



CENTRE CONJOINT DE RECHERCHE SUR  
LES TRANSPORTS

*Document de référence n° 2008-22  
Novembre 2008*

*Analyse de l'impact  
économique des actes de  
terrorisme:  
Avancées et conclusions  
méthodologiques récentes*

Peter GORDON, James E. MOORE  
et Harry W. RICHARDSON

Center for Risk and Economic Analysis for Terrorist  
Events (CREATE)

University of Southern California, Los Angeles, USA





ORGANISATION  
FOR ECONOMIC  
CO-OPERATION AND  
DEVELOPMENT



JOINT TRANSPORT RESEARCH CENTRE

**Papier de référence N° 2008-22**

Préparé pour la Table Ronde OCDE/FIT des 11-12 Décembre 2008 sur :  
**La sécurité, la perception du risque et l'analyse coûts-bénéfices**

**Analyse de l'impact économique des actes de terrorisme :  
Avancées et conclusions méthodologiques récentes**

**Peter GORDON,  
James E. MOORE II  
et Harry W. RICHARDSON\***

Center for Risk and Economic Analysis of Terrorist Events (CREATE)  
University of Southern California  
Los Angeles, California  
Etats-Unis

**November 2008**

\*Les auteurs tiennent à exprimer leur reconnaissance à JiYoung Park et Qisheng Pan pour leur aide remarquable.

*Les points de vue exposés dans ce rapport sont ceux de son auteur et ne représentent pas nécessairement ceux de l'University of Southern California ou du Forum International des Transports.*

## RÉSUMÉ

La sécurité nationale relève de la responsabilité fondamentale des États, mais elle est aussi de caractère intangible. Que peut apporter une analyse économique à cet égard? Dans ce domaine, l'analyse coûts-avantages a rarement été utilisée parce que les avantages sont ambigus et assimilables à des biens publics. Notre groupe, au Center for Risk and Economic Analysis of Terrorism (CREATE) de l'Université de Californie du Sud, s'est attaché à approfondir et appliquer l'analyse d'impact économique pour décrire les pertes prévisibles dans diverses hypothèses d'attentats terroristes. L'innovation, dans nos travaux, tient à la dimension territoriale que nous avons ajoutée à des modèles intersectoriels opérationnels.

Dans un souci de plausibilité, les scénarios d'attentats terroristes doivent comporter des précisions géographiques. En premier lieu, aucun type de port maritime, d'aéroport ou de cible équivalente d'importance nationale ne couvre tous les cas de figure. Deuxièmement, la plupart des décideurs politiques sont des représentants de la population d'une zone géographique et ont à cœur de défendre les intérêts de leurs électeurs. Troisièmement, l'agrégation d'unités territoriales risque de neutraliser les résultats lorsque des secteurs ou régions y perdent alors que d'autres y gagnent, surtout si des localités extérieures à la zone touchée reprennent des fonctions qui ne peuvent plus être remplies ailleurs. Quatrièmement, en tenant compte de l'économie spatiale, on peut analyser les interactions entre des lieux tributaires des infrastructures disponibles.

Ce rapport décrit nos méthodes de modélisation (un modèle de région métropolitaine et deux modèles nationaux) ainsi que plusieurs résultats que nous avons obtenus. Nos modèles ne sont pas des analyses coûts-avantages formelles, mais elles montrent que ces événements ont des coûts considérables liés à l'interruption de l'activité économique, c'est pourquoi elles permettent de justifier les dépenses consacrées aux mesures de protection et d'atténuation. Nous examinerons également en quoi des modèles tels les nôtres pourraient servir de base à une forme ou une autre d'analyse coûts-avantages.

## 1. INTRODUCTION

Les États-Unis n'ont pas pâti durablement des pertes économiques dues aux attentats du 11 septembre 2001. Selon les estimations, les pertes de PIB se situent entre 22 et 34 milliards USD et les pertes structurelles entre 27 et 95 milliards USD.<sup>1</sup> Il convient toutefois de nuancer l'estimation de la première fourchette, parce que le pays se trouvait déjà en récession modérée en 2001, de sorte qu'il est difficile de distinguer précisément les pertes de PIB imputables au terrorisme. Cette année-là, le PIB des États-Unis était supérieur à 10 000 milliards USD, ce qui laisse à penser que les pertes estimées ont été plus faibles qu'on aurait pu le craindre.

