

Protocoles de négociation à base d'agents communicants pour une chaîne logistique de gestion de crise

Ayda Kaddouci¹, Hayfa Zgaya¹, Slim Hammadi¹

¹Laboratoire d'Automatique, Génie Informatique et Signal
UMR 8146 CNRS

Ecole Centrale de Lille, BP 48, Cité Scientifique, 59651 Villeneuve d'Ascq, France.
ayda.kaddouci@ec-lille.fr, hayfa.zgaya@ec-lille.fr, slim.hammadi@ec-lille.fr

Résumé— Lorsque plusieurs agents interagissent, des conflits peuvent survenir, ce qui nécessite l'utilisation de mécanismes de résolution de conflits. Parmi ces mécanismes, on trouve notamment la coordination, les systèmes de vote et la négociation. Dans ce contexte, nous étudions un système logistique composé de différentes zones qui disposent de leurs propres informations, ressources, contraintes, stratégies de décision, préférences et objectifs. Ce qui implique une distribution de l'information et de la décision entre ces différentes zones. Afin de résoudre ce problème, nous proposons d'étudier une approche basée sur la négociation.

Mots-clés— Chaîne Logistique, Système Multi-Agent, Négociation,

I. INTRODUCTION

La définition de la négociation varie d'un auteur à un autre. Elle peut être globalement définie comme étant la discussion entre deux ou plusieurs parties, avec l'intention d'atteindre un accord. [11]. Pour Jennings [6], il s'agit plutôt de la recherche distribuée à travers un espace d'accords potentiels.

Le protocole de négociation est simple : l'un des agents fait une offre, les autres agents répondent par l'acceptation, le rejet ou le désengagement de la négociation. La négociation se termine si tous les agents acceptent l'offre ou si l'un d'eux se retire. Si la négociation continue alors un autre agent fait une nouvelle offre et ainsi de suite.

L'intérêt principal de ce papier est de proposer un mécanisme de négociation pour résoudre des problèmes de conflits de ressources dans une chaîne logistique de gestion de crise.

Par définition, la crise est une situation inhabituelle, ayant compromis ou pouvant compromettre le cours normal d'une situation ; situation pour laquelle il est indispensable d'apporter des actions correctives. Une Chaîne Logistique de Gestion de Crise (CLGC) détient le même objectif qu'une chaîne logistique d'une entreprise. Le but principal est de satisfaire les besoins résultants des effets de la crise.

Nous présentons premièrement la négociation, le principe d'une négociation, ainsi que les principaux modèles de négociation étudiés dans la littérature. La section 3 est consacrée à l'architecture multi-agents de la CLGC. Nous

présentons dans la section 4 l'architecture des agents négociateurs ainsi que les modèles de négociation proposés pour notre système. Une dernière section est consacrée aux simulations et résultats obtenus.

II. ETAT DE L'ART

Les protocoles de négociation ont longtemps été étudiés dans la recherche en systèmes multi-agents. Ils ont été introduits pour répondre à des besoins en Intelligence Artificielle Distribuée.

La négociation implique la confrontation d'intérêts incompatibles sur divers points.

Selon Smith [2], « *Par négociation, on entend une discussion dans laquelle des individus intéressés échangent des informations et arrivent à un accord en commun* ».

La définition proposée par Pruitt [3] introduit la négociation comme étant « *le processus par lequel plusieurs individus prennent une décision commune. Les participants expriment d'abord des demandes contradictoires, puis ils essaient de trouver un accord par concession ou par la recherche de nouvelles alternatives* ».

D'après les études faites en littérature, la négociation est donc la recherche d'un accord, centrée sur des intérêts matériels ou des enjeux quantifiables entre deux ou plusieurs interlocuteurs, dans un temps limité. Cette recherche d'accord implique la confrontation d'intérêts incompatibles sur divers points (de négociation) que chaque interlocuteur va tenter de rendre compatibles par un jeu de concessions mutuelles. [1]

A. Principes d'une négociation

Entamer un processus de négociation nécessite la définition de plusieurs notions au préalable, à savoir :

- Le langage de négociation : c'est le langage utilisé par les agents pour communiquer pendant la négociation ;
- L'objet de négociation : c'est l'objet du conflit entre les agents. L'objet de négociation peut contenir plusieurs critères ou attributs comme le prix, le temps, la qualité, etc.
- Le protocole de négociation : ce sont les règles qui régissent les interactions entre les agents. Le protocole de négociation englobe l'ensemble des participants, les états de la négociation, les actions autorisées pour un participant à un

état donné du processus de négociation et une condition d'arrêt de la négociation.

- Le processus de prise de décision : c'est la stratégie que l'agent suit pour prendre des décisions et atteindre ses objectifs. Pour prendre une décision adéquate, un agent doit être capable de faire un raisonnement en se basant sur ce que font les autres agents et donc sur leurs stratégies de prise de décision. [6]

Il existe plusieurs formes de négociations qui peuvent être classées selon différents critères. L'un des critères les plus importants reste le protocole de négociation. La littérature en termes de négociation propose alors plusieurs familles.

B. Différentes formes de négociation

Cette classification organise la négociation selon la forme qu'elle peut prendre, de la plus basique à la plus complexe :

- Le "take it or leave it offer" : qui correspond à la forme la plus basique de négociation. Un agent formule une offre en un seul tour. Cette offre va être acceptée ou rejetée sans être renégociée.

- Les systèmes de vote: l'objectif est de proposer une alternative et de recevoir les votes pour et les votes contre cette offre. [4]

- Les enchères: l'objectif ici est de vendre un objet au meilleur prix. L'initiateur de la négociation débute avec un prix de départ. Ensuite les offres proposées augmentent ou diminuent jusqu'à ce que l'un des participants accepte le prix atteint.

- Le "Contract Net Protocol": proposé par Smith en 1980, est un protocole de haut niveau pour la communication entre les nœuds d'un résolveur de problèmes distribué [2].

La majorité des protocoles de négociation sont basés sur cette forme d'interaction :

Quand un initiateur veut déléguer une tâche, il lance un appel pour les différents participants. Il recueille alors les différentes offres reçues et choisit la plus appropriée pour lui. Ce protocole est basé sur quatre étapes principales:

1- L'initiateur lance un call-for-proposal (CFP); 2- Chaque participant considère les CFP et enchérit sur ceux qui sont faisables ; 3- L'initiateur choisit la meilleure offre et attribue un contrat à son propriétaire; 4- L'initiateur rejette les autres offres.

- Négociation multi-attributs: cette forme de négociation prend en considération plusieurs objets sur lesquels les agents négocient.

- Négociation multi-niveaux: le contrat correspondant à cette forme de négociation est décomposé en plusieurs sous-contrats dépendants, qui sont considérés de façon séquentielle.

- Les négociations combinées : C'est un ensemble de négociations indépendantes les unes des autres, avec un ensemble d'objets négociés interdépendants.

Par rapport à la typologie précédente, le modèle que nous proposons s'inscrit dans le cadre du *Contract Net Protocol*. Il s'agit d'une négociation *multi-attributs*, *multi-niveaux*.

III. LA CHAÎNE LOGISTIQUE DE GESTION DE CRISE

Ferber [8] définit un agent comme étant une entité orientée vers un but, collaborative, flexible et capable de prendre des décisions indépendantes sur le moment d'agir. Il s'agit d'un processus fonctionnant en continu et capable de s'engager dans une communication complexe avec d'autres agents, y compris des personnes. Il convient aussi de dire que c'est une entité qui s'auto-personnalise automatiquement pour convenir aux préférences de son utilisateur et à des changements dans l'environnement.[8]

La modélisation par systèmes multi-agents d'un théâtre logistique permet alors d'appréhender la nature dynamique de la chaîne logistique. En effet, la solution multi-agents prévoit d'examiner chacun des acteurs de la CLGC comme un agent autonome, capable d'échanger des informations avec d'autres acteurs. Dans notre chaîne d'approvisionnement, les acteurs sont nombreux et variés et de nombreux modèles sont possibles. Cependant, ils impliquent tous la modélisation des différentes entités de la chaîne d'approvisionnement à travers un ou plusieurs agents. [9] [10]

La CLGC est une chaîne logistique à L-niveaux, en partant des zones d'entrepôts Z_1 jusqu'aux zones sinistrées Z_L . Toutes les autres zones sont de niveau i avec $1 < i < L$. Ainsi, pour une zone donnée Z_i , une zone en aval est de niveau $i+1$: Z_{i+1} et sa zone amont est de niveau $i-1$: Z_{i-1} .

Chaque zone est alors représentée par un agent zone AgZ_i .

Voici un exemple de chaîne logistique à 4 niveaux :

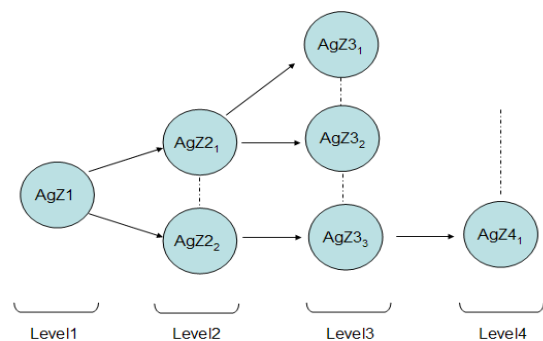


Fig. 1 Chaîne logistique à 4 niveaux.

Pour gérer une situation de crise, un modèle de négociation a été proposé : le Réseau de Négociation à Accord partiel (RNAP) [12]. Nous proposons que l'agent initiateur, qui gère simultanément plusieurs sous-contrats, puisse accepter chaque contrat totalement ou partiellement au sein de chaque boucle de la négociation. Trois niveaux de négociations ont été alors définis.

IV. LE RESEAU DE NEGOCIATION PROPOSE

Selon Jennings et al. [6], la conception du processus de négociation nécessite l'élaboration de trois caractéristiques principales : le protocole de négociation, ce qui correspond à l'ensemble des règles qui régissent l'interaction entre agents, les points sur lesquels les agents négocient et enfin le modèle décisionnel qui correspond à la couche stratégique de la négociation.

Ces trois caractéristiques dépendent du contexte de négociation et doivent être considérées dans l'architecture de l'agent négociateur.

A. Architecture de l'agent négociateur

Cette architecture est composée de trois couches, et inspirée de [7] :

- Couche de communication : Le niveau d'interactions entre les agents, responsable de la réception et envoi des messages ; correspond au protocole de négociation.
- Couche de contrôle : Le comportement des agents négociateurs qu'on représentera par la suite par un diagramme UML ; correspond au processus de négociation.
- Couche de raisonnement : La partie de prise de décision de l'agent négociateur et l'interaction avec sa base de données, correspond à la stratégie de négociation.[7]

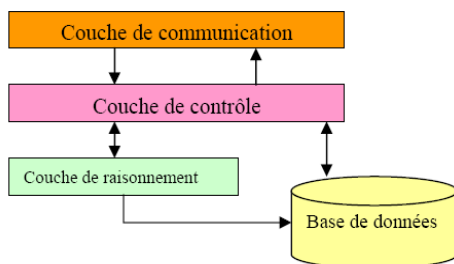


Fig. 2 Architecture de l'agent négociateur.

Dans une situation de crise, nous proposons le RNAP, un processus de négociation composé des :

- Initiateurs de la négociation : commencent le processus de négociation. Un initiateur est noté $Init_i$ avec $1 \leq i \leq I$.
- Participants : contribuent à la négociation. Un participant est noté $Part_j$ avec $1 \leq j \leq P$.
- Les objets de la négociation : Les ressources limitées sur lesquelles les initiateurs et participants négocient. Une ressource est notée r_i avec $1 \leq i \leq R$.

B. Couche de communication

Selon l'impact de la crise, nous avons définis deux protocoles de négociation, le protocole RNAP un à plusieurs, le (RNAP_1AP) et le RNAP plusieurs à plusieurs, le (RNAP_PAP). Le choix de l'un ou de l'autre dépend du niveau raisonnement de l'agent zone concerné.

- *le protocole RNAP_1AP*

Pour des raisons de hiérarchie, l'agent qui va initier la négociation et qu'on appellera Initiateur du RNAP_1AP, est un unique agent zone AgZ_i . Il réalise qu'il ne peut pas satisfaire toutes les demandes incluant ses propres besoins. Il commence la négociation en attendant un désistement des agents zones correspondants en aval AgZ_{i+1} , qui sont les participants. Donc le premier agent zone peut être l'initiateur, le dernier le participant, et tous les autres agents peuvent être à la fois, initiateurs (avec les agents zones en aval) et participants (avec l'unique agent zone en amont).

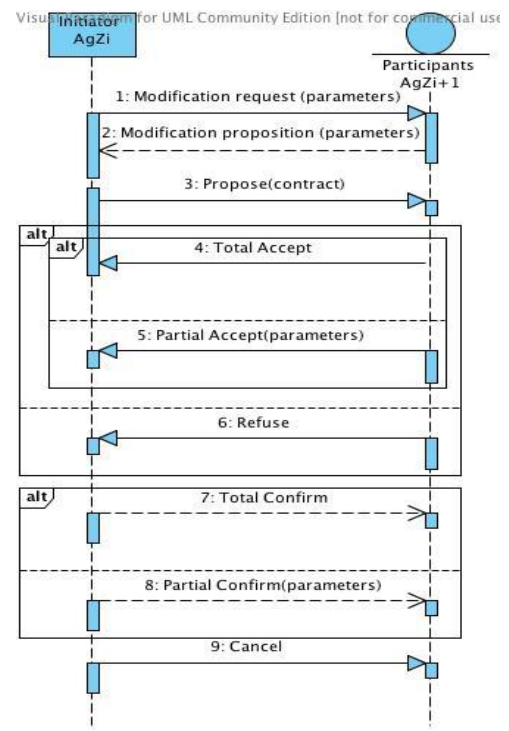


Fig. 3 Le protocole RNAP_1AP

Ce protocole est décrit comme suit (Fig. 3) :

- *Modification Request* : Si l'Initiateur, en amont de la zone, se rend compte qu'il ne peut pas satisfaire toutes les demandes des zones subalternes avant une période Δt (le nouveau retard de réserves), alors il informe ces derniers de la situation en leurs proposant de renoncer à leurs demandes s'ils peuvent encore attendre.
- *Modification Proposition* : Chaque agent zone participant envoie à l'Initiateur son degré d'urgence pour chaque ressource r_i .
- *Propose (contract)* : L'initiateur envoie un nouveau contrat exprimant la dernière mise à jour des quantités de provision évaluées par la couche de raisonnement.
- *Accept/Refuse* : Après une estimation de toutes les provisions (eau, médicaments, vêtements), un agent zone participant (AgZ_{i+1}) réalise qu'il peut accepter :
 - Toutes les propositions de l'initiateur (*Total Accept*).
 - Un sous-ensemble de propositions de l'initiateur (*Partial Accept*). Par exemple, il peut accepter la proposition de l'initiateur donnée pour les vêtements, mais pas pour l'eau et les médicaments
 - Aucune proposition (*Refuse*).
- *Confirm* : Le participant donne une confirmation totale (*Total Confirm*), s'il est d'accord avec la proposition acceptée. Si le participant change d'opinion entre temps, ou s'il n'est plus d'accord sur l'ensemble de l'offre, il envoie une confirmation partielle (*Partial Confirm*).
- *Cancel* : Le processus de négociation peut être annulé (la fin du temps de négociation autorisé).

- le protocole RNAP_PAP

Quand l'impact d'une perturbation sur la chaîne logistique de gestion de crise est plus important, on tient moins compte de l'aspect hiérarchique. L'idée est de permettre à un agent zone AgZ_i de chercher de l'aide de n'importe quel collègue (un agent zone du même niveau i) ou d'un agent zone en amont AgZ_{i-1} , qui n'est pas nécessairement son supérieur hiérarchique direct. Donc un initiateur RNAP_PAP est un agent zone AgZ_i qui exprime un besoin de provisions et attend des propositions de n'importe quel agent zone, AgZ_i ou AgZ_{i-1}

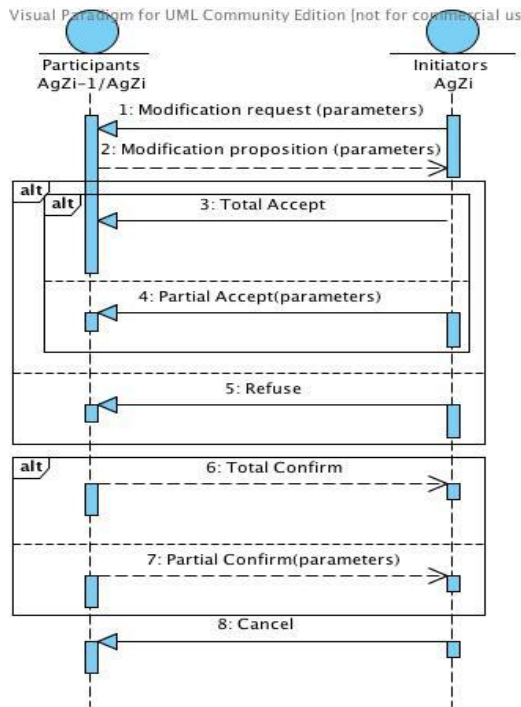


Fig. 4 Le protocole RNAP_PAP

Ce protocole est décrit comme suit (Fig4) :

- *Modification Request* : C'est un message d'alerte de chaque agent zone AgZ_i (du $i^{\text{ème}}$ niveau) à tous les autres agents zones AgZ_i (du même $i^{\text{ème}}$ niveau) ainsi qu'à tous les agents zones AgZ_{i-1} (du niveau $i-1$).
- *Modification Proposition*: Chaque agent AgZ_i/AgZ_{i-1} peut proposer une distribution de ressources à l'agent zone réclamant selon les besoins postés.
- *Accept/Refuse* :Un initiateur peut recevoir plusieurs propositions pour une seule ressource demandée, il doit donc faire un choix, selon plusieurs critères (par exemple le temps d'acheminement). Le choix est fait au niveau de la couche raisonnement de l'architecture de négociation. Il peut alors accepter toutes les propositions (*Total Accept*), un sous-ensemble de propositions (*Partial Accept*), ou aucune proposition (*Refuse*).
- *Confirm* : similaire par analogie au protocole RNAP_IAP.
- *Cancel* : similaire au protocole RNAP_IAP.

C. Couche de contrôle

Le comportement des agents négociateurs est décrit par le diagramme d'activité UML de la figure 4 :

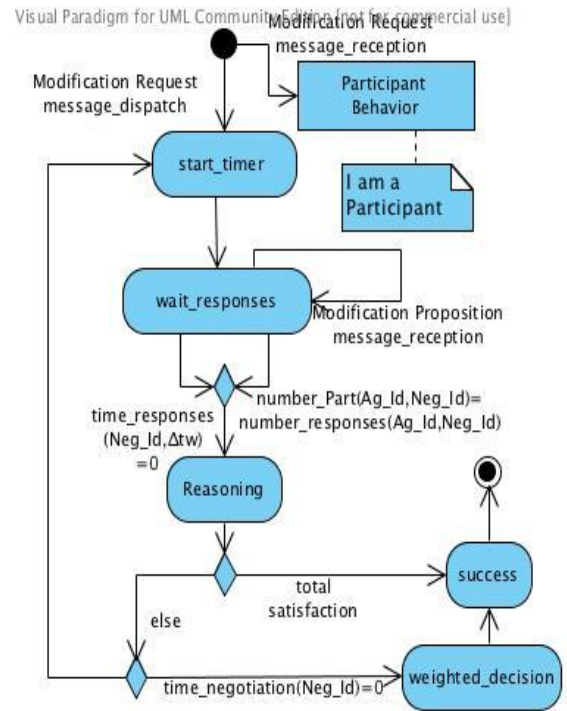


Fig. 5 Diagramme d'activités des agents négociateurs

- Nombreparticipant ($AgId, NegId$) : Le nombre de participants à une négociation identifiée par $NegId$ et réalisée par la l'agent zone identifié par $AgId$;
- Nombreréponses ($AgId, NegId$) : Le nombre de réponses reçues par l'agent zone $AgId$, via la négociation $NegId$;
- Tempsderéponse ($NegId, \Delta t_w$) : Le temps restant pour la négociation en cours, identifiée par ($NegId$), avant la fin du temps de retard Δt_w pour la réception des réponses ;
- Tempsdenégociation ($NegId$) : Le temps restant pour la négociation en cours.

En définissant les deux premières couches, nous avons défini le protocole et le processus de négociation, dans la section suivante nous définissons la stratégie de négociation : la couche raisonnement.

D. Couche de raisonnement

Comme il a été mentionné précédemment, cette couche correspond au module qui génère les décisions des agents. Deux comportements sont particulièrement importants pour l'efficacité de la chaîne logistique de gestion de crise : le comportement de l'initiateur et le comportement du participant.

Afin d'élaborer des stratégies de prise de décision, nous avons mis en place des indexes permettant de prendre en compte la priorité des demandes, du point de vue de l'initiateur et des participants.

L'Initiateur doit examiner quelles sont les ressources à envoyer, à quelles zones et en combien de quantité, selon leur disponibilité et les priorités des zones. Tout commence par la proposition d'un contrat à un ensemble de participants. L'initiateur attend alors les réponses des participants. Lorsque l'initiateur reçoit toutes les propositions des Participants, il évalue un index d'urgence $E_{index}(r_i, Part_j)$ de chaque ressource r_i ($1 \leq i \leq R$) pour un participant $Part_j$ ($1 \leq j \leq P$):

$$E_{index}(r_i, Part_j) = E_d(r_i, Part_j) \times E_d(Part_j, Init) \quad (1)$$

Avec:

- $E_d(r_i, Part_j)$: la priorité de la ressource r_i pour le Participant $Part_j$,
- $E_d(Part_j, Init)$: la priorité du Participant $Part_j$ pour l'initiateur de la négociation.

En sachant que le stock restant pour une ressource r_i ($1 \leq i \leq R$) pour un agent initiateur de négociation est évaluée par :

$$reStock(r_i, Init) = stock(r_i, Init) - demand(r_i, Init) \times GE_{index}(r_i, x, Init) \quad (2)$$

Avec :

- $stock(r_i, AgId)$: correspond au niveau local de la quantité de ressource r_i relative à l'agent zone $AgId$,
- $demand(r_i, AgId)$: correspond à la demande de consommation locale de la ressource r_i relative à l'agent zone $AgId$,
- $GE_{index}(r_i, x, AgId_k)$: est une pondération de la consommation locale de l'agent-zone identifié par $AgId_k$ ($1 \leq k \leq Ne$, avec Ne le nombre total d'agents négociateurs) et selon la ressource r_i :

$$GE_{index}(r_i, x, AgId_k) = \frac{E_{index}(r_i, AgId_k)_{1 \leq k \leq Ne}}{\sum_{u=1}^{Ne} (a_u \times E_{index}(r_i, AgId_u))} \quad (3)$$

Où $a_u=0$ si $u \neq k$, et $a_u=1$ sinon.

La prise de décision par un agent initiateur pour partager le stock de sécurité local est alors évaluée par :

$$amount(r_i, Init, Part_j) = reStock(r_i, Init) \times GE_{index}(r_i, \beta, Part_j) \quad (4)$$

V. SIMULATIONS ET RESULTATS

A. Ressources

Chaque agent-Zone doit gérer 4 ressources: R1: vêtements; R2: eau; R3: médicaments et R4: nourriture. Nous montrons ici les résultats de simulation correspondant uniquement à la ressource R4 (choix aléatoire).

B. Acteurs de la simulation

Afin de mettre en évidence chacun des intérêts des protocoles de négociation proposés, nous considérons une CLGC composée de trois niveaux : 1 Z_1 (niveau 1); 1 Z_2 : $Z_{2,1,1}$ (niveau 2) et 3 Z_3 : $Z_{3,1,1,1}$; $Z_{3,1,1,2}$; $Z_{3,1,1,3}$ (niveau 3). L'objectif est donc à la fois de pouvoir satisfaire les demandes des populations au niveau de chaque agent, mais également de pouvoir satisfaire les besoins propres de chacune de ces zones.

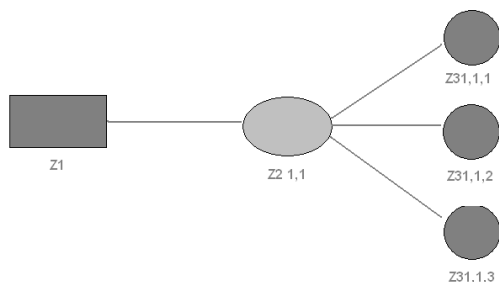


Fig. 6 La chaîne logistique étudiée.

C. Délais de livraison

On considère pour cette simulation que les délais de livraison en temps normal sont de :

- 5 jours pour une zone Z_3 ;
- 3 jours pour une zone Z_2 .

On notera que les prévisions se font sur sept jours : le jour actuel et les six jours à venir.

En temps urgent, les délais de livraisons seront supposés de :

- 3 jours pour une zone Z_3 ;
- 2 jours pour une zone Z_2 .

Enfin, on considère que le temps de livraison entre deux zones de même niveau est de 2 jours.

D. Gestion des seuils

On considère qu'un agent passe une commande normale lorsqu'il se rend compte que le seuil de sécurité va être entamé au bout du délai de livraison normal. Ainsi, le jour de la réception des marchandises, son stock se trouve aux alentours du seuil de sécurité.

La partie suivante présente la simulation selon les divers modes de négociation activés. Une perte de ressource est simulée le jour numéro 2, nous observons, dans ce qui suit, les comportements des agents.

E. Simulations

Nous représentons dans ces graphiques, l'évolution des stocks (axe des ordonnées) en fonction du temps exprimé en nombre de jours (axe des abscisses). Le stock de sécurité est représenté par un trait parallèle à l'axe du temps.

Nous distinguons trois phases différentes qui correspondent à l'évolution du graphe:

- Phase 1: représente l'évolution passée des stocks jusqu'au jour n°11;
- Phase 2: représente l'évolution future des stocks en considérant les cargos envoyés par les fournisseurs ; entre le jour n° 11 et le jour n°14 ;
- Phase 3: représente l'évolution future des stocks par rapport aux demandes futures qui ne sont pas encore prises en compte par les fournisseurs ; à partir du jour n°14.

- Sans négociation

La figure présente le résultat de la simulation dans le cas où il n'y a aucune négociation.

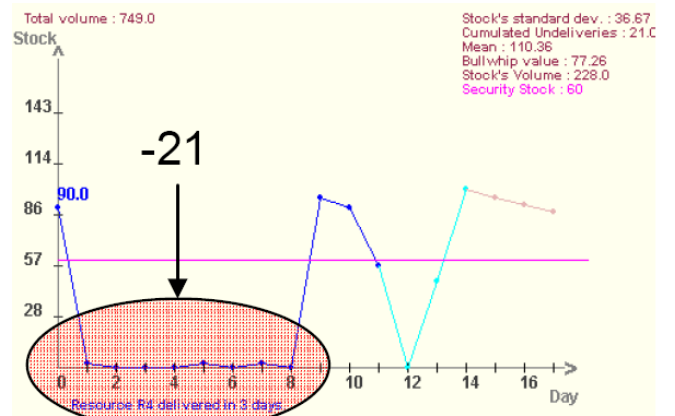


Fig. 7 Evolution du stock pour la zone $Z_{2,1,1}$ sans négociation

Le jour 2, on simule le fait que toutes les ressources en cours de livraison sont perdues. Ainsi, tous les acteurs vont devoir repasser commande. On constate que cette perturbation a entraîné une rupture de 21 unités de marchandises pour la zone $Z2_{1,1}$

- Avec le protocole *RNAP_IAP*, en mode normal

Nous considérons que le fournisseur tient compte de sa propre consommation avant d'effectuer les envois de marchandises. Ainsi, il devrait pouvoir garder suffisamment de ressources pour pouvoir subvenir à ses propres besoins durant son temps de ravitaillement

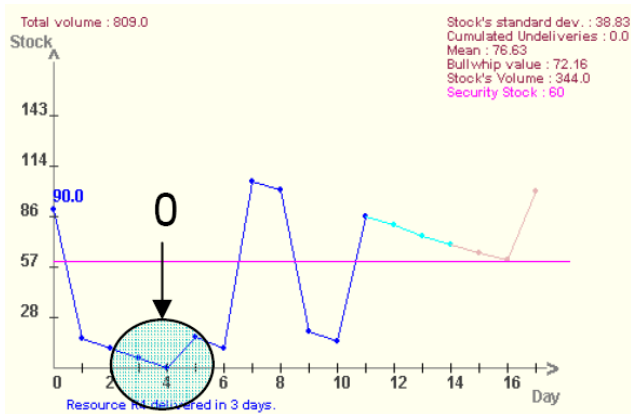


Fig. 8 Evolution du stock pour la zone $Z2_{1,1}$, mode normal

Le jour 1, l'agent zone $Z2_{1,1}$ prévoit sa consommation propre durant le temps de ravitaillement de trois jours, et donc, pourra survivre jusqu'au jour 4 inclus. Les ressources étant perdues le jour 2, le fournisseur doit repasser une commande, et ne sera alors ravitaillé que le jour 5. Ainsi, pour ne pas être en manque de marchandises, il faut absolument que la ressource arrive le matin, avant tout besoin de consommation de la zone.

- Avec le protocole *RNAP_IAP*, en mode d'urgence

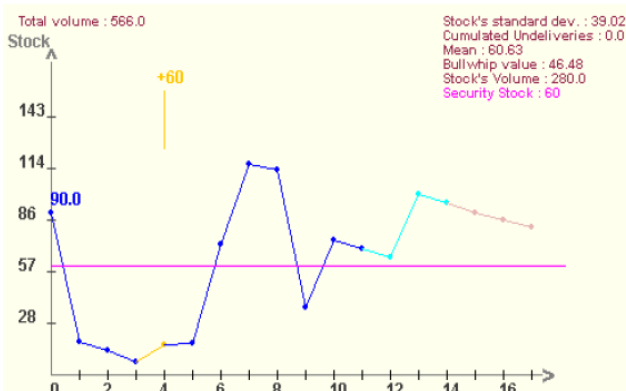


Fig. 9 Evolution du stock pour la zone $Z2_{1,1}$, mode d'urgence

Nous adoptons ici le mode d'urgence: l'agent zone en question reçoit 60 unités de ressource r_4 le jour 4 de son fournisseur (délai de livraison d'urgence = 2jours)

V. CONCLUSION

Nous travaillons sur un type particulier de chaînes logistiques distribués où les différentes entités interactives constituent une structure hiérarchique. Nous avons proposé pour cette chaîne logistique, une architecture basée sur des agents communicants. Dans ce papier, nous mettons l'accent sur l'équilibrage des ressources, afin d'éviter la rupture de stock tout au long de la CLGC, et nous proposons un protocole de négociation entre agents de la chaîne logistique : le protocole *RNAP_IAP* et le protocole *RNAP_PAP*. Les expérimentations ont montré que lorsque l'on ne considère pas la négociation, les ruptures de stock sont inévitables.

Dans nos prochains travaux, nous nous intéressons au mode perturbé de la chaîne logistique et nous adoptons une forme d'interaction avancée entre les agents. Nous proposons une nouvelle forme d'anticipation qui permet, en situation de crise, d'éviter les situations non désirables.

RÉFÉRENCES

- [1] Verrons, M.H., Genca: un modèle général de négociation de contrats entre agents, PhD theses, University of Sciences and technologies of Lille, LIFL CNRS UMR 8022, France, November 2004.
- [2] Reid G. Smith, "The Contract Net Protocol: highlevel communication and control in a distributed problem solver", IEEE Transactions on computers, C-29 (12), December 1980, pp. 1104-1113.
- [3] Pruitt, D. Negotiation Behavior. Academic Press, 1981.
- [4] A. D. Taylor, DMathematics and Politics - Strategy, Voting, Power and Proof. Springer-verlag, 1995.
- [5] S. Kraus. Strategic Negotiation in Multiagent Environments. The MIT Press: Cambridge, MA, 2001.
- [6] Jennings, N. R., Faratin, P., Lomuscio, A. R., Parsons, S., Sierra, C., and Wooldridge, M. (2000). Automated Negotiation : Prospects, Methods and Challenges. Int. Journal of Group Decision and Negotiation, 10(2) :199-215
- [7] M.J.Wooldridge and N.R.Jennings, "Intelligent agents: Theory and practice", Knowledge Engineering Review 10(2), 1995.
- [8] J.Ferber. "Les Systèmes Multi-Agents vers une intelligence collective ". InterEditions, 1995.
- [9] N.Zoghliami, S.Hammadi. "Multi-agent model for a distributed logistics system", In Proceedings of the 2006 IMACS Multiconference on Computational Engineering in Systems Applications (CESA'2006).
- [10] M.Larbarth, "Modélisation et simulation orientées agents de chaînes logistiques, dans un contexte de personnalisation de masse : modèles et cadres méthodologiques ". Thèse de doctorat, Université Laval, 2006.
- [11] Kersten, G.E. "E-Negotiations: Towards Engineering of technology-based social processes", Research Paper INR 02/04, InterNeg, 2003.
- [12] S.Douss, S. Chiarena, H.Zgaya, S. Hammadi, F.Bretauudeau, J-P Le Coz, "Réduction de l'effet coup de fouet à base d'agents communicants dans la logistique pour la gestion de crise", In Proceedings of 3rd International Workshop in Logistic and Transport (LT'2007), Sousse (Tunisia), 18-20 November 2007, pp.163-170.