

---

# Aide à la décision pour une coopération interentreprise

**Emmanuelle Monsarrat — Cyril Briand — Patrick Esquirol**

LAAS-CNRS  
7, avenue du Colonel Roche  
F-31077 Toulouse  
{monsarrat, briand, esquirol}@laas.fr

---

*RÉSUMÉ.* Ce travail propose une méthode d'aide à la coopération interentreprise dans un contexte de production à la commande au sein d'une chaîne logistique. L'objectif est de tendre les flux de production interentreprises grâce à une coopération entre les décideurs de chaque entreprise. L'approche retenue assimile le problème d'organisation globale à un processus de décision distribuée dans lequel l'organisation est progressivement construite par un ensemble de coopérations entre des couples client-fournisseur pour lesquels la coopération concerne les attributs des commandes passées entre eux. Nos objectifs sont de fournir aux décideurs un cadre plus formel qui contractualise la coopération et des outils d'aide à la décision pour la coopération permettant de les assister dans les diverses phases du processus.

*ABSTRACT.* This work proposes a method which assists the firms for cooperating in make-to-order production. The method organizes a production process which is distributed over several companies, by lowering the production stocks with the aim of decreasing production costs. In the selected approach, the global organization is achieved progressively by a set of cooperations between pairs of actors of the supply chain. We study in particular the customer-supplier relationship for which the cooperation process concerns the attributes of the orders transmitted by the customer to the supplier. Our objective is to design support tools that assist them during this cooperation process.

*MOTS-CLÉS :* coopération, chaîne logistique, aide à la décision, propagation de contraintes.

*KEYWORDS:* Cooperation, Supply Chain, Decision-Aid, Constraint Propagation.

---

## 1. Introduction

Dans un contexte industriel de plus en plus concurrentiel, les entreprises sont amenées, d'une part à diversifier leur production afin d'étendre leur offre sur le marché, d'autre part à se spécialiser relativement à un type de métier pour gagner en efficacité. De ce fait, elles sont de plus en plus souvent en relation avec un nombre important de partenaires car elles ne peuvent pas prendre en charge la totalité de la fabrication des produits qu'elles délivrent. Elles constituent ainsi un réseau que l'on désigne communément par le nom de chaînes logistiques. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication, en augmentant la qualité et la fréquence des échanges entre les partenaires, favorisent l'émergence de ces réseaux puisqu'elles permettent d'assurer la cohérence des informations partagées entre les différents acteurs. En revanche, elles n'apportent pas de solution générale au problème de la cohérence des décisions individuelles vis-à-vis d'une organisation globale. En effet, le système de pilotage global étant plus complexe, la distribution de la décision entre plusieurs entités pose le problème de la définition d'objectifs communs et de la cohérence des décisions satisfaisant, d'une part des objectifs individuels, et d'autre part des objectifs communs.

Le travail présenté dans cet article s'intéresse à la coopération interentreprise dans le cadre de la production à la commande. Chaque entreprise est assimilée à un ensemble de centres de décision ; une chaîne logistique constitue donc un réseau de centres de décision interdépendants, les décisions d'un centre étant contraintes par celles des centres situés en amont et en aval. Nous faisons l'hypothèse que la coopération est organisée de façon distribuée et que le pouvoir de décision est réparti entre les acteurs (il n'existe pas forcément un leader unique supervisant l'ensemble de la chaîne logistique). Cette hypothèse semble en effet réaliste puisque, au sein d'une chaîne logistique, il peut exister plusieurs acteurs possédant un pouvoir de décision important. C'est par exemple le cas lorsqu'un fournisseur est en relation avec deux clients d'égale importance : l'effort du fournisseur doit alors être réparti pour satisfaire au mieux les besoins des deux clients, l'objectif de la coopération étant de trouver un compromis satisfaisant. D'autre part, on remarque que les rapports de pouvoir entre les acteurs de la chaîne logistique peuvent varier dans le temps : un fournisseur ayant un pouvoir de décision relativement faible vis-à-vis d'un client, à un instant donné, peut par exemple voir son pouvoir augmenté si son client, en situation critique, est devenu fortement dépendant de lui. Sous cette hypothèse, les outils d'aide à la coopération que nous proposons plus loin dans cet article sont relativement génériques, ne prenant pas en compte explicitement l'importance du pouvoir de décision des acteurs de la chaîne logistique. Remarquons toutefois que la prise en compte de ce dernier aspect pourra être envisagée dans un deuxième temps afin d'affiner l'aide à la décision décrite ici.

La première partie met en évidence les enjeux de la coopération pour une entreprise et décrit comment la coopération peut être mise en œuvre. Nous proposons de modéliser une entreprise en trois centres de décision : un service vente, un service achat et un centre de gestion de la production. Nous présentons dans la partie suivante une approche coopérative du pilotage permettant de réguler les flux intra et interentreprises. Celle-ci repose sur le concept de cadre de décision, qui représente un

engagement réciproque flexible entre le client et le fournisseur. Enfin la troisième partie présente les modèles que nous utilisons pour mettre en œuvre la coopération, puis décrit les mécanismes de propagation de contraintes sur ce modèle, permettant d'aider les décideurs lors des différentes phases du processus de coopération, notamment lors de l'élaboration ou la renégociation d'une commande.

## **2. Contexte général de l'étude**

### **2.1. Gestion de la chaîne logistique**

Une chaîne logistique peut se définir par référence à un produit fini donné (Lee *et al.*, 1993, Rota-Frantz *et al.*, 2001) dans laquelle l'entreprise est appréhendée du point de vue du rôle qu'elle joue dans le processus de transformation du produit. Un autre point de vue (Poirier *et al.*, 2001) inclut l'ensemble des chaînes logistiques dans lesquelles est impliquée une entreprise, mais se limite quelquefois aux fournisseurs et aux clients immédiats de l'entreprise. Dans cet article, nous considérons que les acteurs de la chaîne logistique sont liés par le fait qu'ils interviennent dans la réalisation d'un même produit. Cependant, il paraît peu réaliste, hormis dans le cas de l'existence d'un donneur d'ordre hégémonique, de supposer que chaque entreprise ait une vision globale du processus de fabrication et connaisse en détail les données de production de ses partenaires ; nous proposons donc comme dans (Poirier *et al.*, 2001), d'aborder l'analyse de la chaîne logistique en se centrant sur une entreprise et en se focalisant sur les relations client/fournisseur dans laquelle l'entreprise est impliquée, sachant que l'entreprise peut être au croisement de plusieurs chaînes logistiques, n'impliquant pas nécessairement les mêmes acteurs.

Les entreprises appartenant à une même chaîne logistique sont liées par des flux de produits, des flux d'informations et des flux financiers. Pour optimiser le fonctionnement de la chaîne logistique, les entreprises impliquées doivent se coordonner en tentant de satisfaire d'une part leurs objectifs locaux, et d'autre part les objectifs globaux de la chaîne logistique. La gestion d'une chaîne logistique pose ainsi un problème de décision distribuée où les contextes et les objectifs propres aux différents acteurs de la chaîne diffèrent, malgré les intérêts communs qu'ils partagent du fait qu'ils participent tous à la production d'un même produit. Pour résoudre ce problème de décision et parvenir à un compromis satisfaisant les acteurs doivent coopérer.

### **2.2. La coopération dans les organisations productives**

Selon (Barnard, 1938), la coopération est un moyen de dépasser les limites de l'action individuelle. En ce sens, les entreprises optant pour un mode de fonctionnement coopératif attendent en retour une minimisation des risques et une réduction de l'incertitude, ainsi qu'un accroissement de la performance industrielle (Campagne *et al.*, 2002).

Plusieurs définitions de la coopération sont données dans la littérature. Les définitions qui nous ont le plus inspirés dans le cadre de nos travaux sont celles de (Terssac *et al.*, 1996), (Boujut *et al.*, 2002) et (Erschler, 1996) qui définissent la coopération comme une action collective par laquelle des sujets contribuent à un même résultat. Dans les relations interentreprises, un fonctionnement coopératif est motivé lorsque les entreprises partagent des objectifs et des intérêts communs, et/ou des compétences et des points de vue, et/ou des ressources (Campagne *et al.*, 2002).

Plusieurs aspects composent la coopération interentreprise. Certains auteurs (Camalot, 2000, Monteiro, 2001) définissent la coopération relativement à trois fonctions : la coordination, la collaboration et la codécision.

La **coordination** vise à synchroniser les actions dans le temps en exploitant un référentiel temporel commun, et à gérer la cohérence des actions individuelles par rapport à l'ensemble des activités. Selon (Queré, 2002), la coopération, outre les autres aspects suivant, doit intégrer le besoin de faciliter la coordination d'activités étroitement complémentaires pour la réalisation des processus. La **collaboration** implique de travailler ensemble à l'exécution d'une certaine action pour produire un résultat final. Selon (Boujut *et al.*, 2002), la collaboration implique le partage d'informations à l'intérieur d'un groupe donné, sans prise de décision collective. Le terme collaboration s'utilise à la place de coopération lorsque les actions individuelles ne sont pas différenciables. Si plusieurs acteurs collaborent en vue de prendre des décisions, on parlera de **codécision**. Cette codécision peut être le résultat de mécanismes de *négociation* ou de *renégociation*. Ces mécanismes visent à trouver un compromis acceptable entre les objectifs locaux de chaque entité qui peuvent être contradictoires. Si aucune codécision n'a été prise au préalable, on parlera de négociation ; au contraire si l'objet de la collaboration entre partenaires est la remise en cause d'une décision passée et collective, on parlera de renégociation.

Dans notre approche, la coopération est assimilée à une action de prise de décision collective et distribuée en vue de synchroniser les actions réparties chez les différents partenaires. Nous sommes donc dans un contexte de codécision pour lequel nous considérons, comme dans (Erschler, 1996), que la coopération est composée de trois fonctions : la négociation, la coordination et la renégociation.

### 2.3. *Organisation de la coopération*

Dans le cadre de la production à la commande, les activités à réaliser étant supposées parfaitement déterminées, la coopération consiste à organiser et synchroniser les activités chez l'ensemble des partenaires. Pour satisfaire ces objectifs, certains travaux de recherche préconisent une approche centralisée, d'autres une approche distribuée de la coopération.

Les organisations centralisées font l'hypothèse de l'existence d'une entité qui a une vision globale des caractéristiques des flux sur l'ensemble de la chaîne logistique (Bourrières *et al.*, 2001, Hammami *et al.*, 2003). Cette entité supervise alors toutes

les activités et prend les décisions globales devant être respectées par l'ensemble des partenaires. Cette centralisation des décisions permet d'assurer leur cohérence et de garantir une performance globale. Un inconvénient des approches centralisées est qu'elles requièrent, pour une optimisation globale, une totale transparence des acteurs, ceux-ci devant communiquer à l'entité superviseur les caractéristiques de leur production. De plus, elles imposent que les acteurs respectent les décisions prises par le superviseur et n'autorisent pas de remise en cause de ces décisions. Enfin, l'organisation des activités étant supposée réalisée *a priori*, la coopération entre les acteurs s'apparente plus à une action de coordination qu'à une réelle prise de décision collective. Cette hypothèse semble peu acceptable dans un contexte réel d'application, où les entreprises ne coopèrent que pour certaines activités et peuvent être en concurrence sur d'autres, et où le pouvoir de décision est réparti de façon homogène.

D'autres travaux préconisent une approche distribuée de la décision. Cette approche reconnaît une certaine autonomie de décision à chaque centre de décision, chacun d'eux pouvant éventuellement remettre en cause des décisions prises par ses partenaires. L'inconvénient de ce type d'approche est qu'elle requiert des méthodes spécifiques de gestion pour assurer une cohérence globale des différents choix.

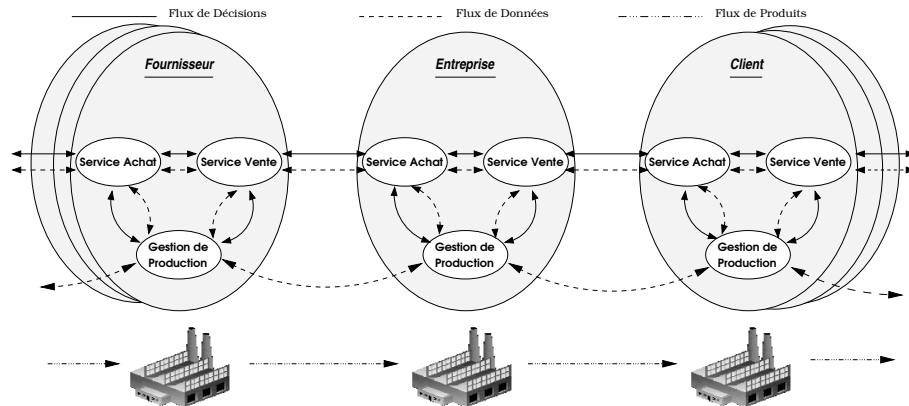
Nous avons choisi une organisation distribuée de la coopération, en nous inscrivant dans la suite des travaux (Huguet, 1994, Camalot, 2000, Monteiro, 2001). Ceux-ci préconisent une approche pour l'aide à la décision et à la coopération basée sur le concept de réseau de centres de décision. Cette approche nous semble la mieux adaptée au développement d'une aide à la décision dans le contexte de cette étude.

### **3. Une approche de la coopération pour la relation client-fournisseur**

#### **3.1. Organisation coopérative adoptée**

Comme nous l'avons déjà évoqué, nous assimilons les entreprises appartenant à une ou plusieurs chaînes logistiques à un réseau de centres de décision. Dans (Telle, 2003) l'entreprise est décomposée en quatre sous-agents autonomes (conduite, approvisionnement, production, distribution) liés par des flux d'informations et de produits. Nous avons choisi, pour notre part, de distinguer trois centres de décision (cf. figure 1) au sein d'une entreprise, qui représentent des fonctions principales du point de vue des décisions associées aux flux des produits : le centre de décision *Gestion de Production*, le centre de décision *Service Vente* et le centre de décision *Service Achat*.

Le centre de décision *Gestion de Production* regroupe toutes les fonctions classiques de la gestion de production d'une entreprise, et en particulier celles relatives aux systèmes de conduite et de fabrication distingués par O. Telle. Le centre de décision *Service Vente* regroupe les services liés à la vente des produits d'une entreprise. Ce centre gère les relations d'une entreprise avec ses clients. Le centre de décision *Service Achat* correspond aux services liés à l'achat de composants nécessaires à la fabrication d'une entreprise. Ce centre gère les relations d'une entreprise avec ses fournisseurs.