Des répercussions importantes se sont fait sentir ultérieurement sur les dépenses publiques, lorsqu'il a fallu financer les guerres menées en Afghanistan et en Irak, ainsi que les augmentations des crédits budgétaires affectés à des mesures de sécurité intérieure. De plus, il s'est écoulé assez de temps depuis 2001 pour que les craintes d'un bouleversement à long terme de la productivité et/ou de la production s'atténuent. Le ralentissement de l'économie observé en 2007-2008 s'explique par les contractions des marchés du crédit, la crise hypothécaire et les hausses des prix des matières premières, qui n'ont probablement aucun rapport avec les événements de 2001.

Cela étant, pour gérer correctement les risques et se préparer à l'éventualité d'incidents majeurs, il faut s'efforcer de mieux appréhender la nature des attentats susceptibles de se produire. Après tout, durant presque toute la Guerre froide, les spécialistes de la planification et les décideurs publics ont élaboré des scénarios pour procéder à des simulations des pertes qu'entraîneraient d'hypothétiques frappes nucléaires.

Les menaces que fait peser le terrorisme transnational sont différentes. Premièrement, le nombre annuel moyen de victimes d'attentats terroristes est relativement faible (Sandler *et al*, 2008). Par conséquent, l'analyse coûts-avantages classique n'est probablement pas adaptée à l'étude de ces événements. Pour autant que l'on puisse empêcher que quiconque périsse ou soit blessé, les avantages (exprimés en valeur monétaire des décès évités, calculée à l'aide des mesures statistiques classiques de la valeur d'une vie humaine) seraient minimales par rapport à ce qu'il en coûterait d'y parvenir. Deuxièmement, les cibles que les terroristes envisagent d'attaquer dans le monde sont innombrables. Les protéger toutes est impossible.

Ces observations précisent le défi que doit relever la recherche. Face aux deux réalités que nous venons d'évoquer, il importe que les décideurs responsables de la défense du territoire et de la sécurité nationale découvrent quelles cibles revêtent l'importance la plus décisive, et renforcent dans toute la mesure du possible leur protection. Mais comment identifier ces cibles cruciales ?

---

<sup>1</sup> Les sources sont récapitulées au tableau A1 de l'annexe.

A cet effet, deux pistes de recherche sont à explorer. D'abord, définir des scénarios d'attentats plausibles. Compte tenu des moyens dont disposent les terroristes, quels actes pourraient-ils vraisemblablement exécuter ? Ensuite, estimer les pertes économiques qui en résulteraient. Si notre propos est de calculer cette estimation, nous nous appuyons cependant sur les travaux de collègues spécialisés pour forger des scénarios possibles.

Dans notre étude sur un éventuel attentat à la bombe "sale" (c'est-à-dire radiologique) dans les deux ports de Los Angeles et Long Beach, nous avons fait fond sur les travaux de Rossoff et von Winterfeldt (2007), qui ont examiné 36 scénarios d'attentats possibles, pour finir par en dégager les deux les plus plausibles. Nous avons utilisé les données de leurs scénarios pour appliquer le Southern California Planning Model (SCPM, dont la version 2 est abordée dans la suite de notre rapport), et le National Interstate Economic Model (NIEMO) pour estimer les pertes plausibles résultant d'une interruption de l'activité économique, par secteur et par localité dans la région métropolitaine du Grand Los Angeles et au-delà. Cette réflexion, approfondie à la section 3, met en relief un exemple parmi plusieurs autres, que nous présentons pour démontrer combien il est essentiel de disposer de données géographiquement détaillées.

Nous analysons diverses exécutions de nos deux modèles, en commençant par les appliquer l'un et l'autre au même attentat supposé, puis nous adoptons un troisième modèle, le TransNIEMO, dont la mise au point est en cours et qui intègre des éléments des deux autres. Celui-ci ajoute au NIEMO la modélisation des routes interrégionales, ce qui nous permet de repérer les effets économiques de diverses perturbations hypothétiques des expéditions de marchandises en n'importe quel point du réseau routier national, lequel comporte des milliers de grands ponts. Pour que l'analyse coûts-avantages de la protection des grands ponts ou tunnels soit crédible, un modèle qui articule l'économie avec le réseau routier est indispensable.

## 2. MODÈLES OPÉRATIONNELS<sup>2</sup>

### a. **Le Southern California Planning Model (SCPM)**

Les modèles intersectoriels, basés sur les flux des transactions entre fournisseurs intermédiaires et producteurs finals, sont largement utilisés pour mesurer les incidences économiques régionales. Ils retracent tous les effets économiques, notamment ceux des expéditions intrarégionales et interrégionales, généralement à un niveau de désagrégation sectorielle poussée. Ces modèles obéissent le plus souvent à des variations de la demande, mais il existe certaines applications dans lesquelles l'offre est déterminante.

Dans les deux modèles étudiés dans notre rapport, la composante intersectorielle est tirée du modèle bien connu IMPLAN du Minnesota Planning Group (MIG), à forte désagrégation sectorielle (plus de 500 secteurs). Pour que ces données soient compatibles avec celles émanant d'autres sources, nous les avons regroupées

---

<sup>2</sup> Certaines parties des deux sections qui suivent sont inspirées de Richardson, *et al.* (2008).

en 47 secteurs, que nous appelons secteurs USC. La deuxième composante fondamentale du modèle SCPM est spatiale : elle distribue les impacts sectoriels entre plus de 3 000 zones géographiques de faible superficie (les zones de trafic analysées, ou TAZ, pour Traffic Analysis Zones) dans toute la Californie du Sud (région dénommée le Grand Los Angeles, qui s'étend sur cinq comtés). *La principale possibilité offerte par ce modèle est d'attribuer à ces TAZ les effets indirects et induits générés par le modèle intersectoriel.* Les effets directs sont toujours les variations de la demande finale sur le lieu de l'attentat (en l'occurrence, dans les ports) ; les effets indirects suivent le sillage des relations interindustrielles avec d'autres secteurs, en aval ou en amont (à l'échelon local, régional, national et international) ; et les effets induits permettent de chiffrer les incidences secondaires sur la consommation associées à la réduction des dépenses des travailleurs dans les secteurs directement et indirectement touchés. Pour estimer les effets induits, nous utilisons une matrice des déplacements domicile-travail qui révèle tous les flux de migrations alternantes entre les zones résidentielles et les lieux de travail, pour retrouver les salaires rapportés au foyer, puis nous utilisons une matrice des déplacements domicile-services pour suivre les achats que les ménages effectuent auprès d'établissements de vente au détail et de prestation de services aux particuliers. Cette démarche adopte la logique proposée pour la première fois par Ira Lowry (1964) et affinée par Garin (1966). La matrice des déplacements domicile-services recouvre tous les trajets associés aux transactions effectuées par le ménage autres que la vente de travail à un employeur. Il s'agit donc des déplacements réalisés pour se rendre dans des commerces et faire d'autres transactions visant des services, à l'exclusion toutefois des déplacements n'ayant pas pour but d'effectuer des transactions, mais par exemple des visites à des amis ou à des membres de la famille.

Le SCPM traite les flux de trafic comme étant endogènes, et les TAZ représentent des nœuds de trafic. Cette caractéristique du modèle est importante, parce que de nombreux types d'actes terroristes sont susceptibles de provoquer des variations de l'approvisionnement, notamment des pertes de capacité d'infrastructure qui réduisent les services au niveau du réseau et allongent les temps de transport.

Les flux de trafic étant endogènes, toute modification de l'activité économique qui agit sur le comportement des individus en matière de déplacements ou sur les mouvements de marchandises influe sur la façon d'utiliser le réseau de transport ; ces répercussions provoquent elles-mêmes un changement d'équilibre du réseau. De ce fait, le modèle offre l'importante possibilité d'estimer les pertes découlant d'attentats simultanés perpétrés contre les capacités de transport, d'infrastructure et de production.

En considérant le réseau de transport et ses capacités, le modèle rend explicitement endogènes le comportement des ménages en matière de déplacements et les flux intrarégionaux de transport de marchandises, qui sans cela seraient exogènes, d'où l'homogénéité des coûts et des besoins de transport par origine-destination dans tous les points du réseau. Le modèle fait ressortir explicitement la courbe de fréquentation en fonction de la distance (c'est-à-dire la baisse du nombre de déplacements avec l'augmentation de la distance) et les fonctions de congestion (le développement des encombrements et l'augmentation des coûts des retards au fur et à mesure que certains itinéraires attirent davantage de trafic lorsque de graves perturbations se produisent dans d'autres tronçons du réseau).

Cette possibilité nous permet de déterminer la localisation géographique des pertes économiques indirectes et induites ; pour l'essentiel, nous faisons en sorte que le choix de

l'itinéraire et de la destination deviennent endogènes. Nous pouvons également, grâce au modèle, imputer plus précisément aux différentes TAZ les pertes économiques indirectes et induites faisant suite aux réductions directes de l'activité portuaire qui se répercutent sur les échanges, l'emploi et l'accessibilité des transports. Le lecteur trouvera dans Cho *et al.* (2001) le résumé technique d'une version antérieure de ce modèle.

Un diagramme fonctionnel du modèle est présenté à la figure 1.

#### **b. Le National Interstate Economic Model (NIEMO)**

Le choix des méthodes à employer pour atteindre l'objectif recherché, à savoir créer des modèles opérationnels avec des données sectorielles et géographiques détaillées, a nécessité des arbitrages difficiles. Le recours à des modèles économiques linéaires se justifie pour plusieurs raisons, notamment la richesse des résultats détaillés obtenus à un coût relativement faible. Le NIEMO, par exemple, comporte environ six millions de multiplicateurs. L'idée maîtresse de notre recherche est qu'il est possible, au prix de quelque effort, d'intégrer les données issues de l'exécution du modèle IMPLAN des relations intersectorielles au niveau des États de MIG Inc. avec les données sur les flux de marchandises (expéditions inter-États) de l'enquête sur ces flux du ministère des Transports (et de certaines autres sources), et ce pour tous les États. Le lecteur trouvera des précisions sur la construction du NIEMO dans Park *et al.* (2007). Pour l'essentiel, il s'agit d'une version opérationnelle du modèle des relations intersectorielles multirégionales de Chenery-Moses concernant 50 États des États-Unis (outre le district de Columbia) et les 47 secteurs USC. Le diagramme fonctionnel de ce modèle est présenté à la figure 2.

Comme il existe des modèles intersectoriels obéissant aux variations de la demande ou à celles de l'offre, nous avons mis au point des versions du NIEMO offrant les mêmes possibilités. Dans chaque cas, l'approche selon laquelle l'offre est déterminante se prête le mieux à la modélisation de perturbations de courte durée. L'interruption des achats effectués par les entreprises a des effets multiplicateurs à court terme, et celle des ventes peut également en produire. La suspension des services portuaires risque d'occasionner ces deux types de problèmes. Lorsque l'interruption concerne les possibilités d'exportation, il est indiqué d'appliquer le modèle du côté de la demande. En cas de cessation des importations, le choix est moins évident parce que certaines sont destinées à des consommateurs finals et d'autres à des consommateurs intermédiaires.

### **3. APPLICATION DE DEUX MODÈLES OPÉRATIONNELS DES EFFETS ÉCONOMIQUES À LA SIMULATION D'ATTENTATS HYPOTHÉTIQUES**

#### **a. Les ports de Los Angeles/Long Beach**

Il y a deux ports adjacents en Californie du Sud. Bien qu'ils soient gérés par des administrations distinctes, nous les traitons ici comme s'il s'agissait d'un seul port. Nul ne conteste l'importance du rôle des ports de Los Angeles/Long Beach pour l'économie locale et nationale. Situés dans une région métropolitaine qui compte plus de 16.4 millions



d'habitants et dont la population active atteint presque 7.5 millions, un trafic maritime de 111 millions de tonnes y transite, et ils occupent le cinquième rang mondial parmi les complexes portuaires, après Hong Kong, Singapour, Shanghai et Shenzhen. Les deux ports de Los Angeles emploient directement ou indirectement 600 000 travailleurs, soit plus de 7 % de la main-d'œuvre de la région. S'agissant du trafic conteneurisé, ils se classent à la première et à la deuxième place au niveau national. L'ensemble des flux d'importation et d'exportation représente 300 milliards USD (données de 2004), ce qui équivaut à quelque 30 % du produit régional brut du Grand Los Angeles. À l'image des tendances observées dans l'économie nationale, les importations dépassent largement les exportations. Les lieux de destination et d'origine de la moitié environ des importations et des deux tiers des exportations se trouvent hors de la région. Ce complexe remplit la fonction de port d'intérêt national : toute réduction de ses capacités de transbordement aurait de lourdes conséquences à l'échelon local et national.

Ces conséquences seraient en effet de portée beaucoup plus grande que si, simplement, les consommateurs étaient privés de produits importés pendant un court laps de temps ou les producteurs obligés de différer leurs ventes à l'exportation. Il y aurait en outre rupture des chaînes d'approvisionnement en matières premières et biens intermédiaires importés, d'où une réduction de la capacité de production des entreprises de la région et d'ailleurs.

Dans la première application analysée, nous partons de l'hypothèse d'une suspension des flux des importations et des exportations qui transitent par les installations portuaires aussi longtemps que les ports sont hors service. Nous n'avons pas encore modélisé le déroutement des navires vers d'autres ports, mais prévoyons de le faire dans de futures recherches, et nous commencerons probablement par effectuer une enquête auprès des armateurs.

Nous avons appliqué le SCPM à l'étude d'attentats radiologiques perpétrés simultanément dans les deux ports de Los Angeles et de Long Beach. Les bombes pourraient être introduites dans le pays dans des conteneurs ou posées très près du périmètre du port après avoir été fabriquées sur le territoire des États-Unis, en supposant que les terroristes aient pu s'y procurer des matières radioactives adaptées. L'ampleur de la perturbation dépendrait de la taille des bombes. À l'instar de Rossoff et von Winterfeldt (2007), nous avons tablé sur l'explosion, plus ou moins synchronisée dans les deux ports, de deux petits engins à dispersion de radioactivité contenant moins de deux kg d'explosif brisant chacun. L'attentat obligerait à fermer les deux ports, plutôt pour des raisons sanitaires que de sécurité. Quant à leur réouverture, dont le choix du moment serait une décision plus stratégique que technique, elle aurait des conséquences insignifiantes si les ports n'étaient pas desservis par les transports.

Nos estimations tablent sur des durées de fermeture des ports de Los Angeles et de Long Beach comprises entre 15 et 120 jours (dans ce dernier cas, les attentats radiologiques seraient couplés à l'explosion de bombes conventionnelles dans trois des principaux ponts/sauts-de-mouton d'accès). La deuxième section du tableau 1 présente l'étendue des pertes possibles pour différents scénarios en cas de formation d'un panache radioactif, et la troisième résume les effets du scénario le plus pessimiste découlant de la fermeture des ports et de la formation du panache. Il pourrait en coûter à l'économie américaine presque 49 milliards USD – ou plus de 322 500 personnes-ans en termes d'emploi. Rappelons que le SCPM donne en fait des résultats beaucoup plus précis, au

niveau des secteurs de dépouillement des recensements ou des zones de trafic analysées, si besoin est.

## **b. Effets du panache radioactif en cas d'attentat dans les ports**

Le SCPM permet également de mesurer, à l'aune de la désorganisation de la vie des particuliers, des pertes des entreprises et de la dépréciation du foncier, les effets économiques de la formation d'un panache. Cette partie de la simulation est examinée à part car elle met en lumière la complexité (et les avantages) d'une estimation simultanée des répercussions sur le trafic et des effets économiques. Les chiffres indiqués sont quelque peu spéculatifs, mais notre meilleure estimation fait état d'un manque à produire de 4 milliards USD et de pertes d'emplois avoisinant 42 600 personnes-ans. Les dommages causés par le souffle de l'explosion seraient limités, les tués et les blessés graves se trouveraient dans un rayon de peut-être 50 mètres, et les infrastructures physiques seraient modérément endommagées, sauf sur le lieu même de l'explosion. La zone périphérique à évacuer regrouperait toutes celles affichant une exposition supérieure à 1 REM. Nous prenons pour hypothèse que le panache radioactif a la forme d'une ellipse étroite allongée, de 4 kilomètres de long et plus de 200 mètres de large, avec une zone plus contaminée à l'intérieur d'un rayon de 100 mètres environ (soit une superficie de 0.03 km<sup>2</sup>) ; des formules type permettent de convertir en surface et forme du panache les rejets de radioactivité exprimés en curies, en fonction de la direction du vent et d'autres conditions météorologiques. Dans les ports étudiés, le vent vient généralement du sud-ouest, aussi le panache radioactif ne devrait-il toucher que les ports eux-mêmes, et ne pas atteindre l'aéroport international de Los Angeles ou d'autres points stratégiques. La phase critique initiale de l'exposition dure environ quatre jours (lignes directrices de l'EPA) ; l'étalement dans le temps et la chronologie des phases intermédiaire et ultérieures sont variables et relèvent d'appréciations subjectives : ces phases pourraient s'étendre sur des semaines, voire des années. Nous postulons une évacuation d'une semaine de la zone périphérique, hypothèse peut-être prudente parce que certaines entreprises et certains ménages peuvent tarder à se réinstaller après que l'autorisation en est donnée. Des critères sanitaires peuvent imposer une évacuation immédiate, mais la décision d'autoriser le retour de la population sera davantage dictée par des considérations politiques que par des motifs scientifiques, compte tenu des effets sur la santé à long terme.

Les conséquences de l'impact économique d'un attentat radiologique qui se prêtent le plus à des conjectures sont liées au panache radioactif. Elles dépendent de multiples variables : la taille de la bombe, la quantité de radioactivité émise, la direction du vent et les conditions météorologiques du moment, ainsi que les densités de population et d'implantation des entreprises du côté sous le vent de la source. En outre, la réaction des pouvoirs publics - par exemple leur décision ou non d'imposer une évacuation et, s'ils en donnent l'ordre, le moment où ils autorisent le retour de la population, ou encore la décision d'agir de façon plus mesurée, quoique moins prudente - conditionne beaucoup de choses. Étant donné ces incertitudes, nous faisons état dans ce rapport de nos meilleures estimations des incidences économiques *maximales* du panache, pour les mettre en regard des effets économiques de l'interruption du trafic portuaire. Nous entendons par *maximales* les incidences résultant d'un ensemble rationnel d'hypothèses.

Les effets intersectoriels nets sont très faibles parce que la consommation (courses et services) se déplace hors de la zone du panache. Plus précisément, nous postulons que, dans la première année qui suit l'attentat, la valeur des propriétés résidentielles chute de 25 %, l'activité des commerces de détail de 25 % également, et les activités des autres entreprises de 10 %, entreprises qui d'ailleurs quittent la région. Une autre hypothèse concerne l'éventualité que les entreprises se réinstallent ailleurs dans la région, auquel cas les incidences seraient essentiellement redistributives sur le plan géographique, et les effets nets en seraient minimes.

En ce qui concerne le comportement en matière de déplacements, nous posons pour hypothèse qu'il serait autorisé de circuler en voiture dans la zone du panache en conseillant de le faire vitres fermées, d'utiliser la climatisation et de laver régulièrement les voitures, plutôt que d'interdire complètement la circulation sur les axes routiers d'accès et de sortie, en particulier sur les autoroutes, mesure qui serait beaucoup plus radicale. Ce ne serait toutefois pas sans conséquences au niveau du réseau dès lors que la longueur moyenne des déplacements des particuliers augmenterait parce que les résidents de la zone du panache seraient contraints de faire leurs courses et de recourir à des services hors de leur quartier. En dépit du moindre nombre total de déplacements, l'allongement des trajets et la congestion accrue se solderaient par une hausse sensible des coûts à l'échelle du réseau. Selon nos calculs, le surcoût est estimé à 1.63 milliard USD, sur la base d'un coût attribué aux déplacements de personnes de 13 USD par heure et d'un coût du trajet de transport de marchandises de 35 USD par evp (équivalent voiture particulière, signifiant par convention qu'un camion est l'équivalent de 2.25 voitures).

D'après le recensement de la population des États-Unis de 2000, 401 147 personnes résidaient alors dans les 30 TAZ de la zone touchée. La population évacuée serait de 377 442 habitants. Le tableau 1 (deuxième section) récapitule les conséquences intersectorielles de la réduction de l'activité économique et de la valeur du foncier dans la zone périphérique du panache. Le manque total à produire dépasserait 4.1 milliard USD, montant dont une faible part seulement, environ 167 millions USD, est liée à la dépréciation du foncier. Les deux tiers des pertes seraient enregistrées à l'intérieur du comté de Los Angeles, et presque un quart hors de la région. Du point de vue de l'emploi, les pertes totales d'emplois se chiffreraient à 44 555 personnes-ans.

### **c. Effets du panache radioactif en cas d'attentat dans le centre d'affaires de Los Angeles**

Pour mieux éclairer notre démarche et à des fins de comparaison, nous avons également entrepris l'étude d'une autre attentat à la bombe radiologique, perpétré cette fois contre un important immeuble de bureaux du centre de Los Angeles : ce type d'attentat en centre-ville pourrait entraîner un coût de 6 milliards USD. Si un acte similaire était organisé dans une métropole à vocation plus marquée de grand pôle tertiaire (comme New York, Chicago ou San Francisco), son impact économique serait beaucoup plus grand. A Los Angeles, un attentat en centre-ville serait beaucoup moins préjudiciable que dans les ports parce que les perturbations économiques découlant de la fermeture du plus grand complexe portuaire d'Amérique (en termes d'activité chiffrée en USD) seraient largement plus graves qu'une cessation d'activité du secteur de bureaux et d'affaires de Los Angeles, dont l'importance est limitée.

Les ports et le centre-ville en tant que cibles d'attentats se différencient beaucoup du point de vue de la réaction des pouvoirs publics dans chaque cas. Dans les ports, les pressions économiques pour que leur réouverture intervienne rapidement seraient plus puissantes, et il serait envisageable de remettre les travailleurs portuaires au travail de manutention des cargaisons et/ou d'y affecter des militaires (avec des vêtements et du matériel de protection, si nécessaire). Dans le cas du centre-ville, où il y a des espaces publics et une plus forte proportion du grand public concernée, il faudrait faire preuve d'une bien plus grande prudence et ne pas autoriser trop rapidement la reprise de l'activité, surtout à l'intérieur de la zone du panache.

#### **d. Simulation à l'aide du NIEMO d'un attentat dans les ports de Los Angeles/Long Beach**

Nous n'avons pas appliqué le NIEMO à un attentat identique à celui que nous venons de décrire pour les ports de Los Angeles/Long Beach. Le tableau 2 présente les résultats de la simulation d'un scénario légèrement différent. Nous tenons à préciser que l'on peut obtenir des informations pertinentes sur les incidences État par État en même temps que les résultats de l'exécution du SCPM concernant la périphérie de la métropole. Il est possible d'utiliser le NIEMO dans des études de cette nature grâce aux données détaillées de WISERTrade sur le trafic par eau (par secteur et par mois) de tous les grands ports maritimes.

La réduction des possibilités d'exportation se prête à l'analyse en termes de multiplicateur de demande. Les possibilités d'exportation suspendues via les ports maritimes sont alors représentées par les variations de la demande finale traitées par le NIEMO. Optant pour la prudence, nous avons évité d'utiliser également un multiplicateur d'offre pour la diminution des importations. Par conséquent, nous n'avons pris en compte que les effets directs de la réduction des importations. Nous constatons, en combinant ces paramètres, que le coût total des dommages causés par la fermeture d'un mois des trois plus grands ports maritimes des États-Unis est d'une ampleur plus ou moins comparable au coût de la fermeture des ports de Los Angeles/Long Beach. Les données obtenues avec le NIEMO sur les effets produits dans les autres États révèlent, dans chaque cas, que leur intensité est en rapport relativement direct avec la taille de l'État concerné et la distance qui le sépare du port touché.

#### **e. Autres applications du modèle**

Le tableau 3 présente schématiquement quelques autres applications du NIEMO. Nous y recensons les résultats de notre étude sur d'hypothétiques attentats terroristes dans d'autres grands ports maritimes ou dans des parcs à thème situés aux États-Unis.

Dans l'étude sur les ports maritimes (Park, *et al.*, 2007), nous avons procédé comme pour l'application du NIEMO aux ports de Los Angeles/Long Beach décrite dans la section qui précède : nous avons également appliqué les effets multiplicateurs aux possibilités d'exportation suspendues, et n'avons pris en considération que les effets directs de la diminution des possibilités d'importation. Là encore, les incidences au niveau des États étaient plus ou moins à la mesure de la taille de l'État concerné et de la distance entre cet État et le lieu de l'attentat. Les représentants au Congrès, d'où qu'ils soient, peuvent

mettre à profit ces résultats pour estimer dans quelle mesure un port éloigné contribue à l'activité de leur économie locale – et évaluer ainsi le consentement à payer de leurs électeurs pour en financer la protection ou la reconstruction.

Le NIEMO est utile également pour jauger l'intérêt de cibles très diverses. Les parcs à thème, qui attirent une clientèle nationale et internationale, peuvent aussi retenir l'attention des terroristes dès lors que la terreur est une arme psychologique tout autant qu'économique. Aux fins de cette application, nous avons identifié 13 grands parcs (y compris deux groupes de parcs) pouvant constituer des cibles tentantes compte tenu de leur taille et de leur notoriété. Nous avons rassemblé des informations sur le nombre annuel de visiteurs, la longueur moyenne de leur séjour ainsi que sur la nature et l'importance de leurs dépenses à chaque visite. Nous avons analysé la situation en cas de fermeture d'un parc pendant un mois, suivie d'un niveau d'activité de 30 % durant les six mois suivants, puis d'une lente reprise aboutissant à la pleine activité le dix-huitième mois après l'attentat. Cette répartition dans le temps de la baisse du nombre de visiteurs a permis de définir les effets directs utilisés dans la simulation avec le NIEMO.

