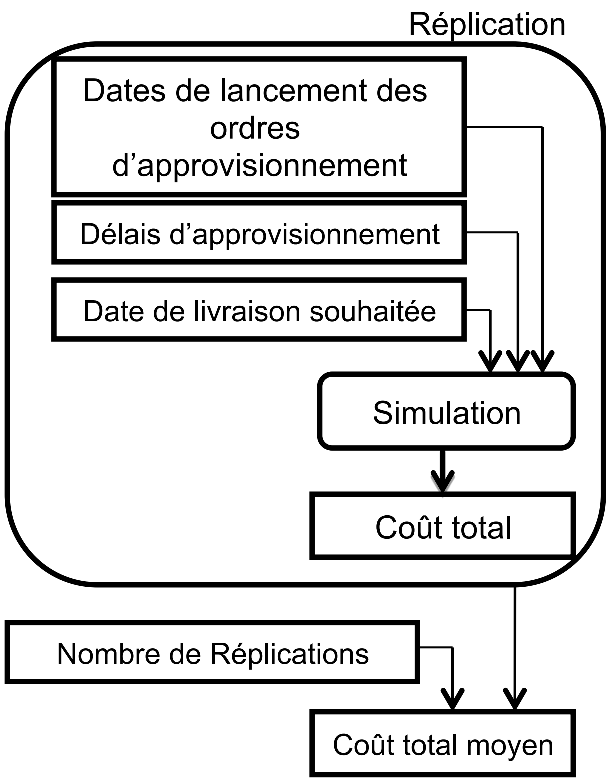
$$C(X,L) = \sum_{i=2}^{m}\left(\sum_{l=1}^{N_i}\left(\sum_{c_{k,i+1}\in S_{l,i}} h_{l,i+1}.\left(M_{l,i} - \left(L_{k,i+1} - X_{k,i+1}\right)\right)\right)\right)$$

$$+r.\left(T - \max_{c_{k,i+1}\in S_{l,i}}\left(M_{l,i} + L_{l,i}\right)\right)$$

$$+b.\left(\max_{c_{k,i+1}\in S_{l,i}}\left(M_{l,i} + L_{l,i}\right) - T\right)$$

Avec $M_{l,i} = \max_{c_{k,i+1}\in S_{l,i}}\left(L_{k,i+1} - X_{k,i+1}\right)$

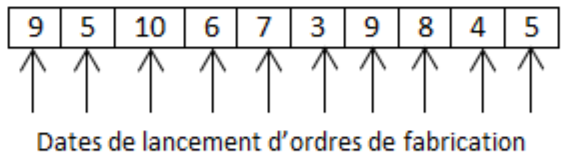
Modèle conceptuel

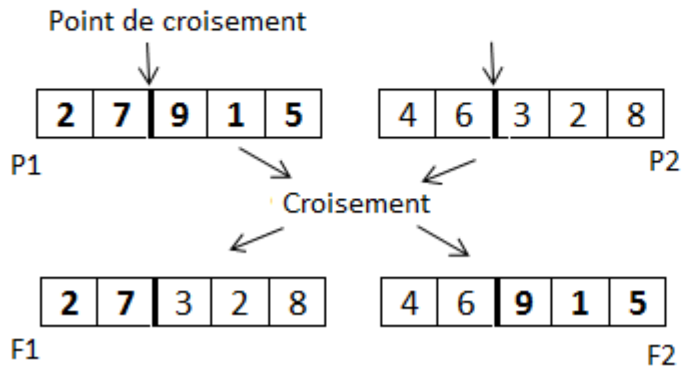


- Nombre de réplications: 2000,
- Utilisation de l'*inégalité de Tchebychev* pour déterminer le *coût total moyen* *E[C(X,L)]*,
- Taux de confiance: 99,8%.

Optimisation Approchée

- Couplage du modèle de simulation avec un algorithme génétique
  - Méthode de sélection élitiste
  - Taille de la population: 60 individus
  - Taux de croisement: 80%
  - Taux de mutation: 15%
  - Critère d’arrêt: 500 générations





Optimisation Approchée

Fonction Meilleur_sous_ensemble (A,n)
Début
retourne $S \subseteq A$, $|S| = n$ et $\forall s \in S$, 6 $\nexists s' \in A \setminus S$,
Fitness (s') < Fitness(s);
Fin
Ensemble_Population ← Population_initiale(N);
Pour *i* de 1 à *Max génération* **faire**
// *Sélection de reproduction*//;
Ensemble_Parents ←Meilleur_sous_ensemble
(Ensble_Population,$N2$);
// *Opérateurs de reproduction*//;
Ensemble_Fils_Crois ← Croisement (Ensemble_Parents, P_{cross});
Ensble_Fils_Mut ← Mutation (Ensenble_Fils_Crois, P_{mut});
// *Sélection de remplacement*//;
Ensemble_Population ←
Meilleur_sous_ensemble (Ensemble_Parents ∪
Ensemble_Fils_Crois ∪ Ensemble_Fils_Mut, N);
Fin