**Figure 1.** Relations entre les centres de décision d'une chaîne logistique

Ces trois centres de décision sont reliés par des flux d'informations, c'est-à-dire des flux de données et des flux de décisions comme l'illustre la figure 1. Nous faisons l'hypothèse que les flux de décisions interentreprises transitent par un centre de décision soit de type *Service Vente*, soit de type *Service Achat*, (seuls des flux de données transitent entre les centres de décision de type *Gestion de Production*). Toute commande ou tout achat sera donc réalisé respectivement par les centres de décision *Service Achat* ou *Service Vente*.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés aux relations de coopération entre les centres de décision *Service Achat* et *Service Vente* de deux entreprises distinctes d'une part, et aux relations entre les centres de décision *Service Achat* et *Service Vente* d'une même entreprise d'autre part.

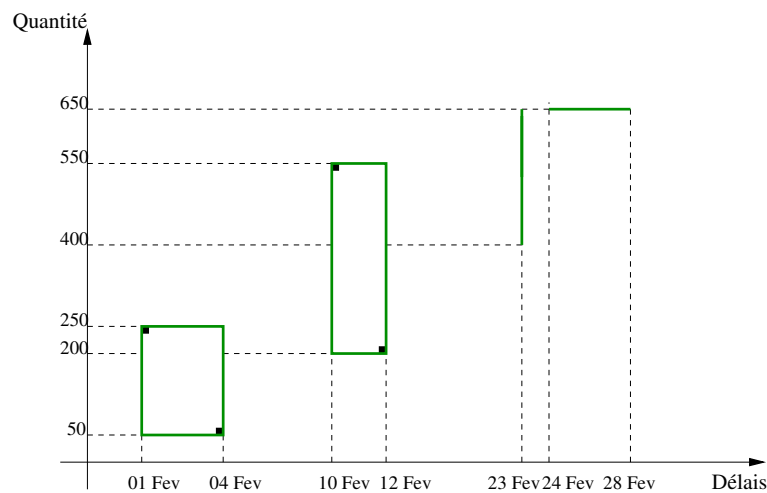
### 3.2. Notion de cadre de décision

Dans le domaine de la production à la commande, l'objectif de la coopération est d'amener les acteurs à expliciter et à mieux dimensionner les marges de sécurité que chacun se réserve, pour définir les dates d'approvisionnement et/ou de livraison, tout en donnant de la flexibilité à chaque acteur pour réaliser et réceptionner cette commande. Pour cela, toute commande entre deux acteurs passe par une phase de négociation préalable dont le but est de définir un cadre de décision (Despontin-Monsarrat *et al.*, 2004a).

Le cadre de décision représente un engagement de mise à disposition par un fournisseur auprès de son donneur d'ordre, d'une quantité variable de produits, dans une ou plusieurs fenêtres temporelles. Soulignons que cet engagement de mise à disposition sous-tend un engagement réciproque de consommation de la part du client. Ainsi,

un cadre de décision peut être assimilé à un ensemble de contraintes portant sur l'état du stock de sortie d'un fournisseur dans certains intervalles temporels, ou sur l'état du stock d'entrée d'un client.

Par exemple, sur la figure 2, nous supposons que les partenaires ont collectivement défini un cadre de décision lors d'un processus de négociation. Ce cadre de décision comportant 4 rectangles, la commande est donc fractionnée en 4 livraisons : le fournisseur doit mettre à disposition du client entre 50 et 250 pièces de la commande finale entre le 1er et le 4 février, puis entre 200 et 550 pièces entre le 10 et le 12 février, puis entre 400 et 650 pièces pour le 23 février et enfin 650 pièces entre le 24 et le 28 février. À l'inverse, le client s'engage à consommer entre 50 et 250 pièces entre le 1er et le 4 février, etc.



**Figure 2.** *Un cadre de décision*

Notons que le client peut consommer une quantité de produit inférieure à celle fabriquée par le fournisseur du moment que cette quantité consommée est supérieure à la quantité minimale définie dans le cadre de décision. Un cadre de décision ayant une valeur contractuelle, les courbes de production prévisionnelle cumulée du fournisseur et de besoins cumulés du client doivent intercepter les rectangles composant le cadre de décision. Ainsi le cadre de décision contraint la trajectoire de ces deux courbes dans l'optique de tendre les flux de produits entre les deux partenaires. Le point en haut à gauche de chaque rectangle contraint le client à ne pas demander trop tôt, trop de produits, et le point en bas à droite contraint le fournisseur à fabriquer un minimum de produits avant une date donnée.

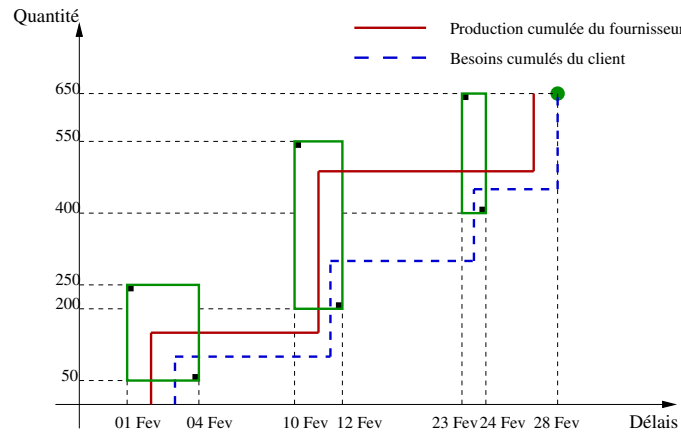
Dans le cas d'une relation de type client-fournisseur, le concept de cadre de décision définit un support permettant aux partenaires de se mettre d'accord sur une commande ferme mais « flexible » pour laquelle les quantités et les délais seront affinés

par des processus de renégociation successifs. Dans ce cas, les partenaires collaborent en vue d'une prise de décision collective. Nous sommes donc bien en présence de coopération comme nous l'avons explicité dans le paragraphe 2.3. De plus, le concept de cadre de décision, induisant une explication et une contractualisation des marges de sécurité de chacun, il permet de se préserver de l'effet *bullwhip* puisque si la demande d'un client varie à l'intérieur d'un cadre cela n'a pas de répercussion en amont de la chaîne. De même, si la demande d'un client varie en dehors du cadre, on peut utiliser la marge disponible sur les autres commandes, ce qui évite là aussi la propagation de l'aléa en amont.

Formellement un cadre de décision concernant une commande  $k$  pour un produit  $i$  donné est défini par  $N_{i,k}$  rectangles. Chaque rectangle  $n$  est lui même défini, d'une part par une quantité minimale  $\underline{q}_{k,n}$  et une quantité maximale  $\bar{q}_{k,n}$ , et d'autre part un délai minimal  $\underline{d}_{k,n}$  et un délai maximal  $\bar{d}_{k,n}$ .

### 3.3. Formalisation d'un processus de coopération

Les différentes fonctions qui sont, pour notre travail, inhérentes à la coopération interentreprise sont la négociation, la coordination et la renégociation (Despontin-Monsarrat *et al.*, 2004b). L'objectif d'un processus de négociation est de déterminer les caractéristiques d'une commande, exprimées par un cadre de décision. Le processus de coordination doit permettre aux entreprises de se synchroniser pour respecter au mieux le cadre de décision défini. Il consiste en l'échange d'informations concernant les quantités et les délais afférents à une commande. Ces informations enrichissent celle déjà donnée par le cadre de décision en permettant aux deux protagonistes d'avoir une vision commune et réaliste des commandes en cours comme l'illustre la figure 3.



**Figure 3.** Courbes prévisionnelles de production et de besoins respectant un cadre de décision

Le processus de renégociation a pour objectif de rendre cohérents, s'ils ne le sont plus, la production cumulée ou le besoin cumulé, et un cadre de décision. Il peut aussi servir pour affiner un cadre de décision afin d'éviter proactivement d'éventuelles incohérences.

Un processus de négociation et un processus de renégociation sont initiés lorsqu'un des partenaires émet une proposition. Lors d'un tel processus, la première proposition fixe un cadre de décision initial, tandis que lors du processus de renégociation la proposition se réfère à un cadre déjà existant. Le destinataire de la proposition peut refuser ou accepter cette proposition. Il peut aussi émettre une contre-proposition. Ces processus correspondent donc à une conversation puisque les cadres de décision vont être affinés progressivement par des allers-retours successifs entre les deux partenaires.

Emettre des propositions et des contre-propositions cohérentes les unes avec les autres n'est pas trivial. Nous souhaitons donc assister les décideurs lors des processus de négociation, de coordination et de renégociation en proposant une aide à la décision dont l'objectif est de caractériser l'impact de chaque décision prise par le décideur du point de vue de son organisation, et notamment vis-à-vis du respect des autres cadres de décision.

#### **4. Aide à la décision du point de vue du fournisseur**

Nous nous focalisons sur le centre de décision *service vente*, comme l'illustre la figure 1 car nous nous intéressons aux relations de coopération entre une entreprise et ses clients.

##### **4.1. Un modèle orienté contraintes**

Nous avons choisi de modéliser le problème de l'aide à la décision pour la coopération interentreprise comme un problème de satisfaction de contraintes sur lequel des mécanismes de propagation de contraintes vont être appliqués afin de caractériser un ensemble d'actions possibles pour la prise de décision.

Le modèle du *Service Vente* doit prendre en compte les contraintes liées à la fabrication des produits d'une entreprise pour différents clients. Nous avons adopté un modèle de type planification : les variables de production sont des quantités de produits à fabriquer par période. La particularité de ce type de modèle est donc l'agrégation du temps : le temps est discrétisé en périodes  $\theta$  de longueur éventuellement variable. Nous considérons que le système de production d'une entreprise peut fabriquer  $I$  produits  $i$  distincts, la fabrication d'un produit  $i$  s'effectuant ici selon une gamme linéaire de  $J_i$  opérations. Après chaque opération  $j$  et à la fin de chaque période  $\theta$ , nous supposons que le produit  $i$  en cours de réalisation est placé dans un stock intermédiaire  $s_{i,j,\theta}$ . Remarquons que ce modèle peut être étendu, afin de prendre en compte des gammes non linéaires, en distinguant des produits intermédiaires.

Pour réaliser les produits  $i$ , nous prenons pour hypothèse que le système de production a besoin de  $C$  types de composants qui doivent être disponibles au début de la réalisation du produit. Nous supposons également que l'atelier est composé de  $R$  ressources  $r$  dont la capacité est donnée pour chaque période  $\theta$ , une ressource  $r$  pouvant réaliser plusieurs opérations. Chaque opération est supposée affectée à une ou plusieurs ressources et la quantité de ressource  $r$  utilisée pour réaliser l'opération  $j$  est notée  $w_{r,i,j}$ .

Nous considérons enfin que chaque commande  $k$  est identifiée pour un produit donné. Chacune de ces commandes correspond à un cadre de décision comportant  $N_{i,k}$  rectangles. L'objectif de l'aide à la décision pour un fournisseur étant de dimensionner les quantités de produits qu'il lui est possible de réaliser pour chacun de ses clients, les variables de ce modèle sont la quantité de produit  $i$  en cours d'opération  $j$  dans la période  $\theta$ , notée  $x_{i,j,\theta}$ , la quantité de produit  $i$  mis à disposition pour la commande  $k$  en fin de période  $\theta$ , notée  $u_{i,k,\theta}$ , et le stock de produit  $i$  ayant subi l'opération  $j$  en fin de période  $\theta$ , noté  $s_{i,j,\theta}$ . Par rapport à un modèle de planification classique, les variables  $u_{i,k,\theta}$  ont donc été ajoutées.

Les contraintes associées à ce modèle sont les suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} (1) : \forall r, \forall \theta \quad \sum_{(i,j) \in O_r} w_{r,i,j} \times x_{i,j,\theta} \leq \tau_{r,\theta} \\ (2) : s_{i,j,\theta} = s_{i,j,\theta-1} + x_{i,j,\theta} - x_{i,j+1,\theta} \\ (3) : x_{i,j+1,\theta} \leq s_{i,j,\theta-1} + x_{i,j,\theta} \\ (4) : \sum_{k=1}^K u_{i,k,\theta} = s_{i,J_i,\theta} \\ (5) : u_{i,k,\theta} \leq u_{i,k,\theta+1} \\ (6) : u_{i,k,\underline{d}_{kn}} \leq \bar{q}_{kn} \\ (7) : u_{i,k,\bar{d}_{kn}} \geq \underline{q}_{kn} \\ (8) : \forall i, \forall k, \forall \theta \quad u_{i,k,\theta} \leq p_{i,k,\theta} \\ (9) : \forall i, \forall \theta \quad \sum_{k=1}^K u_{i,k,\theta} \leq P_{i,\theta} \\ (10) : \forall c, \forall \theta \quad \sum_{i \in O_c} z_{c,i} \times x_{i,1,\theta} \leq \bar{a}_{c,\theta} \\ \forall i, \forall j, \forall k, \forall \theta : x_{i,j,k,\theta} \geq 0, s_{i,j,k,\theta} \geq 0, u_{i,k,\theta} \geq 0 \end{array} \right.$$

Les contraintes (1) modélisent le respect de la capacité des ressources pour chaque période  $\theta$ . L'équation (2) traduit l'évolution des stocks interopérateurs en fin de période  $\theta$ . Ainsi le stock de produits  $i$  ayant subi l'opération  $j$  en fin de période  $\theta$  est égal au stock de produits  $i$  ayant subi l'opération  $j$  en fin de période  $\theta - 1$  auquel il faut ajouter la quantité de produit  $i$  en cours d'opération  $j$  durant la période  $\theta$ , et enlever la quantité de produit  $i$  en cours d'opération  $j + 1$  durant la période  $\theta$ . La contrainte (3) impose le respect de la gamme opératoire puisque cette contrainte interdit de réaliser la  $(j + 1)^{ieme}$  opération du produit  $i$  en période  $\theta$  si le stock en produit  $i$  ayant subi l'opération  $j$  en fin de période  $\theta - 1$ , couplé à la quantité de produit  $i$  en cours d'opération  $j$  durant la période  $\theta$ , n'est pas suffisant.

Les contraintes (4), (5), (6) et (7) concernent les courbes de mise à disposition cumulées des produits  $i$  par commande  $k$ . L'équation (4) impose d'affecter tous les produits finis en stock en période  $\theta$  aux commandes et l'inéquation (5) indique que

cette courbe de mise à disposition doit être cumulée. Les contraintes (6) et (7) imposent le respect des rectangles des cadres de décision associés aux commandes  $k$ . Ces contraintes indiquent respectivement que la courbe de mise à disposition  $u_{i,k,\theta}$  doit passer en dessous du point en haut à gauche et au-dessus du point en bas à droite de chaque rectangle.

Enfin, pour favoriser la stabilité des décisions prises au niveau de la *Gestion de Production*, nous ne souhaitons pas remettre en cause les données qui en sont issues. Pour cette raison, les inéquations (8) et (9) matérialisent le respect du plan de production prévu par la *Gestion de Production*, et l'inéquation (10) le respect du plan d'approvisionnement prévu par le *service achat*. Ces contraintes permettent par exemple d'interdire de remettre en cause les décisions sur des périodes proches.

#### 4.2. Mécanismes de propagation de contraintes

Nous considérons deux problèmes différents. Le premier correspond à la construction d'un nouveau cadre de décision qui respecte d'une part, les contraintes propres à chaque centre de décision, et d'autre part, satisfasse les cadres de décision déjà existants. Le second correspond à l'ajustement d'un cadre de décision. Dans ce cas, nous montrons comment le relâchement de contraintes permet au décideur de modifier un cadre de décision, tout en lui donnant la possibilité d'en maîtriser les conséquences vis-à-vis des autres cadres.

Pour ces deux problèmes, nous cherchons à caractériser des positions admissibles pour les rectangles d'un cadre de décision, noté  $\alpha$  par la suite. Chaque rectangle est caractérisé par un couple de points : le point en haut à gauche ( $HG$ ) et le point en bas à droite ( $BD$ ). Nous supposons que la position d'un cadre doit respecter les contraintes (1), (2), (3) et (10) du centre de décision. De plus, le point  $HG$  correspondant à une production maximale au plus tôt, nous prenons pour hypothèse que la position de ce point doit permettre de garantir le respect des autres cadres de décision. Enfin, le point  $BD$  correspondant à une production minimale au plus tard, nous supposons que la position de ce point doit permettre de garantir les prévisions du centre de décision Gestion de Production.

La caractérisation des positions des points  $HG$  et  $BD$  est réalisée en **deux étapes**. La première consiste à déterminer la production minimale au plus tard satisfaisant soit les cadres de décision  $k \neq \alpha$  ((7) :  $u_{i,k,\theta} = \bar{q}_{k,n}$ ), soit les prévisions de la Gestion de Production ((8) :  $u_{i,k,\theta} = p_{i,k,\theta}$  et (9) :  $\sum_{k=1}^K u_{i,k,\theta} = P_{i,\theta}$ ). La deuxième étape consiste alors à en déduire les courbes de production cumulée maximale au plus tôt pour le cadre de décision  $\alpha$  dans ces deux cas.

Pour la **première étape**, nous déterminons les domaines  $U_{i,k,\theta} = [\underline{u}_{i,k,\theta}, \bar{u}_{i,k,\theta}]$  des variables  $u_{i,k,\theta}$  par propagation des contraintes du modèle pour chaque commande  $k \neq \alpha$  et pour chaque période  $\theta$ . Les valeurs trouvées pour  $\underline{u}_{i,k,\theta}$  permettent alors de

construire une courbe cumulée de production minimale au plus tard satisfaisant les cadres de décision  $k \neq \alpha$ .

Exemple : Supposons que les contraintes (1), (2) et (3) permettent de déterminer une capacité de production de 4 produits  $i$  par période  $\theta$ . Les domaines  $U_{i,k,\theta}$  pour une commande  $k_1$  sur trois périodes  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ , et  $\theta_3$  sont alors  $U_{i,k_1,\theta_1} = [0, 4]$ ,  $U_{i,k_1,\theta_2} = [0, 8]$  et  $U_{i,k_1,\theta_3} = [0, 12]$ .

Si on suppose qu'il faut réaliser exactement 7 produits  $i$  pour la commande  $k_1$  en fin de période  $\theta_3$  alors il est possible de déterminer les nouveaux domaines  $U_{i,k,\theta}$ . La réalisation de 7 produits en fin de période  $\theta_3$  permet de déduire  $U_{i,k_1,\theta_3} = [7, 7]$ , la capacité de production en produit  $i$  permet alors de déduire  $U_{i,k_1,\theta_2} = [3, 7]$  et enfin on obtient  $U_{i,k_1,\theta_1} = [0, 4]$ . La courbe cumulée minimale au plus tard pour cette commande est alors obtenue :  $u_{i,k_1,\theta_1} = 0$ ,  $u_{i,k_1,\theta_2} = 3$  et  $u_{i,k_1,\theta_3} = 7$ .

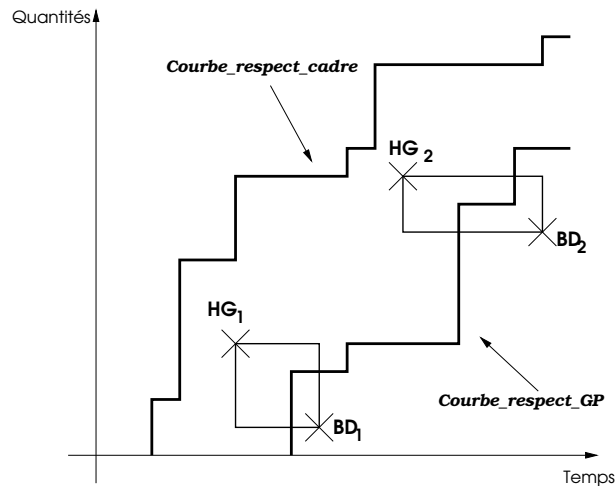
Pour la **deuxième étape**, nous considérons alors les  $\underline{u}_{i,k,\theta}$  précédemment trouvés comme de nouvelles contraintes et nous déterminons les domaines  $U_{i,\alpha,\theta} = [\underline{u}_{i,\alpha,\theta}, \bar{u}_{i,\alpha,\theta}]$  des variables  $u_{i,k,\theta}$  pour la commande  $\alpha$  par propagation des contraintes du modèle pour chaque période  $\theta$ . Les valeurs trouvées pour  $\bar{u}_{i,\alpha,\theta}$  permettent de construire une courbe cumulée indiquant ce qu'il est possible de produire pour la commande  $\alpha$ , en respectant les autres cadres de décision dans le cas où on souhaite caractériser la position des points  $HG$ , ou en respectant les prévisions de la Gestion de Production dans le cas où on souhaite caractériser la position des points  $BD$ .

Exemple : Nous reprenons l'exemple développé précédemment pour lequel on considère une capacité de production en produits  $i$  égale à 4 pour chaque période  $\theta$ . Les  $\underline{u}_{i,k,\theta}$  précédemment trouvés sont  $u_{i,k_1,\theta_1} = 0$ ,  $u_{i,k_1,\theta_2} = 3$  et  $u_{i,k_1,\theta_3} = 7$ . Par propagation de contraintes, nous pouvons alors déterminer les domaines  $U_{i,k,\theta}$  pour une commande  $\alpha \neq k_1$  sur les trois périodes considérées. On obtient  $U_{i,\alpha,\theta_1} = [0, 4]$  car la capacité de production n'est pas utilisée par la commande  $k_1$  sur la période  $\theta_1$ ,  $U_{i,\alpha,\theta_2} = [0, 5]$  puisqu'il n'est possible de réaliser qu'un seul produit  $i$  supplémentaire en période  $\theta_2$  et  $U_{i,\alpha,\theta_3} = [0, 5]$ , la commande  $k_1$  utilisant la totalité de la capacité de production en période  $\theta_3$ . La courbe cumulée maximale au plus tôt pour cette commande est alors obtenue :  $u_{i,\alpha,\theta_1} = 4$ ,  $u_{i,\alpha,\theta_2} = 5$  et  $u_{i,\alpha,\theta_3} = 5$ .

### 4.3. Création ou ajustement d'un cadre de décision

L'aide au positionnement d'un nouveau cadre est utilisée, lors d'un processus de négociation associé à la transmission d'une nouvelle commande, lorsqu'un décideur souhaite introduire un nouveau cadre de décision afin d'élaborer une proposition ou une contre-proposition. Dans le cas où le décideur est en relation avec plusieurs clients, plusieurs cadres de décision doivent être élaborés. L'aide à la décision fournie impose au décideur l'ordre de création des cadres (par exemple en privilégiant le client le plus important). Cependant, l'aide à la décision permet, une fois tous les cadres créés, d'ajuster ces cadres de sorte que le décideur soit libre d'élaborer

la stratégie qu'il juge la meilleure. Afin d'insérer un nouveau cadre relatif à un produit donné, nous indiquons au fournisseur ce qu'il peut mettre à disposition de son client, au maximum et au plus tôt, d'une part en ne violant pas les contraintes liées au respect des cadres de décision existants et d'autre part en respectant les prévisions issues de la gestion de production. Grâce aux mécanismes présentés dans le paragraphe précédent, il s'agit de caractériser, dans le premier cas, une courbe cumulée de production maximale au plus tôt notée *Courbe\_respect\_cadre* en dessous de laquelle le décideur devra positionner les points *HG* des rectangles du nouveau cadre de décision. Dans le deuxième cas, il s'agit de caractériser une courbe cumulée de production maximale au plus tôt notée *Courbe\_respect\_GP* en dessous de laquelle le décideur devra positionner les points *BD* des rectangles du nouveau cadre de décision. Par exemple sur la figure 4 le décideur a positionné deux rectangles.



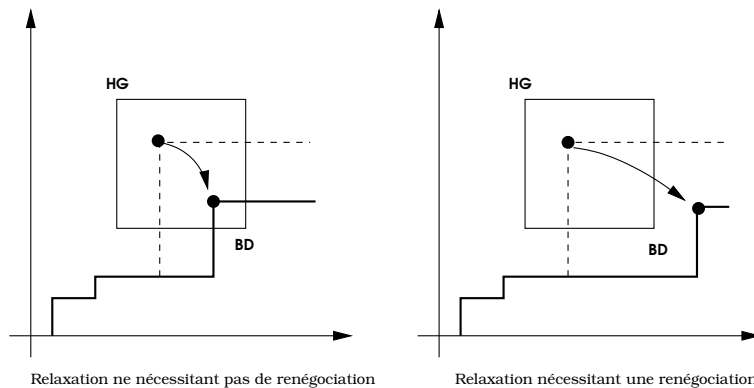
**Figure 4.** Création d'un cadre de décision

L'objectif d'aide à l'ajustement d'un cadre de décision est d'assister le décideur en mettant en évidence l'impact d'une modification apportée sur un cadre vis-à-vis des autres cadres. Les mécanismes de l'aide à l'ajustement d'un cadre de décision peuvent être utilisés lors d'un processus de négociation ou lors d'un processus de renégociation durant l'élaboration de propositions ou de contre-propositions. Dans le cas d'un processus de négociation, si le cadre de décision trouvé (*i.e.* respectant les autres cadres et les données issues de la *Gestion de Production*), ne convient pas au décideur, alors celui-ci peut ajuster ce cadre de décision en relâchant certaines contraintes imposées par les autres cadres de décision. Dans le cas d'un processus de renégociation, un cadre de décision doit être modifié soit à la suite d'une demande de renégociation d'un des partenaires, soit à la suite d'une incohérence ou de l'anticipation d'une inco-

hérence dans l'entreprise du décideur. Dans ces deux cas, le décideur ajuste les cadres de décision en relâchant certaines contraintes.

Lors de sa création, nous avons pris pour hypothèse qu'un cadre de décision doit permettre de respecter les autres cadres de décision et les données issues de la gestion de production. Ces hypothèses imposent au point *HG* des cadres de décision d'être en dessous de la courbe *Courbe\_respect\_cadre* et au point *BD* d'être en dessous de la courbe *Courbe\_respect\_GP*. Ainsi, si le décideur souhaite modifier les coordonnées des points *HG* et *BD* de telle sorte que la nouvelle position de ces points soit au-dessus respectivement de la courbe *Courbe\_respect\_cadre* et de la courbe *Courbe\_respect\_GP*, il doit obligatoirement relâcher certaines contraintes qui ont permis de construire ces deux courbes.

Un décideur a la possibilité de simuler, pour chaque cadre déjà existant, une diminution des courbes de mise à disposition prévues par la gestion de production. Il existe deux niveaux de relaxation de ces courbes (cf. figure 5) selon que la nouvelle courbe intercepte ou n'intercepte plus le cadre de décision. Dans ce dernier cas, si cette décision est validée, le décideur devra renégocier le cadre pour lequel il a modifié cette courbe de mise à disposition.



**Figure 5.** Diminution des courbes de mise à disposition

Au premier niveau de relaxation, la prise en compte de cette nouvelle contrainte induit, après propagation de contraintes dont le principe est présenté dans le paragraphe précédent, une nouvelle courbe *Courbe\_respect\_GP* pour le cadre considéré. Cette nouvelle courbe est alors supérieure ou égale à la précédente. Ainsi, les points *BD* des rectangles du cadre de décision considéré pourront être déplacés davantage à gauche et vers le haut (augmentation des engagements sur les quantités et les délais).

Au deuxième niveau de relaxation, la prise en compte de cette nouvelle contrainte induit, après propagation de contraintes dont le principe est présenté dans le paragraphe précédent, une nouvelle courbe *Courbe\_respect\_cadre* et une nouvelle courbe

*Courbe\_respect\_GP* pour le cadre considéré. Ces nouvelles courbes sont alors supérieures ou égales aux précédentes.

## 5. Aide à la décision du point de vue du client

Nous nous focalisons à présent sur le centre de décision *service achat*, comme l'illustre la figure 1 car nous nous intéressons aux relations de coopération entre une entreprise et ses fournisseurs.

### 5.1. Un modèle orienté contraintes

Le modèle d'un centre de décision *service achat* est plus simple que le modèle précédent, car il n'a pas à prendre en compte la réalisation des produits, mais seulement à gérer l'affectation du besoin en composants sur un ensemble de fournisseurs. Nous supposons, tout comme pour le modèle *service vente*, que le temps est discrétisé en périodes  $\theta$ .

Pour réaliser ses produits, une entreprise a besoin de  $C$  types de composants  $c$ . Le besoin minimal en composant  $c$  en début de période  $\theta$  est noté  $w_{c,\theta}$ . Ce besoin minimal est issu des cadres de décision gérés par le centre de décision *service vente* de l'entreprise considérée. Nous supposons que ce centre de décision gère  $L$  commandes  $l$  avec ses fournisseurs. Les cadres de décision associés à ces commandes se composent de  $M_{c,l}$  rectangles  $m$ .

L'objectif du centre de décision *service achat* est de déterminer un plan d'approvisionnements cohérent avec d'une part ce qu'a prévu la gestion de production de son entreprise, et avec les prévisions de livraison de ses fournisseurs d'autre part. Nous notons par  $v_{c,l,\theta}$  la courbe cumulée qui correspond à la quantité d'approvisionnement en composant  $c$  concernant la commande  $l$  en fin de période  $\theta$ .

Les contraintes pesant sur un centre de décision de type *service achat* sont les suivantes :

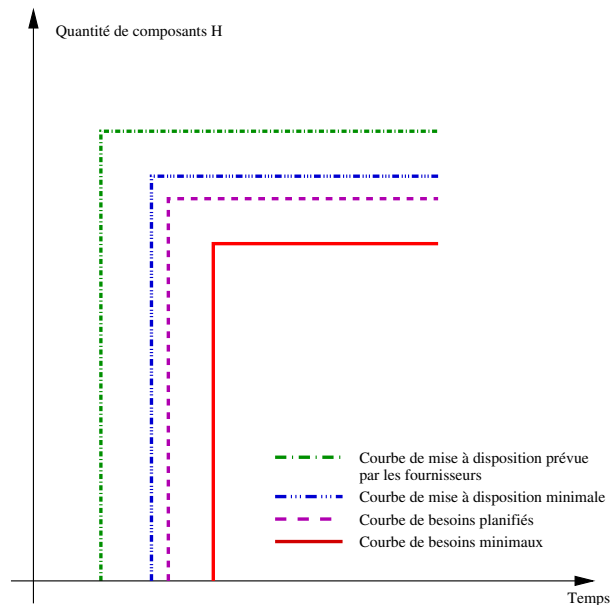
$$\left\{ \begin{array}{ll} (11) & : v_{c,l,\theta} \leq v_{c,l,\theta+1} \\ (12) & : w_{c,\theta} \leq \sum_{l=1}^L v_{c,l,\theta} \\ (13) & : v_{c,l,\underline{d}_{lm}} \leq \bar{q}_{lm} \\ (14) & : v_{c,l,\bar{d}_{lm}} \geq \underline{q}_{lm} \\ (15) & : v_{c,l,\theta} \geq a_{c,l,\theta} \\ (16) & : \sum_{l=1}^L v_{c,l,\theta} \geq A_{c,\theta} \\ \forall c, \forall l, \forall \theta : v_{c,l,\theta} \geq 0 \end{array} \right.$$

Les contraintes (11) indiquent que les quantités d'approvisionnement en composant  $c$  sont cumulées. Les contraintes (12) traduisent la quantité minimale de composant  $c$  que le service achat doit être en mesure de fournir en fin de période  $\theta$  à son

atelier de fabrication. Les contraintes (13) et (14) imposent à la courbe de quantité cumulée de composant  $c$  prévue, de passer respectivement en dessous du point en haut à gauche et au-dessus du point en bas à droite de chaque rectangle  $m$  composant le cadre de décision associé à la commande  $l$ . Les contraintes (15) et (16) matérialisent le respect du plan d’approvisionnement prévu par la gestion de production.

## 5.2. Création d’un cadre de décision

À chaque instant, un *service achat* a une vision, sous forme de courbes cumulées croissantes : des besoins minimaux en composants requis par le centre de décision *service vente* de la même entreprise, des besoins en composants calculés par la gestion de production de la même entreprise, de la mise à disposition minimale des composants garantie par les cadres de décision établis avec ses fournisseurs (points  $BD$ ), et de la mise à disposition des composants communiquée par les fournisseurs (cf. figure 6).



**Figure 6.** Courbes de besoin et de mise à disposition des composants

Un *service achat* peut vouloir disposer d’une aide à la décision soit pour l’insertion d’un nouveau cadre lorsqu’il élabore une proposition ou une contre-proposition dans le cadre d’un processus de négociation en vue de la détermination d’une nouvelle commande d’approvisionnement, soit pour l’ajustement d’un cadre de décision suite à une incohérence.

Dans le cas où le décideur souhaite insérer un nouveau cadre de décision, il faut lui indiquer le besoin minimal requis pour la réalisation des produits de l'entreprise considérée. Il suffit pour cela d'identifier à l'aide du modèle *service achat* quelles sont les périodes où un manque de composants apparaît.

En reprenant les inéquations du modèle associé au service achat, cette idée est formalisée de la façon suivante :

$$\left\{ \begin{array}{ll} (11) & : v_{c,l,\theta} \leq v_{c,l,\theta+1} \\ (12) & : w_{c,\theta} \leq \sum_{l=1}^L v_{c,l,\theta} \\ (15) & : v_{c,l,\theta} = a_{c,l,\theta} \\ \forall c, \forall l, \forall \theta : v_{c,l,\theta} \geq 0 \end{array} \right.$$

L'insertion d'une nouvelle commande  $\beta$  en composants  $c$  introduit de nouvelles variables  $v_{c,\beta,\theta}$ , dont les domaines vont être caractérisés. Les égalités (15), uniquement implémentées pour les commandes  $l \neq \beta$ , imposent de respecter ce qu'ont prévu de livrer en composants  $c$  les différents fournisseurs. Ces égalités étant plus contraignantes que les inéquations (13) et (14) du modèle initial, ces dernières ne sont pas prises en compte lors de ce calcul. La contrainte (12) permet de déterminer la borne minimale  $\underline{v}_{c,\beta,\theta}$  des domaines des variables  $v_{c,\beta,\theta}$ . En effet,  $L$  est le nombre de cadres de décision existants. L'inéquation (12), si on ajoute la variable  $v_{c,\beta,\theta}$  s'écrit  $w_{c,\theta} \leq \sum_{l=1}^L v_{c,l,\theta} + v_{c,\beta,\theta}$ . Ainsi, puisque  $v_{c,\beta,\theta} \geq 0$ , on a  $\underline{v}_{c,\beta,\theta} = \text{MAX}(0, w_{c,\theta} - \sum_{l=1}^L v_{c,l,\theta})$ .

Une courbe *besoin\_minimal\_respect\_fournisseur* est alors déterminée par l'instanciation itérative et au plus tard des variables  $v_{c,\beta,\theta}$ , comme cela est effectué pour les variables  $u_{i,k,\theta}$  dans le paragraphe 4.2. Les points *BD* des rectangles du nouveau cadre de décision devront se situer sur ou au-dessus de cette courbe afin de pallier le manque en composants.

À l'aide de mécanismes similaires, il est possible de déterminer une courbe *besoin\_maximal\_respect\_vente* en considérant les besoins maximaux en composants  $c$  du service vente, c'est-à-dire les points *HG* des cadres de décision gérés par le service vente. Cette courbe permet d'aider le décideur du service achat à positionner les points *HG* des rectangles du nouveau cadre de décision, en servant d'indicateur. Toutefois, comme nos modèles ne prennent pas en compte la politique de gestion des stocks des entreprises, nous ne souhaitons pas imposer au décideur de placer ces points *HG* au-dessus ou en dessous de cette courbe.

### 5.3. Ajustement d'un cadre de décision

Le décideur va souhaiter ajuster un ou plusieurs cadres de décision si une incohérence est détectée, c'est-à-dire dès que la courbe de mise à disposition minimale devient inférieure à la courbe de besoins planifiés. Cette incohérence peut être le ré-

sultat soit d'une demande plus forte en composants du service vente ou de la gestion de production, soit d'une demande de renégociation d'un cadre de décision d'un des fournisseurs qui ne peut plus mettre à disposition la quantité minimale prévue par le point *BD*.

Pour que ces deux courbes redeviennent cohérentes entre elles, le décideur a la possibilité soit de demander une garantie supérieure de mise à disposition des composants à un ou plusieurs de ses fournisseurs en modifiant la position des points *BD* de certains cadres de décision (dans ce cas, la courbe de mise à disposition minimale augmente), soit de demander au centre de décision *service vente* de diminuer son offre aux clients, et donc son besoin en composants (dans ce cas la courbe de besoins planifiés diminue).

La modification de la position des points *BD*, vers une position pour laquelle la quantité est supérieure ou égale à la quantité initiale et le délai est inférieur ou égal au délai initial, entraîne une hausse de la courbe de mise à disposition minimale. La simulation d'une fabrication moins importante de produit permet de diminuer la courbe de besoins planifiés. Notons qu'une telle relaxation devra être autorisée par le *service vente* pour qu'elle puisse aboutir à une décision opérationnelle.

Le décideur choisit donc quels sont le ou les cadres qu'il souhaite éventuellement renégocier, modifie la position des points et mesure l'impact de ses modifications sur les quatre courbes. Il peut aussi simuler une diminution du besoin en composants planifié et mesurer l'impact de ses simulations sur les quatre courbes, dans la logique d'une coopération avec le centre de décision *Service Vente*.

## 6. Conclusion

Ce travail aborde le problème de la coopération interentreprise au sein d'une chaîne logistique. Nous proposons une structuration de la relation de coopération dans le cadre de la production à la commande en se focalisant sur les relations de type client-fournisseur. La formalisation de la coopération proposée s'appuie sur la notion originale de cadre de décision, définie dans cette étude comme un ensemble de couples de contraintes de domaines sur les quantités et les délais de chaque commande. La négociation prévisionnelle de tels cadres permet de tendre les flux de production en amenant les acteurs à expliciter et à mieux dimensionner les marges que chacun se réserve. Un cadre de décision présente un caractère dynamique, certains événements imprévus pouvant amener un des partenaires à les renégocier.

Ce travail repose sur une modélisation de l'entreprise en trois centres de décision distincts, la gestion de production, le service vente qui gère les relations avec les clients de l'entreprise et le service achat qui gère les relations avec les fournisseurs de l'entreprise. Seule la coopération entre des centres de type service vente et service achat a été étudiée.

La coopération est réalisée à l'aide de conversations asynchrones, fondées sur l'échange de propositions et de contre-propositions concernant des cadres de décision. Une aide à la décision est proposée, à partir d'un modèle linéaire classique de planification basé sur une décomposition du temps en périodes. Elle consiste à interpréter les propositions ou contre-propositions en termes de contraintes et à caractériser un espace de décisions possibles grâce à des mécanismes de propagation de contraintes.

Deux interfaces utilisateur (client et fournisseur) sont en cours de développement. Il reste à achever l'intégration de ces interfaces et des modules d'aide à la décision (développés en langage Eclipse) au sein d'un prototype complet en vue de valider les principes de coopération proposés entre deux entreprises d'une chaîne logistique réelle.

Il reste également à approfondir les relations de coopération qui peuvent être outillées selon les mêmes principes, notamment entre le centre gestion de production et les services vente et achat. Enfin cette approche mérite d'être étudiée dans le cas de relations plus complexes, notamment la sous-traitance d'opérations qui crée des flux de produits re-entrants.

## 7. Bibliographie

- Barnard C., *The functions of the executive*, Harvard University Press, Cambridge, 1938.
- Boujut J., Cavaillé J., Jeantet A., « Instrumentation de la coopération », *Coopération et connaissance dans les systèmes industriels sous la direction de R. Soënen et J. Perrin*, Lavoisier, Hermes Science, p. 91-109, 2002.
- Bourrières J.-P., Lecompte T., Deschamps J.-C., Alami R., « Un cadre formel de décision pour la planification multiniveaux des systèmes de production distribués », *APII-JESA*, vol. 35, p. 859-883, 2001.
- Camalot J., Aide à la décision et à la coopération en gestion du temps et des ressources, Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, Toulouse, France, 2000.
- Campagne J., Sénéchal O., « Les nouvelles exigences de la coopération », *Coopération et connaissance dans les systèmes industriels sous la direction de R. Soënen et J. Perrin*, Lavoisier, Hermes Science, p. 51-67, 2002.
- Despontin-Monsarrat E., Briand C., Esquirol P., « A decision Support for Cooperation in Make-to-Order Production », *Cooperative Systems Design*, IOS Press, p. 69-82, 2004a.
- Despontin-Monsarrat E., Briand C., Esquirol P., « Une aide à la coopération interentreprises pour la production à la commande », *Document numérique*, vol. 8, n° 1, p. 23-36, 2004b.
- Erschler J., « Approche par contraintes pour l'aide à la décision et à la coopération : une nouvelle logique d'utilisation des modèles formels », *Coopération et Conception sous la direction de G. de Terssac et E. Friedberg*, Octares Editions, p. 137-147, 1996.
- Hammami A., Burlat P., Campagne J., « Modélisation analytique du problème d'allocation de commande dans un réseau d'entreprises », *Conférence francophone de MODélisation et SIMulation : Conception, Analyse et Gestion des Systèmes Industriels(MOSIM'03)*, Institut National des Sciences Appliquées, 23-25 avril, Toulouse, France, 2003.

- Huguet M., Approche par contrainte pour l'aide à la décision et à la coopération en gestion de production, Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, Toulouse, France, 1994.
- Lee H., Billington C., Carter B., « Hewlett-Packard Gains control of Inventory and Service through Design for Localization », *Interface*, vol. 23, n° 4, p. 1-11, 1993.
- Monteiro T., Conduite distribuée d'une coopération entre entreprises : le cas de la relation donneurs d'ordres - fournisseurs, Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble, France, 2001.
- Poirier C., Reiter S., *La Supply Chain*, Dunod, 2001.
- Queré M., « Coopération ou co-opérations : quels enjeux économiques ? », *Coopération et connaissance dans les systèmes industriels sous la direction de R. Soënen et J. Perrin*, Lavoisier, Hermes Science, p. 33-50, 2002.
- Rota-Frantz K., Bel G., Thierry C., « Gestion des flux dans les chaînes logistiques », *Performance Industrielle et gestion des flux*, Hermes Science, p. 153-187, 2001.
- Telle O., Gestion des chaînes logistiques dans le domaine aéronautique : Aide à la coopération au sein d'une relation Donneurs d'Ordres/Fournisseurs, Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace, Toulouse, France, 2003.
- Terressac G. D., Maggi B., « Autonomie et conception », *Coopération et Conception sous la direction de G. de Terressac et E. Friedberg*, Octares Editions, p. 243-266, 1996.