

# Modélisation des équilibres de dissuasion

Etude réalisée

en application du contrat 97/1 041.A

pour la

Délégation aux Affaires Stratégiques,

Ministère de la Défense

par la Société de Calcul Mathématique, S.A.

Rapport final

novembre 1997

## Résumé opérationnel

novembre 1997

Les équilibres de dissuasion nucléaire seront-ils plus ou moins stables lorsque le nombre de pays impliqués sera plus élevé ?

Pour répondre à cette question, dans une première partie, nous construisons un modèle, dont l'ambition n'est pas géopolitique mais d'abord méthodologique : quels sont les paramètres dont dépend la stabilité, et comment agissent-ils ?

Pour cela, nous introduisons :

- le potentiel de destruction d'un pays sur un autre, qui dépend de ses arsenaux, mais aussi de ses vecteurs,
- le bénéfice (positif ou négatif) que chacun des pays attend du conflit,
- les éléments de dissuasion, et notamment le potentiel de destruction des armes (détruire les armes d'un Etat n'est pas la même chose que détruire son PIB),
- le jeu des alliances, avec l'agresseur ou l'agressé,
- la "capacité d'attention" des pays tiers à l'égard de tel ou tel conflit : tel Etat aura-t-il intérêt à tel conflit, ou au contraire souhaitera-t-il s'y opposer ? Ceci rend compte de l'ensemble des données non militaires, telles les sanctions économiques.

Nous construisons d'abord (chapitre I) un modèle théorique dans le cas d'un conflit isolé. Nous l'enrichissons progressivement en tenant compte des alliances de chaque camp, et de la présence de pays tiers. Le chapitre II concerne la modélisation la plus générale. Les chapitres III et IV détaillent des exemples, où le rôle joué par les différents paramètres apparaît clairement.

Pour le moment, nous n'utilisons que des données génériques ; l'étude n'est pas terminée et il reste à la compléter par un modèle utilisant des données réelles.

Signalons que celles-ci ne sont pas difficiles à obtenir ; la plupart ont un sens objectif et concret : taille des arsenaux, nombre et type de vecteurs, etc. Seule la notion de "bénéfice" est plus subjective ; il faut utiliser des considérations sociologiques et historiques pour la chiffrer.

Cette étude met en évidence des résultats de deux types :

- Sur le plan méthodologique, comme nous venons de le voir : faire apparaître les différents paramètres susceptibles d'avoir une influence sur la probabilité d'apparition des conflits, et

bien distinguer leur poids respectifs, de manière à ce que l'on sache sur lesquels il est important d'agir. Cette contribution méthodologique est nécessaire, car la question tout entière se situe dans un environnement d'une très grande complexité.

- Sur le plan des résultats, l'étude fait apparaître deux conclusions, certes provisoires (puisque nous ne travaillons par encore sur données réelles) mais significatives et méritant approfondissement :

**A)** La probabilité d'apparition d'un conflit isolé reste limitée tant que la "capacité d'attention" de pays tiers s'exerce réellement. Cela veut dire qu'un Etat (en l'occurrence les U.S.A. , mais la France ou l'Europe peuvent jouer ce rôle) menace explicitement les belligérants de sanctions économiques. Or, si le nombre de conflits potentiels augmente (cas de la prolifération), cette capacité d'attention va évidemment diminuer pour chacun d'eux pris isolément. Dans le cas de la prolifération, le risque majeur ne réside donc pas dans un conflit entre Etats importants (qui se ferait en quelque sorte sous les yeux de l'opinion publique) mais dans un conflit entre Etats "mineurs", auquel l'opinion mondiale n'aurait pas pris suffisamment garde.

**B)** Le jeu des alliances diminue les risques de conflit, parce qu'elles renforcent les dissuasions. Il faut donc favoriser les alliances entre Etats, même si on a le sentiment d'obtenir des blocs plus importants, dont certains seront hostiles.

Dans une seconde partie, nous mettons en oeuvre ces concepts sur l'exemple du sous-continent indien, à propos d'un éventuel conflit nucléaire Inde-Pakistan. On s'aperçoit (notre avis diffère en cela de celui des experts) que le risque d'un tel conflit n'est pas très élevé, même si cette région du monde a déjà été le théâtre de plusieurs guerres conventionnelles.

## Remerciements

L'idée d'une possible modélisation mathématique des équilibres de dissuasion, et de l'application d'une telle modélisation à la prolifération, est née au travers de discussions avec Michel Ferrier, Directeur Scientifique au Secrétariat Général de la Défense Nationale.

C'est Christine Bamière (S.G.D.N.) qui, jugeant l'idée intéressante, nous a mis en rapport avec la Délégation aux Affaires Stratégiques.

A la D.A.S., c'est Bernard Sitt, Chargé de Mission "Affaires Nucléaires", qui a défini avec précision les contours de l'étude, a assuré le suivi et organisé les réunions nécessaires.

Pour la S.C.M.,

Bernard Beauzamy et Sabine Lasserre

## Table des matières

Résumé opérationnel	p. 2
Remerciements	p. 4
Avertissement	p. 6
Introduction	p. 7
Première partie : Modélisation et conclusions générales	p. 8
Chapitre I : Modélisation élémentaire	p. 9
I. Equilibre entre deux pays pris isolément	p. 9
II. La dissuasion exercée par des tiers.	p. 13
III. Un exemple de modélisation : un seul conflit potentiel, cinq pays	p. 15
Chapitre II : Modélisation générale	p. 17
I. Le conflit isolé	p. 17
II. L'intervention d'un Etat tiers	p. 20
Chapitre III : Un exemple de modélisation.	p. 23
Chapitre IV : Le cas de la prolifération	p. 26
I. Conflits par paires	p. 26
II. Le cas de un contre n	p. 33
Seconde Partie : l'exemple du Sous-Continent Indien.	p. 37
Chapitre I : Le conflit potentiel Inde-Pakistan	p. 38

## Avertissement

Le présent travail, réalisé à la demande de la Délégation aux Affaires Stratégiques (D.A.S.), Ministère de la Défense, n'est pas un  $n$ -ème essai de modélisation géopolitique, comme il en existe tant, utilisant par exemple la Théorie des Jeux. Il n'a en aucune façon pour ambition de décrire par un modèle mathématique les rapports entre Etats, les conflits ou les menaces...

Au travers d'une question précise et somme toute assez limitée : les équilibres de dissuasion nucléaire seront-ils plus ou moins stables lorsque le nombre de pays impliqués sera plus élevé ? l'étude a une ambition unique, et cette ambition est méthodologique : mettre en évidence les paramètres dont dépend cette stabilité. Ces paramètres sont identifiés, et dans un premier temps considérés isolément, ce qui permet d'en mesurer l'importance quantitative. On s'aperçoit ainsi qu'ils ont un sens tout à fait concret, qu'ils sont indépendants les uns des autres, qu'ils sont quantifiables et que presque tous ont une valeur objective (taille des arsenaux, portée des vecteurs, etc). A partir de ces paramètres, nous construisons un modèle, dont la stabilité dépend des valeurs prescrites aux paramètres, ainsi que du nombre de participants. Cette construction permet donc d'évaluer l'importance respective des différentes informations et des différents critères. Il s'agit donc uniquement, répétons-le, d'un apport méthodologique, mais cet apport peut présenter un certain intérêt car l'ensemble de la question est d'une très grande complexité.

## Introduction

Comme chacun sait, les pays disposant de l'arme nucléaire sont actuellement en petit nombre ; les mécanismes de dissuasion conduisent à des situations stables. Cette stabilité sera-t-elle préservée lorsque ces pays seront plus nombreux ?

Les mécanismes de dissuasion qui existent actuellement, liant un petit nombre de protagonistes disposant de l'arme nucléaire, donnent des équilibres stables (p. ex. U.S.A.-Russie, Russie-Chine, France-Russie), même si tous n'ont pas une situation claire (p. ex. U.S.A.-Chine). Ces équilibres sont rarement binaires : par exemple la dissuasion française à l'égard de la Russie utilise en toile de fond celle des U.S.A.

Distinguons trois niveaux de puissances : les super-puissances (U.S.A., Russie), les grandes puissances, les autres pays. L'émergence de la capacité nucléaire, donc de la menace nucléaire, parmi les pays du troisième groupe est inéluctable (malgré le contrôle de la prolifération), et, par le jeu des alliances, un conflit local risque de dégénérer.

L'objet de la présente étude est :

- de tenter d'élaborer un modèle permettant de décrire les équilibres de dissuasion nucléaire,
- de tenter de répondre la question : ces équilibres seraient-ils plus stables ou moins stables si le nombre d'acteurs était plus élevé?

Il est intéressant d'observer que le conflit nucléaire (le seul dont il soit question ici) se prête beaucoup mieux à la modélisation que le conflit classique. En effet :

- il est bref,
- les armes, et leur capacité d'action, sont bien déterminées,
- l'initiateur du conflit est bien défini.

Le présent travail s'organise ainsi : le premier chapitre est consacré à une modélisation élémentaire, dans laquelle les différents paramètres intervenant font une première apparition. Le second chapitre concerne une modélisation générale, où les formules globales sont écrites. Le troisième est consacré à un exemple de modélisation. Le quatrième décrit le cas de la prolifération, c'est à dire le cas où les conflits potentiels deviennent nombreux : c'est ce qui nous intéresse.

Première Partie

Modélisation

et

Conclusions Générales



# Chapitre I

## Modélisation élémentaire

### I. Equilibre entre deux pays pris isolément.

Considérons d'abord deux pays,  $E_1$  et  $E_2$ . Le premier,  $E_1$ , dispose de la capacité nucléaire, et on connaît la composition de son arsenal et sa répartition : nombre de bombes, d'ogives, etc. Il dispose aussi de vecteurs capables d'atteindre  $E_2$  : missiles, bombardiers, etc. Le nombre et les différentes catégories de vecteurs sont également connus.

#### A. La notion de potentiel de destruction.

Appelons "potentiel de destruction de  $E_1$  sur  $E_2$ " le dommage maximum que peut infliger  $E_1$  à  $E_2$ , au moyen d'une attaque nucléaire, au cours d'un laps de temps fixé (nécessairement bref : mettons 24 ou 48h).

Notons  $PD_{1,2}$  le potentiel de destruction de  $E_1$  sur  $E_2$ . Il repose sur des critères tout à fait simples et objectifs, et assez bien connus : arsenaux et vecteurs. Il n'a rien de politique. De plus, il doit être apprécié pour chaque couple de pays (ces deux pays étant considérés isolément du reste du monde).

En quelle unité noter ce potentiel de destruction ? Le plus simple est de le ramener à une fraction du PIB du pays attaqué  $E_2$ . Ainsi :

$PD_{1,2} = 0$  :  $E_1$  ne cause aucun dommage à  $E_2$ ,

$PD_{1,2} = 0,5$  : après attaque par  $E_1$ , le PIB de  $E_2$  est réduit de moitié,

$PD_{1,2} = 1$  : après attaque par  $E_1$ , le PIB de  $E_2$  est entièrement détruit.

**Remarque :** On peut trouver d'autres indicateurs quantitatifs permettant de mesurer l'impact sur  $E_2$  de l'attaque par  $E_1$ . Mais il est important pour la modélisation d'avoir un indicateur de type économique. Par exemple, le nombre de morts ou la superficie des zones détruites doivent être convertis en indicateurs de type économique. Dans certains cas, cette conversion risque de s'avérer assez complexe.

Une manière assez simplifiée de la réaliser peut être comme suit :

- si l'on admet que  $E_1$  vise les principales villes, on peut donc estimer le nombre de morts, à partir de la puissance des armes utilisées et de la surface atteinte. On en déduit la proportion de morts dans la population, et on convertit cette proportion en proportion du PIB. Exemple : 25 % de la population tuée donne 25 % du PIB en moins.

- si (comme c'est le cas actuellement pour la France), la frappe est dirigée contre les centres de production industriels et le potentiel de forces vives, on peut faire ainsi entrer en ligne de compte des zones sensibles (usines, etc) et calculer la proportion de destructions parmi ces zones sensibles.

## B. Le bénéfice tiré d'un conflit potentiel

Considérons encore notre couple ( $E_1$ ,  $E_2$ ). Tout à fait indépendamment de l'arsenal de  $E_1$  (qui représente sa capacité de nuire) on peut considérer le "bénéfice", noté  $B_{1,2}$  que  $E_1$  tirerait d'un conflit avec  $E_2$ . Ce bénéfice représente l'avantage (ou le désavantage) que  $E_1$  tirerait de ce conflit. Nous le représenterons par un nombre entre -1 et +1.

$B_{1,2} = 0$  :  $E_1$  est absolument neutre quant à un conflit avec  $E_2$ . Il n'y voit ni avantage, ni inconvénient.

$B_{1,2} = 1$  :  $E_1$  est absolument en faveur du conflit (et fera tout pour le provoquer).

$B_{1,2} = -1$  :  $E_1$  est absolument opposé au conflit (et fera tout pour s'y opposer).

Les valeurs intermédiaires représentent des *tendances*. Par exemple,  $B_{1,2} = 0,5$  signifie que  $E_1$  est plutôt en faveur du conflit, 0,6 encore plus, etc.

Deux points très importants doivent être soulignés :

- Le bénéfice  $B_{1,2}$  doit être apprécié, le couple ( $E_1$ ,  $E_2$ ) étant *pris isolément*. Il n'est pas du tout question ici de l'opinion internationale, qui interviendra plus loin.

Par exemple : considérons isolément l'Inde et le Pakistan. Imaginons que ces deux pays soient seuls sur la carte (sans se soucier d'interventions extérieures, d'alliances, de représailles économiques, etc). Quelle serait la tentation pour l'Inde d'utiliser son arsenal nucléaire contre le Pakistan ? Quel bénéfice trouverait-elle à un tel conflit ?

- Ce bénéfice supposé est, répétons-le, indépendant de la capacité réelle à agir. Il s'agit d'une mesure d'amour ou de haine, qui doit se chiffrer en utilisant des données historiques, sociologiques, raciales, religieuses.

Insistons aussi sur le fait que le bénéfice concerné doit s'appliquer au seul conflit nucléaire : il ne s'agit pas d'un conflit exclusivement classique.

En résumé, le nombre  $B_{1,2}$ , entre -1 et +1, répond à la question suivante : quelle envie (positive ou négative)  $E_1$  a-t-il de déclencher un conflit nucléaire avec  $E_2$  (ou encore : quel avantage peut-il y trouver ?), à supposer que les pays  $E_1$  et  $E_2$  soient isolés (pas d'intervention extérieure), et à supposer que  $E_1$  ait les moyens de ce conflit. Chiffrer le nombre  $B_{1,2}$  n'est pas nécessairement très difficile : il faut se référer à l'histoire des relations entre les deux pays, et avoir une bonne connaissance de leurs civilisations (jalousies économiques, haines raciales, haines religieuses, etc).

### C. La capacité de nuisance de E<sub>1</sub> sur E<sub>2</sub>

Le pays E<sub>1</sub> n'est dangereux pour E<sub>2</sub> que si :

- il en a les moyens :  $PD_{1,2} > 0$ ,
- il a envie de l'être :  $B_{1,2} > 0$ .

Il est raisonnable de considérer la capacité de nuisance,  $CN_{1,2}$ , de E<sub>1</sub> sur E<sub>2</sub>, définie par

$$CN_{1,2} = PD_{1,2} \times \max\{B_{1,2}, 0\},$$

c'est à dire

$$\begin{aligned} CN_{1,2} &= PD_{1,2} \times B_{1,2} \text{ si } B_{1,2} \geq 0, \\ &= 0 \text{ sinon.} \end{aligned}$$

et la capacité de nuisance sera nulle, soit si E<sub>1</sub> n'a pas les moyens d'être dangereux ( $PD_{1,2} = 0$ ), soit si E<sub>1</sub> n'a pas d'intentions malveillantes à l'égard de E<sub>2</sub> ( $B_{1,2} \leq 0$ ).

Le nombre  $CN_{1,2}$  sera donc positif, au plus égal à 1, et le cas  $CN_{1,2} = 1$  exprime que le potentiel de destruction de E<sub>1</sub> sur E<sub>2</sub> est maximal (il peut tout détruire) et que ses intentions sont absolument malveillantes ( $B_{1,2} = 1$ ).

Le nombre  $CN_{1,2}$  concerne toujours le couple (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) *pris isolément* (en l'absence de tout autre état sur la surface du globe), mais rend compte de deux grandeurs : capacité des arsenaux et des vecteurs, et intentions malveillantes.

### D. La dissuasion exercée par E<sub>2</sub>

Bien sûr, E<sub>2</sub> sait parfaitement que E<sub>1</sub> ne l'aime pas, et a les moyens de le détruire. Il a donc préparé une riposte éventuelle, qui exerce une dissuasion.

- Cette dissuasion est nulle si E<sub>2</sub> n'a pas la capacité nucléaire, ou si E<sub>2</sub> n'a pas de vecteurs suffisants pour atteindre E<sub>1</sub>, puisque nous ne nous intéressons qu'aux conflits nucléaires.
- Si E<sub>2</sub> a la capacité nucléaire et des vecteurs en nombre suffisants pour atteindre E<sub>1</sub>, cette dissuasion sera égale à une fraction du potentiel de destruction  $PD_{2,1}$ , que E<sub>2</sub> exerce sur E<sub>1</sub>.

C'est une fraction seulement, car une partie des armes et des lanceurs de E<sub>2</sub> aura été détruite par E<sub>1</sub> lors de l'attaque. Cette fraction peut être évaluée de manière assez exacte : on connaît les arsenaux des deux côtés et les lanceurs ; on peut donc évaluer ce qui restera chez E<sub>2</sub> après l'attaque de E<sub>1</sub>. Par exemple, les sous-marins en plongée ne seront pas détruits, tandis qu'une fraction des missiles portés par route le sera. En revanche, il est clair que E<sub>2</sub> fera usage contre E<sub>1</sub> de la *totalité* des armes lui restant : il n'y a pas ici de considération de "bénéfice éventuel".

Notons  $PDA_{1,2}$  la fraction des armes de E<sub>2</sub> détruite par E<sub>1</sub> (c'est le potentiel de destruction des armes).

Nous avons donc construit une *dissuasion*  $d_{1,2}$  exercée par  $E_2$  à propos du conflit inauguré par  $E_1$  (on pourrait parler aussi de “niveau de représailles éventuelles”). Cette dissuasion se calcule très facilement, à partir des informations suivantes :

- Niveau des armes et des lanceurs de  $E_1$ , et proportion de destruction qu’ils causeraient aux armes de  $E_2$  (ceci n’est pas la même chose que  $PD_{1,2}$ , car il ne s’agit pas de l’impact sur le PIB, mais de l’impact sur les armes).
- Capacité de destruction causée à  $E_1$  par les armes et les lanceurs restants chez  $E_2$ .

Précisément, cette dissuasion sera un nombre entre 0 et 1, mesurant la fraction du PIB de  $E_1$  qui sera détruite par  $E_2$  lors de sa riposte.

Il paraît assez naturel de chiffrer les effets par référence au PIB du pays opposé. Prenons deux pays de taille différente : un gros ( $E_1$ ) et un petit ( $E_2$ ). Imaginons que la capacité nucléaire de  $E_1$  soit très supérieure à celle de  $E_2$ , et qu’il soit tenté de l’utiliser. Chiffrons  $CN_{1,2} = 0,6$ . Mais certaines armes de  $E_2$  échapperaient à la destruction, et infligeraient à  $E_1$  en représailles des pertes équivalant à disons 20 % du PIB de celui-ci. Nous avons donc  $d_{1,2} = 0,2$ , et la différence  $CN_{1,2} - d_{1,2}$  ne vaut plus que 0,4.

Il est évident que si

$$CN_{1,2} < d_{1,2}$$

c’est à dire si la dissuasion exercée par  $E_2$  est supérieure à la capacité de nuisance de  $E_1$ , le conflit ne commencera pas. A l’inverse, si  $d_{1,2}$  est trop petit, c’est à dire si :

- $E_2$  n’a pas de capacité nucléaire, ou en a peu,
- les armes de  $E_2$  ou ses lanceurs sont trop vulnérables à celles de  $E_1$ ,

le conflit risque d’avoir lieu.

Répetons-le encore dans ce paragraphe : il s’agit pour le moment de considérations concernant le seul couple ( $E_1, E_2$ ), supposé isolé à la surface du monde.

Faisons observer aussi que la dissuasion exercée par  $E_2$  n’est pas la même chose que la capacité de nuisance  $CN_{1,2}$  exercée par  $E_2$  sur  $E_1$  :  $E_2$  peut parfaitement, de son côté, avoir envie d’entamer un conflit avec  $E_1$  et en avoir les moyens !

Pour conclure ces deux paragraphes, introduisons le “Risque de Conflit Isolé” entre  $E_1$  et  $E_2$ , grâce à la formule :

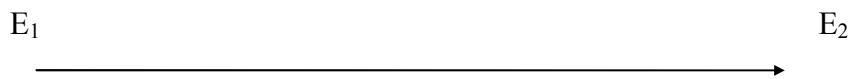
$$RCI_{1,2} = \max\{CN_{1,2} - d_{1,2}, 0\}$$

c’est à dire :

$$RCI_{1,2} = CN_{1,2} - d_{1,2} \text{ si } CN_{1,2} \geq d_{1,2}, \text{ 0 sinon,}$$

qui décrit assez bien le risque de conflit (isolé) initié par  $E_1$  contre  $E_2$ . Si  $RCI_{1,2} > 0$ , cela veut dire  $CN_{1,2} > d_{1,2}$  : il y a une capacité de nuisance de  $E_1$  significative, et une dissuasion  $d_{1,2}$  exercée par  $E_2$  insuffisante : le conflit risque d'apparaître. A l'inverse, si  $RCI_{1,2} = 0$ , cela veut dire  $CN_{1,2} < d_{1,2}$  : ou bien  $CN_{1,2}$  est petit, ou même nul :  $E_1$  ne veut pas de mal à  $E_2$ , ou n'en a pas les moyens, ou bien  $d_{1,2}$  est grand :  $E_2$  peut se défendre.

Imaginons  $E_1$  et  $E_2$  comme des points reliés par un fil :



On peut représenter  $RCI_{1,2}$  symboliquement comme un courant parcourant ce fil (de 1 vers 2) ; si le courant passe, il y a risque de conflit, et plus le courant est fort, plus le risque est élevé. A l'inverse, s'il n'y a aucun courant, il n'y a aucun risque de conflit.

## II. La dissuasion exercée par des tiers.

Nous n'avons jusqu'ici considéré que deux pays, pris isolément. Il est temps d'introduire l'influence de pays tiers, c'est à dire qui ne menacent pas directement, et ne sont pas menacés directement, mais verront au conflit un avantage ou un désavantage.

Dans le cas d'un conflit entre  $E_1$  et  $E_2$ , initié par  $E_1$ , considérons donc le rôle d'un pays tiers  $E_3$ , et voyons quelle influence  $E_3$  peut avoir sur le conflit. Commençons par deux cas simples :

### A. Alliance avec l'agresseur $E_1$ .

Ce cas se modélise en disant que, des discussions préliminaires ayant eu lieu entre  $E_1$  et  $E_3$ , ce dernier s'est rangé du côté de  $E_1$ . Il va donc lui prêter main-forte dans son attaque contre  $E_2$ . Pour cela, il mettra à sa disposition une fraction de ses arsenaux, dans le cadre du bénéfice (noté  $B_{1,2,3}$ ) escompté du conflit entre  $E_1$  et  $E_2$ . Le résultat est une augmentation (par addition des ressources de  $E_3$ ) de la capacité de nuisance  $CN_{1,2}$  de  $E_1$  sur  $E_2$ . Cette augmentation va affaiblir la capacité de riposte de  $E_2$ , puisqu'une fraction plus importante de ses armes sera détruite.

### B. Alliance avec l'agressé $E_2$ .

En ce cas,  $E_3$  met à la disposition de  $E_2$  une fraction de ses propres armes, pour pallier la destruction subie par les armes de  $E_2$ . On peut considérer que cette mise à disposition est automatique (il n'y a pas ici de notion de "bénéfice escompté"). Le potentiel de destruction  $PD_{1,2}$  de  $E_3$  sur  $E_1$  se rajoute donc à la dissuasion  $d_{1,2}$  exercée par  $E_2$ , et renforce celle-ci.

Bien sûr, on peut considérer que  $E_1$  le sait, et va tenter de détruire  $E_3$  en même temps que  $E_2$ . Si on prend ce point de vue, il suffit pour réaliser la modélisation de considérer  $E_2$  et  $E_3$  comme un seul pays.

Venons-en maintenant au cas, plus général et plus difficile, où  $E_3$  n'est directement lié ni à  $E_1$  ni à  $E_2$ , et donc où il n'interviendra pas militairement de manière directe.

### C. Cas d'un pays militairement neutre.

Le cas où  $E_3$  intervenait militairement de manière directe dans le conflit (soit aux côtés de  $E_1$ , soit aux côtés de  $E_2$ ) était simple à modéliser : cela renforce  $E_1$  ou  $E_2$ .

Le cas où  $E_3$  n'intervient pas de manière directe est plus complexe, car il peut cependant exercer une action sur le conflit, incitative ou dissuasive, même sans action armée. C'est le cas par exemple lorsque des représailles économiques sont exercées (mise à l'index de produits fabriqués par telle nation, gel des avoirs bancaires, différentes sortes de boycott, etc).

Bien sûr, cela n'intervient directement ni sur les arsenaux de  $E_1$  ni sur les vecteurs et donc c'est sans incidence sur le potentiel de destruction  $PD_{1,2}$ . Par contre, l'attitude de  $E_3$  (positive ou négative) agira sur le bénéfice  $B_{1,2}$  que  $E_1$  escomptait du conflit avec  $E_2$ . Si  $E_3$  est hostile à ce conflit,  $B_{1,2}$  sera réduit d'autant ; si  $E_3$  encourage le conflit,  $B_{1,2}$  sera augmenté.

Dans la pratique, nous remplacerons donc  $B_{1,2}$  par un bénéfice corrigé  $B_{1,2} + b_3$ , où  $b_3$  représente l'influence de  $E_3$  sur ce conflit. Le nombre  $b_3$  aura les propriétés suivantes :

- 1)  $b_3 \geq 0$  si et seulement si  $E_3$  est favorable au conflit,  $b_3 \leq 0$  si et seulement si il y est hostile,
- 2)  $b_3$  tient compte de l'importance économique (matérielle, morale) du pays  $E_3$ . Si  $E_3$  est un gros pays, il aura plus de poids. Plus précisément, ce qui compte est l'importance des liens économiques (directs ou indirects) que  $E_3$  entretient avec  $E_1$  (si  $E_3$  est important, mais n'a aucun lien économique avec  $E_1$ ,  $E_1$  ne se souciera pas de cette importance). Il convient aussi de rapporter l'importance de  $E_3$  à celle de  $E_1$  : un petit pays peut se soucier beaucoup de l'opinion d'un autre petit pays.
- 3)  $b_3$  tient compte de l'éloignement (géographique et culturel) entre  $E_3$  et  $E_1$  : plus ces pays sont proches, et plus  $b_3$  est important.
- 4)  $b_3$  tient compte de la "capacité d'attention" que le pays  $E_3$  porte au conflit entre  $E_1$  et  $E_2$ . Ce point est important. Le pays  $E_3$  peut avoir la possibilité matérielle d'empêcher le conflit, mais ne pas s'en soucier, parce que, par exemple, son attention à ce moment-là est accaparée par autre chose. Il est certain aussi que plus il y a de conflits et plus la capacité d'attention d'un pays donné baisse, relativement à chacun de ces conflits.

Rappelons que l'étude présentée ici vise le cas où de *nombreux* pays viendraient à posséder la capacité nucléaire (prolifération). Dans ce cas, les couples ( $E_1, E_2$ ) concernés par les conflits potentiels seront encore plus nombreux, et la tâche d'un "gendarme" deviendra de plus en plus difficile. Il est donc nécessaire de modéliser cette "capacité d'attention" comme quelque chose qui n'est pas infini.

Il faut, bien sûr, pour des raisons de cohérence de concepts, que le bénéfice corrigé  $B_{1,2} + b_3$  soit aussi entre -1 et +1.

**Remarque :** On peut se demander pourquoi nous avons fait le choix d'un bénéfice corrigé obtenu par addition ( $B_{1,2} + b_3$ ) et non par multiplication ( $B_{1,2} \times b_3$ ), qui serait automatiquement entre -1 et +1. La raison est que dans ce dernier cas le signe de  $B_{1,2} \times b_3$  dépendrait instantanément du signe de  $b_3$ , et plus du tout de sa valeur absolue: il suffirait que  $E_3$ , si microscopique soit-il, change d'avis quant au conflit pour que celui-ci soit favorisé alors qu'il était défavorisé, ou l'inverse. Ceci est évidemment absurde ; il est clair que la valeur absolue de  $b_3$  est essentielle, et pas seulement son signe.

### III. Un exemple de modélisation : un seul conflit potentiel, cinq pays en présence.

$E_1$  a un conflit potentiel avec  $E_2$ .

Chiffres :

$$PD_{1,2} = 0,6, \quad PDA_{1,2} = 0,1.$$

(Après attaque de  $E_1$  sur  $E_2$ , 60% du PIB de  $E_2$  serait détruit, mais seulement 10% des armes de  $E_2$ ).

$$B_{1,2} = 0,5,$$

( $E_1$  est assez favorable à un conflit avec  $E_2$  ; il y voit un sérieux bénéfice).

Nous avons donc

$$CN_{1,2} = 0,6 \times 0,5 = 0,3.$$

Passons maintenant à la dissuasion exercée par  $E_2$ .

Puisque  $PDA_{1,2} = 0,1$ , il reste 90% des armes de  $E_2$  après attaque. Disons que ces 90% restants détruiront 10% du PIB de  $E_1$  ( $E_2$  n'est pas un gros pays, il a peu d'armes, ou peu de vecteurs, et  $E_1$  sera peu affecté). Nous avons donc :

$$d_{1,2} = 0,1.$$

Nous sommes dans le cas où  $CN_{1,2}$  (ici 0,3) est supérieur à  $d_{1,2}$  (ici 0,1) ; la dissuasion ne suffit pas, et le conflit isolé risque de se déclencher. Nous avons :

$$RCI_{1,2} = CN_{1,2} - d_{1,2} = 0,3 - 0,1 = 0,2.$$

Voyons maintenant l'influence de trois pays tiers.

-  $E_3$  est ami de  $E_1$  et va s'allier à lui. Il va ajouter ses arsenaux et ses vecteurs à ceux de  $E_1$ . Le potentiel de destruction  $PD_{1,2}$ , qui était de 0,6, va maintenant passer à 0,7, et la destruction des armes de  $E_2$ , qui était 0,1, va passer à 0,15.

Par contre, le bénéfice escompté par  $E_1$  lors du conflit avec  $E_2$ ,  $B_{1,2}$ , n'est pas modifié.  
On a :

$$CN_{1,2} = PD_{1,2} \times B_{1,2} = 0,7 \times 0,5 = 0,35.$$

La dissuasion exercée par  $E_2$  est réduite : il n'a plus que 85% de ses armes (au lieu de 90% précédemment) et ces 85% ne détruisent plus que 8% du PIB de  $E_1$ . On aura maintenant :

$$RC_{1,2} = CN_{1,2} - d_{1,2} = 0,35 - 0,08 = 0,27,$$

contre 0,2 auparavant : le risque a nettement augmenté.

-  $E_4$  est ami de  $E_2$  et va s'allier à lui. Il met donc automatiquement ses propres armes à la disposition de celui-ci, et ces armes viendront détruire 10% du PIB de  $E_1$ .

La dissuasion est maintenant  $0,08 + 0,10 = 0,18$ .

Le risque de conflit tombe à  $0,35 - 0,18 = 0,17$ .

-  $E_5$  est un pays tiers, sorte de "gendarme", qui voit d'un mauvais oeil le conflit, mais sans y attacher une importance trop grande. Chiffrons  $b_5 = -0,2$ . Alors le bénéfice corrigé sera  $0,5 - 0,2 = 0,3$ . Le risque de conflit sera au total :

$$\begin{aligned} & (PD_{1,2} + \text{apport } E_3) \times (B_{1,2} + b_5) - (d_{1,2} - \text{dommage dû à } E_3 + \text{apport } E_4) \\ & = (0,6 + 0,1)(0,5 - 0,2) - (0,1 - 0,02 + 0,1) \\ & = 0,7 \times 0,3 - 0,18 = 0,21 - 0,18 = 0,03. \end{aligned}$$

bien moindre qu'avant l'apparition de  $E_5$ .



## Chapitre II

### Modélisation Générale

Nous reprenons la situation décrite au premier chapitre et nous introduisons des notations permettant une étude générale.

Les Etats du globe, au nombre de  $N$ , sont rangés en deux sous-ensembles. Le premier, noté  $G$ , représente ceux qui ont la capacité nucléaire (au nombre de  $n$ ), le second, noté  $G'$ , ceux qui ne l'ont pas (au nombre de  $N-n$ ). Le nombre  $n$  d'Etats ayant la capacité nucléaire est considéré comme une variable, puisque c'est précisément l'objet de notre étude d'examiner la variation de stabilité des équilibres de dissuasion lorsque  $n$  augmente.

Soit  $E_i$  un Etat ayant la capacité nucléaire, et  $E_j$  un autre Etat (ayant ou n'ayant pas la capacité nucléaire). On s'intéresse à la probabilité d'apparition d'un conflit nucléaire entre  $E_i$  et  $E_j$ , à l'initiative de  $E_i$ . "A l'initiative", pour un conflit nucléaire, a un sens très clair (beaucoup plus clair que pour un conflit classique) : c'est celui qui lance la première bombe.

#### I. Le conflit isolé entre $E_i$ et $E_j$ .

##### A. Potentiel de destruction.

Nous faisons un recensement de l'arsenal nucléaire de  $E_i$  et de ses vecteurs. Connaissant la situation géographique de  $E_j$  (distance de  $E_i$ , situation des villes, étendue, population), nous sommes en mesure de définir  $P_{d_{i,j}}$  potentiel de destruction de  $E_i$  sur  $E_j$ . C'est un nombre entre 0 et 1 qui caractérise la fraction du PIB de l'agressé ( $E_j$ ) détruite par une attaque nucléaire totale provenant de  $E_i$ .

On fait ici l'hypothèse réaliste que  $E_i$  emploie immédiatement la totalité de ses armes : quand on déclenche un conflit nucléaire, on ne le fait pas à moitié. On pourrait faire observer qu'en 1945 les USA n'ont utilisé que deux bombes contre le Japon, mais c'était précisément la totalité de leur arsenal de l'époque.

Discutons un peu plus avant cette hypothèse : utiliser l'arsenal en totalité. Il est certain que les super-puissances (USA, Russie) ont la capacité de détruire la planète plusieurs fois en utilisant leur arsenal. Mais ceci ne contredit pas notre modélisation, car :

- si  $E_i = \text{USA ou Russie}$  et  $E_j$  est un Etat tiers, on aura de toute façon  $P_{d_{i,j}} = 1$  (il ne reste rien de l'Etat tiers, qu'on l'ait détruit une seule fois ou plusieurs !).

- notre étude vise le cas de la prolifération : des pays plus nombreux acquérant une capacité nucléaire limitée, qu'ils seront tentés d'employer tout entière.

Reste le cas d'un pays qui serait tenté d'utiliser une partie seulement de son potentiel nucléaire, par exemple à titre d'avertissement. Il en a été question lors de l'intervention américaine au Viet-Nam, et c'est une option que Israël a certainement considérée face aux pays Arabes. En ce cas, il faut corriger  $PD_{i,j}$  de manière à faire apparaître seulement la *fraction* de l'arsenal utilisé, et non plus la totalité.

Revenons à notre description générale.  $PD_{i,j}$  représente donc le potentiel de destruction de  $E_i$  sur  $E_j$  mesuré par rapport au PIB de  $E_j$  :

- si  $PD_{i,j} = 0$ ,  $E_i$  ne peut faire aucun mal à  $E_j$ ,
- si  $PD_{i,j} = 0,4$ , en cas d'attaque par  $E_i$ , 40% du PIB de  $E_j$  est détruit,
- si  $PD_{i,j} = 1$ , en cas d'attaque par  $E_i$ , il ne reste rien de  $E_j$ .

#### B. Bénéfice tiré du conflit potentiel.

Nous notons  $B_{i,j}$  le bénéfice (positif ou négatif) escompté par  $E_i$  lors du conflit avec  $E_j$ . C'est un nombre compris entre -1 et +1. S'il est négatif,  $E_i$  est hostile au conflit ; s'il est positif,  $E_i$  est favorable au conflit. Nous renvoyons au chapitre I pour la signification précise de ce nombre.

#### C. Capacité de nuisance de $E_i$ sur $E_j$ .

Nous définissons :

$$CN_{i,j} = PD_{i,j} \times \max \{B_{i,j}, 0\},$$

c'est à dire :

$$\begin{aligned} CN_{i,j} &= PD_{i,j} \times B_{i,j} \text{ si } B_{i,j} \geq 0 \\ &= 0 \text{ sinon} \end{aligned}$$

C'est la capacité de nuisance de  $E_i$  sur  $E_j$  ; elle rend compte à la fois de l'arsenal de  $E_i$  et de sa volonté de l'utiliser.

#### D. Potentiel de Destruction des Armes.

Lors de l'attaque,  $E_i$  détruit une fraction du PIB de  $E_j$ , mais aussi une fraction des armes nucléaires de  $E_j$ . Cette fraction sera noté  $PDA_{i,j}$ . Cette quantité est très différente de  $PD_{i,j}$  : lors d'une attaque nucléaire, les populations, équipements, usines, etc, sont très exposés, donc  $PD_{i,j}$  est important. En revanche, les armes sont très protégées (certaines, telles les sous-marins en plongée, sont même essentiellement invulnérables), si bien que  $PDA_{i,j}$  est essentiellement petit. Il n'est cependant pas nul, certaines catégories d'armes seront affectées par une attaque adverse : bombardiers qui ne pourront plus décoller, missiles enterrés et missiles portés sur camions partiellement détruits.

### E. La dissuasion exercée par $E_j$ sur $E_i$ .

Ayant estimé la fraction  $PDA_{i,j}$  des armes de  $E_j$  détruite par  $E_i$ , nous sommes en mesure d'estimer les dégâts causés à l'agresseur ( $E_i$ ) par la fraction restante ( $1-PDA_{i,j}$ ) de l'agressé ( $E_j$ ). Comme précédemment, ces dégâts seront ramenés à une fraction du PIB de l'Etat touché (en l'occurrence  $E_i$ ). Nous la notons  $d_{i,j}$  : c'est la dissuasion exercée par  $E_j$  sur  $E_i$ .

- Cette dissuasion est nulle soit si  $E_j$  n'a pas la capacité nucléaire, soit s'il n'a pas les moyens d'atteindre  $E_i$ , soit si l'essentiel de sa force nucléaire a été détruit lors de l'attaque de  $E_i$  (ce qui reste n'est plus menaçant pour  $E_i$ ).

- Cette dissuasion vaut 1 si ce qui reste après l'attaque est suffisant pour détruire  $E_i$  entièrement.

- Un chiffre intermédiaire,  $d_{i,j} = 0,4$  par exemple, signifie que, après l'attaque par  $E_i$ ,  $E_j$  peut encore détruire 40% du PIB de  $E_i$ .

Un point important est que  $d_{i,j}$  caractérise la dissuasion restante après l'attaque, c'est à dire ce qui peut véritablement rester menaçant pour  $E_i$ . Elle n'a rien à voir avec  $CN_{j,i}$  : capacité de nuisance de  $E_j$  sur  $E_i$  :  $E_j$  peut vouloir déclencher le conflit et en avoir les moyens. Il y a deux éléments importants qui entrent en ligne de compte dans  $d_{i,j}$  :

- c'est la fraction *restante* des armes qui entre est prise en considération,

- il n'y a plus de notion de "bénéfice escompté" : c'est la *totalité* des armes restantes qui sera utilisée par  $E_j$ .

Notons que les nombres  $PD_{i,j}$ ,  $PDA_{i,j}$ ,  $d_{i,j}$  sont du domaines du **renseignement** (composition des arsenaux, nombre de lanceurs, vulnérabilité, etc) et peuvent donc être chiffrés avec une certaine exactitude (ou du moins avec objectivité). Seul le bénéfice escompté  $B_{i,j}$  relève de considérations sociologiques, raciales, religieuses, écono-miques, beaucoup plus difficiles à chiffrer.

Nous définissons donc

$$RCI_{i,j} = \max \{ CN_{i,j} - d_{i,j}, 0 \},$$

c'est à dire :

$$\begin{aligned} RCI_{i,j} &= CN_{i,j} - d_{i,j} \text{ si } CN_{i,j} \geq d_{i,j} \\ &= 0 \text{ sinon.} \end{aligned}$$

C'est le risque de conflit isolé entre  $E_i$  et  $E_j$ . Le nombre introduit rend bien compte de ce risque :

- il est nul si  $CN_{i,j} \leq d_{i,j}$  (la dissuasion l'emporte sur la tentation),
- il est d'autant plus grand que la tentation l'emporte sur la dissuasion.

On se référera au chapitre I pour des exemples de chiffrement.

## II. L'intervention d'un Etat tiers.

Il y a évidemment trois sortes d'Etats, hors  $E_i$  et  $E_j$  : les amis de  $E_i$ , les amis de  $E_j$ , et les neutres (militairement, mais non économiquement). Un état tiers sera toujours noté  $E_k$ , quelle que soit la catégorie dans laquelle il se trouve, mais sa contribution sera différente d'un cas à l'autre.

### A. Les alliés de l'agresseur.

Le pays  $E_k$  prête main-forte à  $E_i$ , en lui prêtant une fraction de ses arsenaux. Si  $PD_{k,j}$  est le potentiel de destruction de  $E_k$  sur  $E_j$ , le potentiel de destruction  $PD_{i,j}$  est remplacé par  $PD_{i,j} + PD_{k,j}$ . Le bénéfice escompté  $B_{i,j}$  n'est pas modifié. La capacité de nuisance devient :

$$CN_{i,j,k} = (PD_{i,j} + PD_{k,j}) \times \max \{B_{i,j}, 0\}.$$

Le potentiel de destruction des armes de  $E_j$  est augmenté :  $E_k$  va détruire certaines des armes de  $E_j$ . Il devient  $PDA_{i,j} + PDA_{k,j}$ . La dissuasion exercée par  $E_j$  sur  $E_i$  va diminuer : au lieu de  $d_{i,j}$ , elle sera  $d_{i,j} - d'_{k,j}$  où  $d'_{k,j}$  rend compte de la fraction des armes de  $E_j$  détruite par  $E_k$ .

Le risque de conflit, tenant compte de l'intervention de  $E_k$ , sera maintenant :

$$RC_{i,j,k} = \max \left\{ (PD_{i,j} + PD_{k,j}) \max \{B_{i,j}, 0\} - (d_{i,j} - d'_{k,j}), 0 \right\}.$$

### B. Les alliés de l'agressé.

Si  $E_k$  est allié de l'agressé  $E_j$ , il met ses propres armes à la disposition de celui-ci, et cela renforce la dissuasion exercée par  $E_j$  : il vient s'ajouter un terme  $d''_{i,k}$  qui caractérise la fraction du PIB de  $E_i$  détruite par  $E_k$  lors du conflit entre  $E_i$  et  $E_j$ . Nous obtenons donc :

$$RC_{i,j,k} = \max \left\{ (PD_{i,j} + PD_{k,j}) \times \max \{B_{i,j}, 0\} - (d_{i,j} - d'_{k,j} + d''_{i,k}), 0 \right\}.$$

Dans la formule ci-dessus, le potentiel de destruction  $PD_{k,j}$  ne doit intervenir que si  $E_k$  est allié de  $E_i$  ; il doit être compté pour 0 sinon. Posons :

$$PD_{k,j}^+ = PD_{k,j} \text{ si } B_{k,j} > 0,$$

(c'est à dire si  $E_k$  trouve lui-même un intérêt au conflit, autre façon de dire qu'il est allié de  $E_i$ ) et  $PD_{k,j}^+ = 0$  sinon.

Notons aussi

$$B_{k,j}^+ = B_{i,j} \text{ si } B_{i,j} \geq 0, \\ = 0 \text{ sinon}$$

La formule précédente devient :

$$RC_{i,j,k} = \max \left\{ (PD_{i,j} + PD_{k,j}^+) \times B_{i,j}^+ - (d_{i,j} - d'_{k,j} + d''_{i,k}), 0 \right\}.$$

### C. Les Etats militairement neutres.

Un Etat de ce type ne va pas agir directement sur les arsenaux, ni dans un sens ni dans l'autre, mais sur les motivations. Le bénéfice  $B_{i,j}$  escompté par  $E_i$  lors du conflit avec  $E_j$  va être remplacé par un bénéfice corrigé  $B_{i,j} + b_{i,j,k}$ . Le terme correctif  $b_{i,j,k}$  représente l'influence exercée par  $E_k$  sur le conflit entre  $E_i$  et  $E_j$ . Si  $b_{i,j,k} \geq 0$ , cela veut dire que  $E_k$  encourage le conflit, et si  $b_{i,j,k} < 0$ , que  $E_k$  s'y oppose.

Nous renvoyons au chapitre I pour les différentes propriétés des nombres  $b_{i,j,k}$ . Notons en particulier que, pour  $E_k$  fixé,  $\sum_{i,j} b_{i,j,k}$  doit être bornée : elle caractérise la "capacité d'attention" de pays  $E_k$  à l'égard de tous les conflits possibles, et cette capacité d'attention est nécessairement limitée.

Notons aussi que parmi les trois nombres  $PD_{k,j}^+$ ,  $d'_{k,j}$ ,  $b_{i,j,k}$ , un seul est non-nul: un pays  $E_k$  est allié de  $E_i$ , ou allié de  $E_j$ , ou neutre.

Finalement, nous obtenons un risque de conflit entre  $E_i$  et  $E_j$ , corrigé par la présence de  $E_k$  :

$$RC_{i,j,k} = \max \left\{ (PD_{i,j} + PD_{k,j}^+) \times \max \{ B_{i,j}^+ + b_{i,j,k}, 0 \} - (d_{i,j} - d'_{k,j} + d''_{i,k}), 0 \right\}.$$

Le risque de conflit entre  $E_i$  et  $E_j$ , corrigé par la présence de l'ensemble des Etats tiers est donc :

$$RC_{i,j,k} = \\ \max \left\{ (PD_{i,j} + \sum_k PD_{k,j}^+) \times \max \left\{ B_{i,j}^+ + \sum_k b_{i,j,k}, 0 \right\} - (d_{i,j} - \sum_k d'_{k,j} + \sum_k d''_{i,k}), 0 \right\},$$

qui tient compte de l'ensemble des interventions extérieures, alliées à  $E_i$ , à  $E_j$ , ou neutres.

Enfin, c'est l'apparition d'**un seul** conflit qui nous inquiète ; nous voudrions que tous les risques  $RC_{i,j}$  soient aussi petits que possible. Nous prendrons donc pour indicateur :

$$RC = \max_{\substack{i,j \\ i \neq j}} RC_{i,j}$$

qui indiquera la probabilité d'apparition d'un conflit quelque part. Si  $RC$  est très petit, voire nul : tout va bien. Si  $RC > 0$ , voire proche de 1 : danger, un conflit risque d'apparaître.

## Chapitre III

### Un exemple de modélisation

Dans ce chapitre, nous allons traiter un exemple en détail, portant sur six pays. Nous partons d'un conflit potentiel isolé, dont nous chiffrons le risque. Nous enrichissons l'exemple en incorporant progressivement un allié pour chaque camp, puis deux états tiers, dont l'un est favorable au conflit et l'autre s'y oppose. Nous suivons pas à pas l'évolution du risque de conflit lors de ces diverses interventions.

Considérons 6 pays :

- $E_1$  a un conflit potentiel avec  $E_2$
- $E_3$  est un allié de  $E_1$
- $E_4$  un allié de  $E_2$
- $E_5$  et  $E_6$  sont deux pays tiers, mais l'un encourage le conflit alors que l'autre y est défavorable.

Nous prenons les données comme suit :

$$PD_{1,2} = 0,75$$

$$PDA_{1,2} = 0,3$$

$$B_{1,2} = 0,7.$$

La capacité de nuisance de  $E_1$  sur  $E_2$  est donc égale à :

$$\begin{aligned} CN_{1,2} &= PD_{1,2} \times B_{1,2} \\ &= 0,525 \end{aligned}$$

Après l'attaque, il reste 70 % des armes de  $E_2$ .

Soit  $d_{1,2} = 0,2$  sa capacité de dissuasion, inférieure à la capacité de nuisance de  $E_1$  sur  $E_2$ .

Il y a donc risque de conflit isolé, plus précisément :

$$\begin{aligned}RCI_{1,2} &= 0,525 - 0,2 \\ &= 0,325\end{aligned}$$

Prenons en compte l'influence des pays alliés :

- E<sub>3</sub> est allié de E<sub>1</sub>.

Au potentiel de destruction PD<sub>1,2</sub> s'ajoute celui de E<sub>3</sub> sur E<sub>2</sub>. Prenons PD<sub>3,2</sub> = 0,2 et PDA<sub>3,2</sub> = 0,2.

La destruction des armes de E<sub>2</sub>, qui était de 0.3 devient égale à 0.5. Il reste donc à E<sub>2</sub> 50 % de ses armes.

Cela donne une capacité de dissuasion d'<sub>3,2</sub> = 0,143.

Le risque de conflit est maintenant égal à :

$$\begin{aligned}RC_{1,2,3} &= [(0,75 + 0,2) \times 0,7] - (0,2 - 0,143) \\ &= 0,608\end{aligned}$$

On voit qu'il a beaucoup augmenté du fait de l'intervention de E<sub>3</sub>.

Or E<sub>2</sub> a aussi un allié E<sub>4</sub>, qui lui permet d'augmenter sa capacité de dissuasion. En effet, E<sub>4</sub> met à la disposition de E<sub>2</sub> une partie de ses propres armes et lui donne ainsi la possibilité de mieux contre-attaquer.

Prenons par exemple : d''<sub>4</sub> = 0,4.

Le risque de conflit devient :

$$\begin{aligned}RC_{1,2,\frac{3}{4}} &= [(0,75 + 0,2) \times 0,7] - (0,2 - 0,143 + 0,4) \\ &= 0,208\end{aligned}$$

On voit que l'intervention dissuasive de E<sub>4</sub> a ramené le risque de conflit au-dessous de sa première valeur mais ne l'a pas supprimé.

Voyons maintenant l'influence des pays tiers.

E<sub>5</sub> encourage le conflit et va boycotter le pays attaqué. Nous pouvons donc chiffrer son influence économique par b<sub>1,2,5</sub> = 0,2.

E<sub>6</sub> est défavorable au conflit ; il joue le rôle de "gendarme" et son intervention est chiffrée par : b<sub>1,2,6</sub> = - 0,4.

Le risque de conflit devient maintenant :



$$RC_{1,2,\frac{3}{4},\frac{5}{6}} = [(0,75 + 0,2)(0,7 + 0,2 - 0,3)] - (0,2 - 0,143 + 0,4) \\ = 0,018$$

et ce risque a largement diminué par rapport à l'estimation précédente.

L'intervention du "gendarme" permet de compenser l'intervention militaire et de diminuer ainsi la probabilité d'apparition d'un conflit.

## Chapitre IV

### Le cas de la prolifération

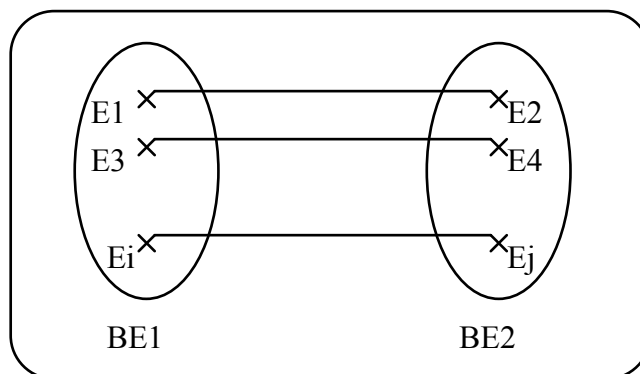
Considérons que les petits états du globe qui ont la capacité nucléaire s'organisent idéologiquement en deux blocs  $BE_1$  et  $BE_2$  contenant chacun  $n$  pays.

#### I. Conflits par paires.

Nous nous intéressons aux conflits potentiels locaux (à la différence d'un embrasement général) et partons de l'hypothèse qu'un pays de  $BE_1$  ne peut déclencher de conflit qu'avec un seul pays de  $BE_2$ .

##### A. Etude d'un modèle simplifié.

Pour simplifier, on admettra provisoirement aussi que chacun des pays de  $BE_1$  a le même poids économique et qu'il en est de même pour les pays de  $BE_2$ .



Les conflits potentiels

#### 1. Le modèle

Le bloc  $BE_1$  a signé une alliance avec une grande puissance, le pays C.

C met à la disposition de chacun des pays de  $BE_1$  une partie de son arsenal qui se traduit par :

- un potentiel de destruction  $PD_{C,j}$  indépendant du nombre de conflits ( $j$  = pays de  $BE_2$ ).

Remarque : Cette notion d'alliance est celle qui se rencontre historiquement. Le pays C met une part de ses armes (mettons 1/3 pour fixer les idées) à la disposition de chacun de ses alliés, quel que soit le nombre de ceux-ci. Evidemment, cette position est intenable en cas de

déclenchement des conflits : il faut partager les armes, les répartir, et une même arme ne peut être à plusieurs endroits à la fois. Mais ici nous modélisons la *dissuasion*, c'est à dire une étape préliminaire au conflit, et non le déroulement des hostilités. Il est donc légitime de dire que l'implication de C est totale auprès de chacun de ses alliés, quel que soit le nombre de ceux-ci.

- Un potentiel de destruction des armes de C sur j :  $PDA_{C,j}$ .

Soit U un pays tiers, appartenant au groupe des grandes puissances, et ne souhaitant pas intervenir militairement dans le conflit.

Il est modélisé par sa capacité d'attention  $b_{i,j,U}$  qui est fonction du nombre de conflits.

En effet, plus il y a de conflits plus la capacité d'attention d'un pays tiers diminue.

Donc, si  $b_U$  est la capacité d'attention totale de U sur les conflits, on peut écrire :

$$b_{ijU} = \frac{b_U}{n}$$

où  $b_{i,j,U}$  est la capacité d'attention de U sur le conflit existant entre i et j et n est le nombre de conflits potentiels.

Le risque de conflit entre un pays du groupe  $BE_1$  et un pays du groupe  $BE_2$  peut s'écrire :

$$RC_{ij} = (PD_{ij} + PD_{C,j})(B_{ij} + b_{ij,U}) - (d_{ij} - d'_{C,j})$$

On notera :

$$B = B_{i,j} + b_{ijU}$$

$$CN = (PD_{i,j} + PD_{C,j})B$$

$$D = d_{i,j} - d'_{C,j}$$

La formule ci-dessus n'est valable que si  $B \geq 0$  et  $CN \geq D$ .

## 2. Exemple numérique

**1er cas** : Il y a un seul pays dans chaque bloc.

\*  $E_1$  a un conflit potentiel avec  $E_2$ .

Chiffres :

$$PD_{12} = 0,6$$

$$PDA_{12} = 0,1$$

$$B_{12} = 0,5.$$

La dissuasion exercée par  $E_2$  est évaluée à :  $d_{12} = 0,1$ .

\* C décide de prêter main-forte à  $E_1$ .

$$PD_{C2} = 0,2$$

$$PDA_{C2} = 0,2$$

$$d'_{C2} = 0,2.$$

On peut établir un premier risque de conflit

$$\begin{aligned} RC_{12} &= (PD_{12} + PD_{C2}) \times B_{12} - (d_{12} - d'_{C2}) \\ &= (0,6 + 0,2) \times 0,5 - (0,1 - 0,2) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

$RC_{12}$  est le risque de conflit sans intervention d'un pays tiers.

\* Soit U, un pays tiers défavorable au conflit. Chiffrons :  $b_U = -0,3$ .

Le nombre de conflits (n) entre  $BE_1$  et  $BE_2$  est égal à 1.

Donc la capacité d'attention de U sur ce conflit est totale.

$$b_{12U} = b_U = -0,3.$$

Le risque de conflit devient :

$$\begin{aligned} RC_U &= (PD_{12} + PD_{C2})(B_{12} + b_{12U}) - (d_{12} - d'_{C2}) \\ &= (0,6 + 0,2)(0,5 - 0,3) - (0,1 - 0,2) \\ &= 0,26 \end{aligned}$$

On voit que l'intervention de U a ramené le risque de conflit au-dessous de sa première valeur.

**2ème cas** : Il y a deux pays dans chaque groupe.

Il y a donc 2 risques de conflits.

Nous considérons que les pays  $E_3$  et  $E_4$  sont les images respectives de  $E_1$  et  $E_2$ .

Nous pouvons donc chiffrer :  $PD_{34} = PD_{12} = 0,6$

$$PDA_{34} = PDA_{12} = 0,1$$

$$B_{34} = B_{12} = 0,5$$

$$d_{34} = d_{12} = 0,1.$$

Le pays C intervient sur chacun des conflits et son intervention se traduit par les mêmes valeurs que dans le 1er cas.

Le nombre de conflits ayant augmenté, nous devons recalculer la capacité d'attention du pays tiers sur les différents conflits.

$$\begin{aligned} b_{12U} = b_{34U} &= \frac{b_U}{n} = \frac{b_U}{2} \\ &= -\frac{0,3}{2} = -0,15 \end{aligned}$$

Evaluons maintenant le risque de conflit entre  $E_1$  et  $E_2$ .

$$\begin{aligned} RC_{12U} &= (PD_{12} + PD_{C2})(B_{12} + b_{12U}) - (d_{12} - d'_{C2}) \\ &= (0,6 + 0,2)(0,5 - \frac{0,3}{2}) - (0,1 - 0,2) \\ &= 0,38 \end{aligned}$$

L'attention du pays tiers diminuant lorsque le nombre de conflits augmente, il est logique de voir le risque de conflit entre deux pays augmenter. Il est inutile de calculer  $RC_{34}$  car il est égal à  $RC_{12}$  selon notre hypothèse de départ.

**3ème cas** : Les blocs  $BE_1$  et  $BE_2$  sont composés de 10 pays chacun. Le nombre de conflits potentiels est maintenant égal à 10.

Pour chaque conflit potentiel, l'attention du pays tiers est fixée par

$$b_{ijU} = \frac{b_U}{n} = -\frac{0,3}{10} = -0,03.$$

Evaluons le risque de conflit entre  $E_1$  et  $E_2$  :

$$\begin{aligned} RC_U &= (0,6 + 0,2) \times (0,5 - \frac{0,3}{10}) - (0,1 - 0,2) \\ &= 0,476 \end{aligned}$$

Dans notre exemple, lorsque  $n$  augmente le risque de conflit tend vers  $RC_{12}$  qui est égal à 0,5.

### 3. Conclusion

Lorsque la capacité d'attention de  $U$  sur chacun des conflits diminue (ce qui correspond à une augmentation du nombre  $n$  de conflits potentiels), le risque de conflit entre deux états augmente et tend vers la valeur du  $RC_{ij}$  calculée lorsque l'état tiers n'intervient pas. Nous constatons donc que lorsque le nombre de conflits augmente, le rôle du "gendarme" diminue. La probabilité de conflit augmente donc avec le nombre de protagonistes.

## B. Etude d'un modèle où les forces sont inégales.

Considérons maintenant que les pays de  $BE_1$  comme ceux de  $BE_2$  n'ont plus le même poids économique. Nous restons cependant dans le cas où un seul pays du bloc  $BE_1$  ne peut déclencher de conflit qu'avec un seul pays du bloc  $BE_2$ .

### 1. L'environnement du conflit

Prenons, par exemple, le cas où il peut y avoir jusqu'à trois conflits potentiels entre  $BE_1$  et  $BE_2$  et regardons l'influence de l'augmentation du nombre de conflits.

Le bloc  $BE_1$  regroupe trois pays :  $E_1$ ,  $E_3$  et  $E_5$ .

\*  $E_1$  a un conflit potentiel avec  $E_2$  (pays appartenant au bloc  $BE_2$ )

Chiffrons :  $PD_{12} = 0,6$

$$PDA_{12} = 0,1$$

$$B = 0,5$$

La dissuasion de  $E_2$  est évaluée à :  $d_{12} = 0,1$ .

\*  $E_3$  a un conflit potentiel avec  $E_4$  traduit par les valeurs suivantes :

$$PD_{34} = 0,4$$

$$PDA_{34} = 0,3$$

$$B_{34} = 0,6.$$

La dissuasion de  $E_4$  sur  $E_3$  étant égale à :  $d_{34} = 0,2$ .

\*  $E_5$  a un conflit potentiel avec  $E_6$  :

$$PD_{56} = 0,8$$

$$PDA_{56} = 0,5$$

$$B_{56} = 0,6$$

$$d_{56} = 0,1.$$

Chacun des pays de  $BE_1$  compte sur l'appui militaire du pays C.

La volonté de celui-ci d'intervenir dans le conflit est chiffrée par :

$$PD_{Cj} = 0,2 \quad \text{et} \quad PDA_{Cj} = 0,2 \quad \text{avec } j = 2,4,6.$$

La dissuasion d'un pays  $j$  (appartenant au bloc  $BE_2$ ) sur un pays  $i$  du bloc  $BE_1$  après l'intervention de C est proportionnelle à sa taille. Elle est donc différente pour chacun des pays de  $BE_2$ .

Chiffres :  $d'_{C2} = 0,2$

$$d'_{C4} = 0,15$$

$$d'_{C6} = 0,05.$$

Comme précédemment, tous les pays de  $BE_2$  reçoivent le soutien d'un pays tiers, noté U. Celui-ci ne désire pas s'impliquer militairement dans les divers conflits, et son intervention est représentée par sa capacité d'attention.

Soit  $b_U = -0,3$  sa capacité d'attention totale.

Notons comme précédemment  $b_{ijU} = \frac{b_U}{n}$  la capacité d'attention de U sur le conflit existant entre i et j lorsque n conflits potentiels existent.

## 2. La modélisation numérique

**1er cas** :  $E_1$  a un conflit potentiel avec  $E_2$ .

On peut calculer le risque de conflit isolé entre ces deux pays.

Il est égal à :

$$\begin{aligned} RC_{12} &= (PD_{12} \times B_{12}) - d_{12} \\ &= (0,6 \times 0,5) - 0,1 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

Le risque de conflit entre ces deux pays est faible.

Prenons maintenant en compte l'intervention du pays C allié de  $E_1$  :

$$\begin{aligned} RC_{12C} &= (PD_{12} + PD_{C2})(B_{12}) - (d_{12} - d'_{C2}) \\ &= (0,6 + 0,2) \times 0,5 - (0,1 - 0,2) \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Mais le pays  $E_2$  a un allié U. Le nombre de conflits étant égal à 1 nous pouvons écrire :

$$\begin{aligned} RC_{12CU} &= (PD_{12} + PD_{C2})(B_{12} + b_{12U}) - (d_{12} - d'_{C2}) \\ &= (PD_{12} + PD_{C2})(B_{12} + b_U) - (d_{12} - d'_{C2}) \\ &= (0,6 + 0,2)(0,5 - 0,3) - (0,1 - 0,2) \\ &= 0,26 \end{aligned}$$

L'intervention économique du pays U a permis de compenser partiellement l'intervention militaire du pays C. En effet, le risque de conflit calculé avec l'aide des pays tiers est supérieur au risque de conflit isolé, ce qui signifie que l'intervention du pays allié de  $E_1$  a eu plus de poids que celle de l'allié de  $E_2$ .

**2ème cas** : E<sub>1</sub> a un conflit potentiel avec E<sub>2</sub> et E<sub>3</sub> a un conflit potentiel avec E<sub>4</sub>.

Le risque de conflit isolé entre E<sub>3</sub> et E<sub>4</sub> est de :

$$\begin{aligned} RC_{34} &= (PD_{34} \times B_{34}) - d_{34} \\ &= (0,4 \times 0,6) - 0,2 \\ &= 0,04. \end{aligned}$$

La possibilité qu'un conflit éclate entre ces deux pays est donc très faible. Chiffrons maintenant l'intervention du pays allié de E<sub>3</sub>.

$$\begin{aligned} RC_{34C} &= (PD_{34} + PD_{C4})B_{34} - (d_{34} - d'_{C4}) \\ &= (0,4 + 0,2)0,6 - (0,2 - 0,15) \\ &= 0,43. \end{aligned}$$

L'alliance (C-E<sub>3</sub>) augmente le risque de conflit.

Or E<sub>4</sub> a aussi un allié U. Nous allons voir ce que devient le risque après l'intervention de U, sachant aussi que le nombre de conflits potentiels *n* est maintenant égal à 2.

$$\begin{aligned} RC_{34CU} &= (PD_{34} + PD_{C4})(B_{34} + b_{34U}) - (d_{34} - d'_{C4}) \\ &= (0,4 + 0,2)(0,6 - \frac{0,3}{3})(0,2 - 0,15) \\ &= 0,22. \end{aligned}$$

L'intervention du pays tiers n'est pas suffisante pour que le risque de conflit soit nul ; et dans ce conflit, l'intervention militaire a eu plus de poids que le boycott économique.

Calculons maintenant le risque de conflit entre E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub>.

$$\begin{aligned} RC_{12CU} &= (PD_{12} + PD_{C2})(B_{12} + b_{12U}) - (d_{12} - d'_{C2}) \\ &= (0,6 + 0,2)(0,5 - \frac{0,3}{2}) - (0,1 - 0,2) \\ &= 0,38. \end{aligned}$$

L'attention du pays tiers a diminué donnant encore plus de poids à l'intervention militaire de C. Il est donc logique de voir un risque de conflit supérieur à celui calculé dans le 1er cas.

**3ème cas** : E<sub>1</sub> a un conflit potentiel avec E<sub>2</sub> , E<sub>3</sub> a un conflit potentiel avec E<sub>4</sub> et E<sub>5</sub> a un conflit potentiel avec E<sub>6</sub>.

Le risque de conflit isolé entre E<sub>5</sub> et E<sub>6</sub> est de :

$$\begin{aligned} RC_{56} &= (PD_{56} \times B_{56}) - d_{56} \\ &= (0,8 \times 0,6) - 0,1 \\ &= 0,38. \end{aligned}$$



Si C soutient E<sub>5</sub>, nous pouvons alors écrire :

$$\begin{aligned} RC_{56C} &= (PD_{56} + PD_{C6})B_{56} - (d_{56} - d'_{C6}) \\ &= (0,8 + 0,2)0,6 - (0,2 - 0,05) \\ &= 0,55. \end{aligned}$$

Le nombre de conflits potentiels entre les deux blocs BE<sub>1</sub> et BE<sub>2</sub> est maintenant égal à 3.

Quel est le risque de conflits potentiels entre chacun des membres de différents blocs ?

$$\begin{aligned} RC_{12CU} &= (PD_{12} + PD_{C2})(B_{12} + b_{12U}) - (d_{12} - d'_{C2}) \\ &= (0,6 + 0,2)(0,5 - \frac{0,3}{3})(0,1 - 0,2) \\ &= 0,42. \end{aligned}$$

En comparant les différents RC<sub>12CU</sub> nous pouvons conclure que lorsque n croît, le risque de conflit tend vers la valeur du risque de conflit RC<sub>12C</sub> calculé lorsque E<sub>1</sub> est seul à avoir un allié.

$$\begin{aligned} RC_{34CU} &= (PD_{34} + PD_{C4})(B_{34} + b_{34U}) - (d_{34} - d'_{C4}) \\ &= (0,4 + 0,2)(0,6 - \frac{0,3}{3}) - (0,2 - 0,15) \\ &= 0,25. \end{aligned}$$

et de même :

$$\begin{aligned} RC_{56CU} &= (PD_{56} + PD_{C6})(B_{56} + b_{56U}) - (d_{56} - d'_{C6}) \\ &= 0,45. \end{aligned}$$

### C. Conclusion.

Nous pouvons donc dire que, quel que soit le poids économique des différents protagonistes, lorsque le nombre de conflits potentiels augmente, le risque de conflit entre deux pays tend vers la valeur nominale RC<sub>N</sub> où RC<sub>N</sub> est le risque de conflit entre deux pays i et j calculé lorsque le pays tiers ne porte aucune attention au conflit (b<sub>ijU</sub> = 0). Autrement dit, la présence d'un "gendarme", si puissant soit-il sur le plan économique, devient insuffisante pour assurer la dissuasion.

## II. Cas de 1 contre n.

Considérons toujours nos deux blocs BE<sub>1</sub> et BE<sub>2</sub>.

Partons de l'hypothèse qu'un pays de BE<sub>1</sub> peut déclencher de 1 à n conflits avec les pays du bloc BE<sub>2</sub>.

Pour simplifier les calculs, considérons que tous les pays de BE<sub>2</sub> ont le même poids économique et la même capacité nucléaire.

Que devient alors le risque de conflit entre E<sub>1</sub> et les n pays de BE<sub>2</sub> lorsque n augmente?

## A. Modélisation numérique.

Considérons le cas où  $n = 2$  :  $E_1$  a des intentions de conflits avec  $E_2$  et avec  $E_4$ .

Or  $E_2$  et  $E_4$  appartiennent au même bloc et nous pouvons les considérer comme alliés. Considérons que  $E_1$  a le potentiel pour détruire entièrement  $E_2$  ou  $E_4$  lors d'un conflit local isolé. Si  $E_2$  est attaqué, il est entièrement détruit et ne peut se défendre contre  $E_1$  sauf s'il a signé une alliance avec  $E_4$  et que ce dernier est aussi provoqué par  $E_1$ .

Le potentiel de destruction de  $E_1$  reste le même quel que soit le nombre de conflits qu'il souhaite déclencher. Mais la dissuasion exercée par l'alliance  $E_2 E_4$  est fonction elle, du nombre d'alliances possibles.

Modélisons le cas où  $n = 2$ .

$E_1$  a un conflit potentiel avec  $E_2$  ainsi qu'avec  $E_4$ .

Chiffrons :  $PD_{12} = PD_{14} = PD_1 = 0,8$

$PDA_{12} = PDA_{14} = PDA_1 = 0,9$

$B_{12} = B_{14} = B_1 = 0,5$ .

La dissuasion de  $E_2$  lors d'un conflit isolé est égale à celle de  $E_4$  et est évaluée à :

$$d_{12} = d_{14} = 0,01.$$

Le risque de conflit isolé peut alors s'écrire :

$$\begin{aligned} RC_{12} &= (PD_{12} \times B_{12}) - d_{12} = RC_{14} \\ &= 0,39. \end{aligned}$$

Or  $E_1$  a des intentions de conflit avec le couple  $E_2 E_4$ .

$E_1$  peut détruire 90% des armes d'un pays de la taille de  $E_2$ . Donc dans le cas d'une alliance entre  $E_2$  et un pays de même taille, une attaque de  $E_1$  ne détruit que 90 % de l'alliance. Cela se traduit par une augmentation de la dissuasion des pays attaqués.

10% des armes de  $E_2$  lui donnent une dissuasion de 0,01. Or l'alliance avec  $E_4$  lui permet de rajouter à ses 10%, la totalité des armes de  $E_4$ .

On peut donc définir la nouvelle valeur de la dissuasion comme suit :

$$\begin{aligned} d_{1(\frac{2}{4})} &= d_{E_2} + \text{la capacité totale de dissuasion de } E_4 \\ &= d_{E_2} + \frac{d_{E_4}}{1 - PDA_{14}} = 0,01 + \frac{0,01}{1 - 0,9} \\ &= 0,11. \end{aligned}$$

Le risque de conflit entre  $E_1$  et le couple  $(E_2, E_4)$  devient alors :

$$\begin{aligned}
RC_{1(\frac{2}{4})} &= (PD_1 \times B_1) - d_{1(\frac{2}{4})} \\
&= (0,8 \times 0,5) - 0,11 \\
&= 0,29.
\end{aligned}$$

Il a diminué grâce à l'alliance signée entre  $E_2$  et  $E_4$ .

### B. Le modèle général.

Considérant que chacun des pays attaqués a le même poids économique et militaire, nous pouvons écrire :

$$d_{ij} = d \quad PDA_{ij} = PDA_1.$$

avec  $j$  = pays appartenant au bloc  $BE_2$  attaqué.

Lorsque  $E_1$  veut attaquer les  $n$  pays constituant  $BE_2$ , la dissuasion exercée par l'ensemble du bloc s'écrit :

$$\begin{aligned}
d_{1(2,4,6,\dots)} &= d_2 + \frac{d_4}{1 - PDA_1} + \dots + \frac{d_n}{1 - PDA_1} = d_{1BE_2} \\
d_{1BE_2} &= d + \frac{(n-1)d}{1 - PDA_1}
\end{aligned}$$

le risque de conflit devient donc égal à :

$$RC_{1BE_2} = (PD_1 \times B_1) - d_{1BE_2}$$

si  $B_1 \geq 0$

si  $PD_1 \times B_1 \geq d_{1BE_2}$ .

Plus  $n$  augmente plus le risque de conflit entre les alliances du bloc  $BE_2$  et le pays  $E_1$  de  $BE_1$  diminue. Le nombre  $n$  ne peut croître jusqu'à l'infini ; il est facile de calculer la valeur maximale pour laquelle le risque de conflit est nul.

$$n_{\max} = \frac{[(PD_1 \times B_1) - d][1 - PDA_1]}{d}$$

Dans notre exemple, lorsque le bloc  $BE_2$  est composé de 5 pays alliés, il n'y a plus aucun risque de conflit entre  $BE_1$  et  $BE_2$ .

### C. Conclusion.

Ceci met en lumière un concept extrêmement important, celui d'**alliance**.

En effet, si  $E_1$  était seul face aux  $n$  pays constituant le bloc  $BE_2$ , chacun de ces pays agissant isolément et indépendamment des autres, le risque de conflit croîtrait avec  $n$  : c'est ce que nous avons vu aux chapitres précédents ; le risque de conflit isolé croît avec le nombre de participants. Mais si les pays constituant  $BE_2$  sont alliés, ils exercent ensemble une dissuasion

globale significative vis à vis de  $E_1$ , et cette dissuasion globale sera d'autant plus importante qu'ils seront plus nombreux. La probabilité de conflit diminue donc lorsque le nombre d'alliés augmente.

## **Seconde Partie**

### **L'exemple du Sous-Continent Indien**

## Chapitre I

### Le Conflit potentiel Inde-Pakistan

#### A. La situation géopolitique

Cela fait maintenant près de trente ans que l'Inde et le Pakistan ont commencé un programme nucléaire militaire, conséquence des tensions qui règnent depuis longtemps entre les deux pays. Ces tensions proviennent de territoires revendiqués par les deux parties (Cachemire, Pendjab) et se manifestent par des guerres et de multiples incidents de frontière.

Les deux pays ont refusé de signer les traités globaux de non-prolifération en 1968, et réintéré ce refus en 1996 ("Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty").

L'Inde a fait exploser une bombe nucléaire prototype en 1974, mais n'a pas procédé depuis à d'autres essais. Le Pakistan n'a procédé à aucun essai nucléaire.

L'Inde a par ailleurs un autre conflit potentiel : avec la Chine. Pour cette raison, la Chine a aidé le Pakistan (vente de missiles). Les Etats-Unis ont longtemps armé le Pakistan (vente d'avions F16, voir Annexe), mais ont cessé la vente d'avions militaires lorsqu'il est apparu que ceux-ci pourraient être utilisés lors d'un conflit nucléaire.

Le détail des relations entre les deux pays peut être consulté dans les extraits de presse donnés en Annexe.

#### B. Les armes.

On trouvera des indications très détaillées en annexe. Donnons ici un résumé :

L'Inde dispose de :

- Missile Prithvi : rayon d'action 250 km, capable de porter une ogive nucléaire. Il y a une centaine de missiles. Ils sont situés au Cachemire et au Punjab, et dirigés vers le Pakistan.
- Missile Agni : rayon d'action 2 500 km, capable de porter une ogive nucléaire. Le nombre de ces missiles est inconnu. Ils seraient plutôt déployés vers la frontière chinoise.
- Avions Jaguar (originellement Britanniques, puis construits en Inde) : rayon d'action 850 km, capables de porter une bombe nucléaire. L'Inde dispose de 97 appareils, basés essentiellement dans le nord du pays.
- Avions Mig 27 "Flogger M", originellement achetés aux Russes, puis produits en Inde. Rayon d'action 390 km. Capables de porter une bombe nucléaire. L'Inde dispose de 148 appareils.
- Armes nucléaires : on estime que l'Inde en possède environ 60, assemblées ou non. Elles ne sont pas opérationnelles de manière instantanée.

### Le Pakistan dispose de :

- Missile Hatf 1, d'une portée de 80 km, au nombre de 18, capables de porter une ogive nucléaire.
- Missile Hatf 2, d'une portée de 300 km, en nombre inconnu (fabrication en cours).
- Missile M 11, de fabrication chinoise, d'une portée de 300 km, au nombre de 40, capables de porter une ogive nucléaire.
- Avions F16 "Falcon", vendus par les USA, portée 630 km, au nombre de 34, et capables de porter une bombe nucléaire.
- Armes nucléaires : 15 à 25, à divers stades de développement.

### **C. Modélisation d'un conflit**

Les deux pays sont de dimensions très inégales : l'Inde a près d'un milliard d'habitants, sur 3 268 000 km<sup>2</sup>, le Pakistan environ 100 millions d'habitants, sur 803 940 km<sup>2</sup>. L'effort militaire (particulièrement nucléaire) est beaucoup plus important, sur fonds propres, en Inde qu'au Pakistan. En revanche, le Pakistan a bénéficié de l'aide de la Chine et des USA.

Il apparaît évident que le Pakistan ne peut pas être l'initiateur d'un conflit nucléaire avec l'Inde, tout simplement parce que :

- ses propres ressources en ce domaine sont très inférieures à celles de l'Inde,
- le rayon d'action de ses vecteurs est insuffisant pour causer à l'Inde des dommages interdisant la riposte.

Bien sûr, en outre, il n'est pas certain que les armes nucléaires pakistanaises soient opérationnelles à l'heure actuelle. Mais elles peuvent le devenir : nous ne considérerons donc pas cet argument ici.

Nous nous limiterons donc à l'étude d'un conflit potentiel où l'Inde serait l'agresseur.

Admettons une soixantaine d'armes nucléaires dans l'arsenal indien (une centaine, selon certaines sources). L'Inde a suffisamment de vecteurs (missiles, avions) pour les transporter, et le Pakistan est très proche. L'Inde peut donc atteindre n'importe quel point du territoire Pakistanais.

Admettons un rayon de destruction de 20 km par bombe (concernant aussi bien les populations que l'irradiation des terres et du matériel) ; cela donne une surface d'environ 1 200 km<sup>2</sup>. S'il y a 60 bombes, on obtient 72 000 km<sup>2</sup> qui peuvent être dévastés, soit environ le dixième de la superficie du pays. Mais, bien entendu, les bombes ne seront pas lancées au hasard : elles tomberont sur les villes importantes et les sites industriels. Il est raisonnable d'estimer à 90 % (voire davantage) la chute de PIB pour le Pakistan, causée par l'utilisation de 60 armes nucléaires.

Nous chiffrerons donc :

$$PD_{1,2} = 0,9$$

(On pourrait préciser ceci par une meilleure connaissance des sites industriels du Pakistan).

Passons maintenant à l'étude du bénéfice  $B_{1,2}$  que l'Inde tirerait d'un conflit potentiel avec le Pakistan.

A priori, on serait tenté de le chiffrer à une valeur très élevée, car il y a déjà eu de nombreux conflits (classiques) entre les deux pays, et selon toute probabilité, il y aura encore des tensions.

Pourtant, nous nous montrerons plus circonspects. En effet :

- Il s'agit essentiellement de conflits territoriaux. Or l'usage de l'arme atomique est impropre aux conflits territoriaux, tout simplement parce que le territoire bombardé ne peut plus être utilisé par personne. On peut objecter, bien sûr, que l'Inde pourrait bombarder une partie du Pakistan pour s'emparer d'une autre, mais cet argument ne tient pas : les retombées radioactives peuvent se répandre sur des territoires beaucoup plus vastes.

- Il s'agit essentiellement de territoires (Cachemire, Penjab) que l'Inde possède déjà, et souhaite conserver. On ne voit donc pas pourquoi l'Inde prendrait l'initiative d'un conflit nucléaire, simplement pour défendre des territoires qu'elle a tous moyens de défendre autrement.

Il y a toujours, bien sûr, le risque qu'un conflit classique dégénère, mais, même en ce cas, les arguments ci-dessus restent valables : le Pakistan n'en a pas les moyens, et l'Inde n'a pas de raison de le faire.

Nous chiffrerons donc :

$$B_{1,2} = 0,4$$

Passons maintenant à la dissuasion. Les représailles que le Pakistan pourrait exercer sur l'Inde, en cas d'attaque nucléaire de celle-ci, apparaissent extrêmement faibles. Les avions pakistanais seraient probablement détruits, en tout cas les aéroports le seraient. Le Pakistan ne dispose ni de porte-avions ni de sous-marins. Reste une certaine proportion des missiles, de très courte portée (80 km), et une dizaine d'armes nucléaires. Disons au maximum  $d_{1,2} = 0,1$ .

Nous obtenons ainsi :

$$\text{Capacité de Nuisance } CN_{1,2} = 0,9 \times 0,4 = 0,36.$$

$$\text{Risque de conflit isolé : } CN_{1,2} - d_{1,2} = 0,36 - 0,1 = 0,26.$$

Voyons maintenant l'intervention des états tiers.

- L'Inde n'a aucun allié,



- le Pakistan a eu des alliés : Chine, USA, mais les attitudes ont varié selon les époques.
- Il est raisonnable de considérer que la Chine, qui a elle-même un conflit potentiel avec l'Inde, se comporterait en allié objectif du Pakistan, en cas d'agression par l'Inde.

La Chine verrait en effet un tel conflit (déclenché par l'Inde, rappelons-le) comme une démonstration des visées expansionnistes de l'Inde. Elle prêterait donc main-forte au Pakistan. Il est raisonnable de penser que la dissuasion serait doublée : 0,2 au lieu de 0,1.

- Les USA ont été alliés objectifs du Pakistan, mais ont refusé de lui vendre de nouveaux avions F16. Les relations USA-Inde ne sont pas bonnes. On peut considérer que les USA seraient hostiles à un tel conflit, mais seulement de manière limitée : il ne les concerne pas réellement. Chiffrons donc le bénéfice corrigé  $b_3$  à -0,1.

On trouve finalement un risque de conflit :

$$RC = 0,9 \times (0,4 - 0,1) - 0,2 = 0,27 - 0,2 = 0,07,$$

ce qui est très faible.

Le résultat que nous présentons ici se démarque assez sensiblement de l'opinion généralement professée par les experts, selon laquelle le risque de conflit nucléaire Inde-Pakistan serait élevé. La méthode de raisonnement que nous avons introduite ici permet précisément de séparer l'influence des divers paramètres, sans se contenter d'une impression globale. Même si les chiffres attribués à chacun d'eux sont très discutables, leurs poids respectifs permet une approche méthodologique sur les bases nouvelles.