Modèle de comparaison (Hnaien 2008)

$$E(C(X,L)) = B.\left(\sum_{s\geq 0}\left(\prod_{i=1}^{N_1}\left(\sum_{o_1+o_2=s} P(L_{i,1}=o_1).\prod_{c_{k,2}\in S_{i,1}} F_{k,2}(X_{k,2}-o_2-1)\right)\right)\right)$$

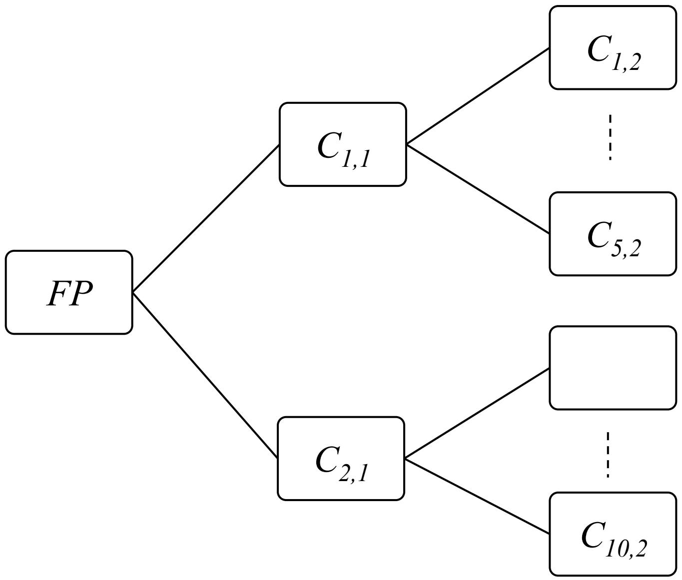
$$+R.\left(\sum_{s\geq 0}\left(1-\prod_{i=1}^{N_1}\left(\sum_{o_1+o_2=s} P(L_{i,1}=o_1).\prod_{c_{k,2}\in S_{i,1}} F_{k,2}(X_{k,2}+o_2)\right)\right)\right)$$

$$+\sum_{i=1}^{N_1} H_i\left(\sum_{s\geq 0}\left(1-\prod_{c_{k,2}\in S_{i,1}} F_{k,2}(X_{k,2}+s)\right)\right)-\sum_{i=1}^{N_1} H_i\left(\sum_{s\geq 0}\left(\prod_{c_{k,2}\in S_{i,1}} F_{k,2}(X_{k,2}-s-1)\right)\right)$$

$$-\sum_{i=1}^{N_1}\left(\sum_{c_{k,2}\in S_{i,1}} h_{i,2}\left(E(L_{k,2}-X_{k,2})\right)\right)-\sum_{i=1}^{N_1}\left(h_{i,1}\left(E(L_{i,1})\right)\right)$$

Où $\begin{cases} H_i = \sum_{c_{k,2}\in S_{i,1}} h_{k,2} - h_{i,1}, \ \forall\, i\in[1,\dots,N_1] \\ B = b+\sum_{i=1}^{N_1}(h_{i,1}) \\ R = b-\sum_{i=1}^{N_1}(h_{i,1}) \end{cases}$

Étude numérique



- 100 tests sur la même structure de chaîne logistique
- La demande fixée à 1
- Coût unitaire de stockage:140
- Coût unitaire de retard: 140

Produit fini

- $1 \leq L_{i,j} \leq 5 \,, j \in \{1,2\}$

i	1	2
$h_{i,1}$	40	100

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h_{i,2}$	10	20	10	25	20	15	15	25	25	20

Résultats et Perspectives

- Résultats détaillés seront présentés à MOSIM
- Étendre le modèle et les techniques proposées:
  - Au contexte multi période
  - Aux systèmes d'assemblage multi-niveau à plus qu'un type de produits finis où les nomenclatures se croisent
- Paramétrer un MRP réel

INSPIRING INNOVATION | INNOVANTE PAR TRADITION

Ecole Nationale
Supérieure des Mines
SAINT-ETIENNE

www.emse.fr

Merci pour votre attention

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

INSPIRING INNOVATION | INNOVANTE PAR TRADITION

Ecole Nationale Supérieure des Mines SAINT-ETIENNE

Paramétrage d'un système MRP soumis aux aléas de délais d'approvisionnement

www.emse.fr

16èmes Journées STP du GdR MACS
29/30 Mars 2012

- O. BEN AMMAR

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE