

# Le CGA, un groupe d'analyse de conflits

Keith W. Hipel, coordonnateur du groupe  
Department of Systems Design Engineering  
Waterloo University  
Waterloo, Ontario, N2L 3G1, Canada  
Courriel : [kwhipel@uwaterloo.ca](mailto:kwhipel@uwaterloo.ca)

D. Marc Kilgour  
Department of Mathematics  
Wilfrid Laurier University  
Waterloo, Ontario, N2L 3C5, Canada  
Courriel : [mkilgour@wlu.ca](mailto:mkilgour@wlu.ca)

Liping Fang  
Department of Mechanical Engineering  
Ryerson Polytechnic University  
350 Victoria Street  
Toronto, Ontario, M5B 2K3, Canada  
Courriel : [lfang@acs.ryerson.ca](mailto:lfang@acs.ryerson.ca)

## 1. Mission

Fondé en 1976, le CGA est rattaché au Département de conception de systèmes de l'Université de Waterloo à Waterloo, en Ontario. Le CGA a pour principale mission l'élaboration et la mise en œuvre de méthodes formelles pour l'étude systématique de situations de prise de décision concernant plusieurs participants, dont chacun peut viser plusieurs objectifs. Diverses techniques d'analyse de conflits ont été mises au point à des fins de modélisation et d'analyse de différends stratégiques réels. Le modèle de graphe de résolution de conflits, que nous décrivons plus en détail ci-après, est utilisé par le CGA pour étudier des conflits dans divers sphères d'activité : gestion de l'environnement, commerce international, maintien de la paix, négociations entre direction et travailleurs, etc. En ayant recours à des procédés formels leur permettant de mieux comprendre le litige et de communiquer les unes avec les autres, les parties engagées dans un conflit peuvent, ensemble, en arriver à une solution satisfaisante pour tous. Par ailleurs, ces méthodes formelles peuvent aider un participant à se préparer aux mouvements et contre-mouvements de toute interaction stratégique.

## 2. Activités

Outre les auteurs du présent article, d'autres chercheurs oeuvrent au sein du CGA, notamment le D<sup>r</sup> Mitali De de l'École de commerce et d'économie de l'Université Wilfrid Laurier et le D<sup>r</sup> Niall Fraser de St. Clements, en Ontario. Le Professeur Jim Radford a aussi été associé au CGA durant de nombreuses années. Les membres du CGA travaillent aussi en étroite collaboration avec d'autres organismes de recherche, tels que la Integrated Management for Disaster Risk Division du Disaster Prevention Research Institute (la Division de gestion intégrée des risques de catastrophe de l'Institut de recherche de prévention de catastrophes) de l'Université de Kyoto, au Japon, dirigée par le Professeur Norio Okada. Les membres du CGA participent régulièrement à des congrès internationaux et publient les résultats de leurs recherches dans des revues sous les auspices de sociétés professionnelles comme la Systems, Man and Cybernetics (SMC) Society du Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), l'American Water Resources Association (AWRA), l'Institute for Operations Research and Management Science (INFORMS) et la Société canadienne de recherche opérationnelle (SCRO).

Les étudiants à la maîtrise et au doctorat qui travaillent à des projets de recherche avec un ou plusieurs membres du CGA s'inscrivent habituellement au Department of Systems Design Engineering (Département de conception de systèmes). Grâce aux ressources du CGA, ils peuvent rencontrer des conseillers en recherche qui les aident à définir l'orientation de leurs travaux et avec lesquels ils peuvent discuter de problèmes de recherche. Les étudiants diplômés intéressés à poursuivre des recherches de pointe en analyse de conflits sont invités à communiquer avec les membres du Groupe ou à consulter le site Web du CGA, <<http://workbench.uwaterloo.ca/cag/>>. Au cours des deux dernières décennies, une douzaine d'étudiants au doctorat et une trentaine d'étudiants à la maîtrise ont présenté avec succès des thèses dans des domaines liés à la résolution de conflits et à la prise de décision stratégique. Tous ces étudiants ont réussi à obtenir des postes intéressants dans des entreprises, des universités et des organismes gouvernementaux.

Les principales activités des membres du CGA consistent à mener des recherches en collaboration avec leurs étudiants diplômés et avec leurs collègues et à communiquer les résultats de leurs travaux dans des publications spécialisées et dans le cadre de congrès. Les membres du CGA participent aussi activement à d'autres activités liées à la recherche, fournissant des services de consultation, exécutant de la recherche sous contrat, donnant des cours abrégés et présentant des séminaires de recherche. Chaque automne, le Département de conception de systèmes propose aux étudiants de quatrième année et de maîtrise le cours d'analyse de conflits SYDE 533. Sur demande, un cours de doctorat sur l'analyse de conflits et la prise de décision est aussi offert. En 1992 et en 1993, les membres du CGA ont organisé deux congrès internationaux sur la résolution de conflits et sur la gestion de l'environnement tenus à l'Université de Waterloo. Au cours des huit dernières années, le CGA a mis sur pied des sessions extraordinaires sur la résolution de conflits et la gestion des risques dans le cadre des assemblées annuelles de la SMC Society de l'IEEE. Il a aussi coordonné des sessions sur la décision collective et sur la négociation au Congrès conjoint d'INFORMS et de la SCRO 1998 à Montréal. Enfin, le CGA assume les fonctions de corédacteur en chef pour diverses revues internationales, notamment *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* et *Group Decision and Negotiation*, et dans le passé, ils ont publié des numéros spéciaux pour différentes revues sur de nombreux sujets liés à la prise de décision.

### 3. Thèmes de recherche

- Les sujets de recherche spécifiques au CGA peuvent être regroupés en trois thèmes principaux :
- (a) élaboration de nouvelles méthodes de résolution de conflits et amélioration des techniques existantes;
  - (b) conception et mise en œuvre de systèmes d'aide à la décision pour la résolution de conflits, et
  - (c) mise en application de méthodes et de logiciels de résolution de conflits destinés à résoudre des problèmes réels.

Les sujets de recherche du thème (a) incluent des extensions théoriques et pratiques du modèle de graphe de résolution de conflits, l'analyse des coalitions, des modèles de la théorie des jeux pour l'application des lois et des règlements sur l'environnement et l'analyse multicritère d'aide à la décision en gestion de l'environnement. Le thème (b) est axé essentiellement sur le développement du système d'aide à la décision GMCR II qui permet aux praticiens et aux chercheurs d'appliquer le modèle de graphe de résolution de conflits à un large éventail de conflits stratégiques. Dans le thème (c), on retrouve les principaux champs d'application pour lesquels le GMCR II et d'autres techniques d'aide à la décision sont utilisés à des fins de négociation, soit la gestion de l'environnement, la gestion des ressources en eau et le commerce international.

## 4. Le modèle de graphe de résolution de conflits

### 4.1 Évolution historique

L'œuvre maîtresse du CGA est le développement théorique et pratique du modèle de graphe de résolution de conflits et l'élaboration du système d'aide à la décision GMCR II destiné à faciliter la mise en place de cette méthode de résolution de conflits à la fois polyvalente et exhaustive. Les fondements théoriques du modèle de graphe, énoncés sur une période de trois ans, ont paru dans *Automatica* en 1987 [Kilgour et autres, 1987]. Après six autres années de recherche et la publication des résultats de recherche dans des revues et des actes de congrès, l'ouvrage *Interactive Decision Making: The Graph Model for Conflict Resolution* était publié par John Wiley & Sons, New York [Fang et autres, 1993]. Le premier article de revue décrivant le système d'aide à la décision GMCR II a paru dans *Applied Mathematics and Computation* en 1997 [Hipel et autres, 1997]; des développements subséquents ont été cités dans diverses communications [Fang et autres, 1997; Kilgour et autres, 1996; Peng et autres, 1997]; d'autres publications sur le GMCR II et ses applications sont prévues.

Le modèle de graphe de résolution de conflits représente un développement majeur, une reformulation de l'analyse de conflits [Fraser et Hipel, 1984] qui elle-même constituait une extension de l'analyse des métajeux [Howard, 1971]. Parmi les autres méthodes utilisées pour décrire et analyser les conflits humains, on trouve la théorie du drame [Howard, 1994] qui attribue un rôle aux émotions dans la résolution de conflits, l'analyse des hyperjeux [Bennett, 1980; Wang et autres, 1988], qui essaie de tenir compte des perceptions erronées et de la théorie des coups [Brams, 1996]. On peut considérer que ces méthodes d'analyse du processus de prise de décision stratégique appartiennent à une branche de la théorie des jeux assez éloignée des méthodes traditionnelles s'appuyant sur les travaux classiques de von Neumann et Morgenstern [1944]. Hipel et autres [1993a] fournissent un aperçu de l'utilisation de la théorie des jeux et des modèles qui y sont associés dans la prise de décision et, dans un article subséquent, Hipel et autres [1999b] expliquent comment le modèle de graphe de résolution de conflits et d'autres outils de recherche opérationnelle employés pour raffiner et sélectionner des plans d'action peuvent permettre de résoudre des problèmes dans un contexte de conception de systèmes. [Sage, 1992].

### 4.2 Exemple : Analyse du conflit des eaux souterraines contaminées d'Elmira

Pour illustrer comment fonctionne en pratique le modèle de graphe, nous allons examiner l'analyse qu'il fait d'un grave conflit entourant la pollution d'eaux souterraines. Elmira, une ville de 7 500 résidents située dans une région agricole du sud-ouest de l'Ontario, tirent ses réserves d'eau municipales d'une nappe aquifère. À la fin de 1989, le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario a découvert que l'aquifère avait été contaminé par une substance cancérigène, le N-nitrosodiméthylamine (NDMA). Les soupçons se portèrent alors sur l'usine de pesticides et de produits du caoutchouc d'Uniroyal Chemical Ltée (Uniroyal), à Elmira, qui avait déjà été à l'origine de problèmes environnementaux et dont certains procédés étaient susceptibles de produire du NDMA. Le ministère de l'Environnement et de l'Énergie émit alors un arrêté d'intervention en vertu de la *Loi sur la protection de l'environnement de l'Ontario*, exigeant qu'Uniroyal mette en place un système collecteur et un système de traitement permanent, entreprenne des études pour évaluer l'état des lieux et adopte toute mesure d'assainissement nécessaire sous la supervision du ministère. Uniroyal a immédiatement exercé son droit d'appel. Entre-temps, divers groupes d'intérêt se sont formés et ont essayé, par des pressions politiques et par d'autres moyens, d'exercer une influence sur le processus. Il est important de souligner le rôle dans cette affaire de la municipalité régionale de Waterloo et du canton de Woolwich (collectivité locale) qui ont adopté une position commune dans ce conflit et qui, encouragés par le ministère, ont engagé des experts-conseils indépendants

lesquels, moyennant des frais substantiels, leur ont fourni une aide juridique de première importance.

Les négociations entre le ministère de l'Environnement et de l'Énergie, Uniroyal et la collectivité locale ont débuté au milieu de 1991. Le ministère de l'Environnement et de l'Énergie avait pour objectif de remplir son mandat aussi efficacement que possible; Uniroyal voulait faire modifier ou annuler l'arrêté d'intervention; la collectivité locale voulait protéger ses citoyens et son potentiel industriel. Deux premières études, Hipel et autres [1993b] et Kilgour et autres [1994] ont été consacrées à ce conflit délicat. Par la suite, Hipel et autres [1999a] ont élaboré un modèle et l'ont analysé à l'aide du système d'aide à la décision GMCR II terminé au début de 1999 [Fang et autres, 1999; Peng, 1999].

Dans la colonne de gauche du Tableau 1 figurent les trois principaux décideurs ainsi que les options que contrôle chaque décideur. On constate que le ministère de l'Environnement et de l'Énergie a l'option de modifier l'arrêté d'intervention pour le rendre plus acceptable pour Uniroyal (cette option correspond à Modifier dans le Tableau 1). Uniroyal peut prolonger le processus d'appel (Retarder), accepter l'arrêté d'intervention tel quel (Accepter) ou abandonner l'exploitation de son usine à Elmira (Abandonner). Enfin, la collectivité locale peut insister pour que l'arrêté d'intervention soit mis en application (Insister).

**Tableau 1**

Du statu quo (état 1), on passe par l'équilibre transitoire non coopératif (état 5) pour en arriver à l'équilibre coopératif final (état 8) dans le conflit des eaux souterraines contaminées d'Elmira.

Décideurs et options	Statu Quo	Équilibre non coopératif	Équilibre coopératif
<hr/>			
Ministère de l'Environnement et de l'Énergie			
1. Modifier	N	N →	O
Uniroyal			
2. Retarder	O	O →	N
3. Accepter	N	N →	O
4. Abandonner	N	N	N
Collectivité locale			
5. Insister	N →	O	O
<hr/>			
Numéro de l'état	1	5	8

Chacun des neuf états réalisables correspond au scénario possible d'un modèle simple et il est représenté par une colonne de O et de N. Un O indique que " Oui ", l'option vis-à-vis du O est choisie par le décideur qui en a le contrôle, alors qu'un N signifie que Non, l'option n'a pas été retenue. Par exemple, l'état 8, la colonne située à l'extrême-droite du Tableau 1, est le scénario dans lequel le ministère de l'Environnement et de l'Énergie modifie l'arrêté d'intervention (choisit l'option 1) et où Uniroyal accepte cette modification (choisit l'option 3), alors que la collectivité locale continue d'appuyer l'arrêté d'intervention d'origine (choisit l'option 5).

Si on parcourt le Tableau 1 de gauche à droite, on peut suivre l'évolution du conflit d'Elmira de l'état du statu quo, 1, à celui de l'équilibre final, 8. Les flèches indiquent les changements d'option qui ont amené le modèle à passer d'un état à un autre. Au départ, au milieu de 1991, le

statu quo était représenté par l'état 1 dans lequel l'appel d'Uniroyal retarde le processus de négociation. La collectivité locale a rapidement changé de position pour appuyer l'arrêté d'intervention d'origine, ce qui

a eu pour résultat d'engendrer l'état 5 pendant une période indéfinie. En fait, les états 5 et 8 correspondent tous deux à des équilibres suivant chaque concept de solution compris dans le large éventail de solutions du GMCR II, c'est-à-dire, suivant toutes les structures de comportement humain que peut décrire le GMCR II.

Les analyses de stabilité déterminent les meilleures possibilités stratégiques pour un décideur quand tous les décideurs font leurs choix individuels dans les limites des contraintes sociales d'un conflit. Une extension naturelle consiste à se demander s'il est possible pour deux décideurs ou plus de former une coalition afin d'obtenir, par un processus coopératif, des résultats encore supérieurs pour chacun d'eux. Dans le cas du conflit d'Elmira, cela s'est vérifié à coup sûr. Le 7 octobre 1991, le ministère de l'Environnement et de l'Énergie et Uniroyal ont annoncé avec éclat qu'ils s'étaient entendus sur une version modifiée de l'arrêté d'intervention d'origine, faisant ainsi évoluer le conflit de l'équilibre non coopératif, l'état 5, à l'équilibre coopératif, l'état 8, présenté dans la colonne de droite du Tableau 1. Bien sûr, l'état 8 est aussi un équilibre non coopératif; mais ici, on le désigne comme l'équilibre coopératif puisque pour l'atteindre à partir de l'état 5, il suffit d'actions conjuguées d'Uniroyal et de la collectivité locale.

L'action combinée ou coopérative du ministère de l'Environnement et de l'Énergie et d'Uniroyal permettant de passer de l'état 5 à l'état 8 porte le nom de saut d'équilibre. Dans le GMCR II, un utilisateur peut demander une analyse des coalitions pour les équilibres existants afin de vérifier la stabilité relativement aux coalitions. L'analyse des coalitions relève les états qui constituent des équilibres sur une base individuelle, mais qui ne sont pas stables relativement aux coalitions, comme l'état 5 dans le modèle du conflit d'Elmira. Peng [1999] de même que Kilgour et autres [1996] nous fournissent des descriptions théoriques de cette nouvelle forme d'analyse des conflits.

#### 4.3 Principales caractéristiques du GMCR II

La conception du modèle de graphe d'analyse de conflits et sa mise en pratique, au moyen du GMCR II [Fang et autres, 1999; Hipel et autres, 1997], présentent de nombreux avantages pour les praticiens et aux chercheurs qui souhaitent étudier des conflits réels de façon systématique. Voici quelques-unes de ces fonctionnalités attrayantes.

- (a) La forme en termes des options du modèle du conflit d'Elmira illustré dans le Tableau 1 comporte trois décideurs et cinq options. Il n'y a aucune limite théorique au nombre de décideurs ou au nombre d'options dans le modèle de graphe ou dans sa réalisation sous la forme d'options.
- (b) En pratique, le GMCR II peut traiter des modèles de conflit de dimensions diverses. Comme chaque option peut être soit retenue, soit rejetée, un modèle avec un nombre  $k$  d'options a au plus  $2^k$  états. Il faut garder à l'esprit que l'utilisateur ne fournit au GMCR II que les décideurs et leurs options. Le GMCR II produit alors automatiquement tous les états réalisables, une fois que l'utilisateur a indiqué toutes les combinaisons d'options irréalisables et équivalentes [Fang et autres, 1997]. Actuellement, le GMCR II peut traiter des modèles comportant jusqu'à 32 options.
- (c) Le modèle de graphe prend en compte les actions irréversibles des décideurs et le GMCR II peut en faire état. Par exemple, si Uniroyal choisit l'option Retarder dans le modèle Elmira (Tableau 1), elle ne peut pas reprendre cette action plus tard puisque le temps est irréversible. La théorie du modèle de graphe de résolution de conflits est fondée sur un graphe dirigé restreint fini pour chaque décideur dans lequel les sommets représentent des états réalisables et les arcs, les transitions entre les états contrôlés par le décideur. Le GMCR II utilise la forme en terme des options pour faciliter la saisie d'information irréversible.
- (d) Pour calibrer un modèle de conflit, l'utilisateur doit préciser une échelle de préférence pour chaque décideur. Le modèle de graphe est conçu de manière à ne nécessiter qu'une échelle de préférence ordinaire (c.-à-d. des classements des états où les égalités sont autorisées), et non une échelle de préférence ordinaire (p.ex. les utilités). Le GMCR II inclut trois méthodes permettant d'obtenir les préférences relatives d'un décideur [Peng et autres, 1997]. La première est la pondération des options (Option Weighting), on attribue des coefficients de pondération aux options, et puis on utilise des coefficients de pondération globaux pour les états afin de déterminer un ordonnancement. On peut aussi employer le classement par priorité des options

(Option Prioritizing), fondé sur un ensemble d'énoncés logiques sur les options classés par ordre de priorité. Enfin, pour des modèles de grande dimension, un classement manuel des états, appelé mise au point (Fine Tuning) ou classement direct (Direct Ranking), peut être utilisé en plus d'une des autres méthodes. La flexibilité du GMCR II en matière d'établissement des préférences simplifie grandement ce processus. Alors que dans le GMCR II, la transitivité des préférences est implicite, le modèle de graphe peut en théorie traiter des préférences intransitives [Fang et autres, 1993, Ch. 8].

- (e) Une fois qu'un modèle de conflit a été enregistré, le GMCR II effectue une analyse de stabilité en profondeur. Pour représenter la grande diversité de comportements humains présents dans des situations de conflit, un ensemble de concepts de solution ou de définitions de stabilité a été formulé pour représenter les différents styles ou profils d'une prise de décision conflictuelle. Chaque définition de stabilité est un ensemble particulier d'hypothèses sur les conséquences d'une action unilatérale. S'il n'est pas avantageux pour un décideur donné de déroger unilatéralement à un état suivant un concept de solution donné, alors cet état est considéré comme stable. Un état qui est stable pour tous les décideurs constitue un équilibre ou une solution de compromis. Le GMCR II analyse chaque état pour en évaluer la stabilité en vertu des concepts de solution tels que l'équilibre de Nash, la métarationalité générale, la métarationalité symétrique, la stabilité séquentielle, la stabilité des coups limités et la stabilité non myope. L'article de Fang et autres [1993] définit chacun de ces concepts de solution dans le paradigme du modèle de graphe et fournit des explications et références supplémentaires.
- (f) Tel qu'il a été démontré pour le conflit d'Elmira, le GMCR II identifie tous les équilibres non coopératifs (états 5 et 8 dans le Tableau 1). Aussi, l'analyse des coalitions indique les équilibres (comme l'état 5 dans le Tableau 1) qui sont instables relativement aux coalitions (dans ce cas, le ministère de l'Environnement et de l'Énergie et Uniroyal) et les conséquences de leur action combinée (état 8).
- (g) Le GMCR II peut exécuter des analyses de sensibilité, trouver des réponses aux questions "Et si?". Par exemple, il est souvent important de savoir si des changements mineurs dans les préférences d'un décideur donné peuvent avoir des effets considérables sur l'équilibre général.

## 5. Perspectives d'avenir

Les membres du CGA croient qu'au cours des prochaines années, il faudra élargir l'éventail de méthodes de résolution de conflits afin de répondre à une plus grande diversité de situations de conflit réelles. En effet, les chefs d'entreprise cherchent à saisir la dynamique complexe de la concurrence sur le marché international afin de conserver ou d'augmenter leur part de marché. Les dirigeants politiques veulent arriver à mieux comprendre les divergences sociales et culturelles, afin de les exploiter à des fins constructives et pour éviter leurs manifestations nuisibles, cruelles ou improductives, visibles dans plusieurs régions du monde. Les environnementalistes, les industriels, les chefs de gouvernement et d'autres citoyens engagés essaient de trouver le juste équilibre entre le développement économique et l'intégrité environnementale en vue d'atteindre l'objectif idéal d'un développement durable. L'un des principaux objectifs des membres du CGA est d'aider les décideurs à apporter des solutions équitables, justes, constructives et durables aux conflits stratégiques en élaborant des méthodes appropriées pour la résolution de conflits.

## REFERENCES / RÉFÉRENCES

- [1] P. G. Bennett, "Hypergames: The Development of an Approach to Modeling Conflicts," *Futures*, Vol. 12, pp. 489-507, 1980.
- [2] S. J. Brams, *Theory of Moves*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1996.
- [3] Conflict Analysis Group, web page found at <<http://workbench.uwaterloo.ca/cag/>>.

- [4] L. Fang, K. W. Hipel, and D. M. Kilgour, *Interactive Decision Making: The Graph Model for Conflict Resolution*, Wiley, New York, 1993.
- [5] L. Fang, K. W. Hipel, D. M. Kilgour and X. Peng, "Scenario Generation and Reduction in the Decision Support System GMCR II," *Proceedings of the 1997 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Orlando, Florida, October 12-15, Vol. 1, pp. 341-345, 1997.
- [6] L. Fang, K. W. Hipel, D. M. Kilgour and X. Peng, "The Decision Support System GMCR II," copyright owned by the authors, 1999.
- [7] N. M. Fraser and K. W. Hipel, *Conflict Analysis: Models and Resolutions*, North-Holland, New York, 1984.
- [8] K. W. Hipel, L. Fang, and D. M. Kilgour, "Game Theoretic Models In Engineering Decision Making," *Journal of Infrastructure Planning and Management*, No. 470/IV-20, pp. 1-16, 1993a.
- [9] K. W. Hipel, L. Fang, D. M. Kilgour, and M. Haight, "Environmental Conflict Resolution Using the Graph Model," *Proceedings of the 1993 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Le Touquet, France, October 17-20, Vol. 1, pp. 153-158, 1993b.
- [10] K. W. Hipel, D. M. Kilgour, L. Fang and X. Peng, "The Decision Support System GMCR in Environmental Conflict Management," *Applied Mathematics and Computation*, Vol. 83, No. 2 and 3, pp. 117-152, 1997.
- [11] K. W. Hipel, D. M. Kilgour, L. Fang and X. Peng, "The Decision Support System GMCR II in Negotiations over Groundwater Contamination," *Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Tokyo, Japan, October 12-15, pp. V942-V948, 1999a.
- [12] K. W. Hipel, D. M. Kilgour, and S. Rajabi, "Chapter 27, Operations Research and Refinement of Courses of Action." In A. P. Sage and W. Rouse (Editors), *Handbook of Systems Engineering*, Wiley, New York, pp. 1077-1118, 1999b.
- [13] N. Howard, *Paradoxes of Rationality: Theory of Metagames and Political Behavior*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1971.
- [14] N. Howard, "Drama Theory and Its Relation to Game Theory, Parts 1 and 2," *Group Decision and Negotiation*, Vol. 3, No. 2, pp. 187-235, 1994.
- [15] D. M. Kilgour, L. Fang, and K. W. Hipel, "The Decision Support System GMCR and the Management of Strategic Uncertainty," *Proceedings of the Fifth International Conference IPMU: Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge Based Systems*, Vol. 2, pp. 638-643, Paris, France, July, 1994.
- [16] D. M. Kilgour, K. W. Hipel, and L. Fang, "The Graph Model for Conflicts," *Automatica*, Vol. 23, pp. 41-55, 1987.
- [17] D. M. Kilgour, K. W. Hipel, L. Fang, and X. Peng, "New Perspective on Coalition Analysis," *Proceedings of the 1996 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Beijing, China, October 14-17, Vol. III, pp. 2017-2022, 1996.
- [18] X. Peng, *A Decision Support System for Conflict Resolution*, Ph.D. thesis, Department of Systems Design Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada, 1999.
- [19] X. Peng, K. W. Hipel, D. M. Kilgour, and L. Fang, "Representing Preferences in the Decision Support System GMCR II," *Proceedings of the 1997 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Orlando, Florida, October 12-15, Vol. 1, pp. 809-814, 1997.
- [20] A. P. Sage, *Systems Engineering*, Wiley, New York, 1992.
- [21] J. von Neumann and O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1944.
- [22] M. Wang, K. W. Hipel, and N. M. Fraser, "Modeling Misperceptions in Games," *Behavioral Science*, Vol. 33, No. 3, pp. 207-223, 1988.