En étudiant divers scénarios, nous avons cherché à déterminer si les répercussions se faisaient uniquement sentir sur le parc attaqué, ou si des retombées psychologiques avaient une influence sur le nombre de visiteurs d'autres grands parcs. De plus, pour chaque scénario, nous avons cherché à savoir si des visites des grands parcs nationaux, par exemple, se substituaient à celles du parc visé. Les pertes totales étaient sensibles à ces hypothèses. Les résultats obtenus sont présentés au tableau 3.

#### 4. LE TRANSNIEMO

Les travaux en cours s'attachent notamment à ajouter au NIEMO une représentation du réseau routier national. Nous appelons ce modèle le TransNIEMO. L'endogénéisation des flux de trafic inter-États est certes importante, mais il est tout aussi essentiel de tenir compte du mode par lequel ces flux sont transportés. La réflexion sur les objectifs potentiels des terroristes font clairement ressortir qu'il existe sur ces voies de communication des cibles importantes, d'autant plus à une époque où les établissements humains sont dispersés, le transport conteneurisé s'est développé et les plateformes logistiques de groupage/dégroupage se sont multipliées.

L'application du TransNIEMO comprend trois grandes étapes :

- i. utiliser le NIEMO pour estimer les flux de trafic inter-états de référence et affecter la fraction qui emprunte le réseau routier aux itinéraires les plus courts ;
- ii. estimer la majoration des coûts imputable aux changements d'itinéraire sur le réseau routier modélisé provoquée par des solutions de continuité spécifiques entre tronçons ; et

- iii. effectuer l'analyse des effets économiques État par État en exécutant une nouvelle fois le modèle NIEMO afin de cerner les effets de la baisse de consommation des ménages découlant du renchérissement des produits expédiés par les itinéraires de second choix.

L'idée à la base du TransNIEMO est d'estimer la majoration des coûts au niveau du réseau routier dans un scénario d'attentat plausible, par exemple la destruction d'un pont. La figure 3 présente le diagramme du modèle. La première étape importante est l'affectation des flux de trafic marchandises au réseau routier, par lequel sont acheminés environ 73 % du total du fret. Le National Highway Planning Network (NHPN) s'étend sur quelque 452 000 miles de routes, dont 245 500 miles sont pris en compte dans le Freight Analysis Framework (FAF) (cadre d'analyse du transport de marchandises). Ce dernier chiffre se décompose en 46 380 miles de routes inter-états, 162 000 miles de routes du réseau national (National Highway System - NHS), 35 000 miles d'autres routes nationales et 2 125 miles de voirie urbaine et de petites artères rurales ; les ponts et tunnels sont nombreux sur ces axes. Nous ne saurions cependant laisser de côté les réseaux de transport ferroviaire, aérien et fluvial, et nous envisageons de prendre également en considération ces autres modes dans nos recherches futures.

Comme il était prévisible, il a fallu surmonter beaucoup de problèmes de manipulation et de gestion des données pour construire le TransNIEMO en combinant le réseau du FAF de la Federal Highway Administration (FHWA) avec le NIEMO, parce que les données du FAF semblent avoir été réunies en puisant dans des sources multiples. En outre, la modélisation des flux de transport sur le réseau national reliant les centres urbains présente des exigences qui ne figurent pas parmi celles des modèles appliqués au niveau métropolitain : le réseau national est en particulier très complexe. L'espace économique doit y être représenté de façon plus agrégée, de sorte que les procédures d'affectation de la demande de fret à des installations physiques sont beaucoup moins évidentes que dans le cas des métropoles. Notre groupe a consacré un effort considérable à la recherche de moyens statistiques efficaces permettant de représenter en détail l'activité économique nationale en l'articulant avec le réseau routier du pays.

Nos travaux ont bien avancé à ce jour et nous escomptons que le TransNIEMO sera opérationnel très prochainement. Nous prévoyons de l'utiliser pour calculer les pertes économiques associées à la coupure d'une grande liaison routière. Il peut également servir à estimer l'intérêt d'une liaison donnée s'il est nécessaire d'effectuer une analyse coûts-avantages au lieu d'une étude d'impact.

## 5. AUTRES ÉTUDES

Notre groupe a réalisé deux autres études sur le terrorisme en recourant beaucoup moins à la modélisation. L'une concernait un attentat contre le réseau de transport aérien, et l'autre les répercussions des attentats du 11 septembre. Les pertes estimées sont considérables. Si nous les comparons aux estimations des coûts de la mise en œuvre de mesures de protection, celle-ci apparaît justifiée étant donné la grande probabilité que des attentats soient commis. À l'aide de données recueillies au niveau des aéroports pour analyser l'impact des attentats du 11 septembre visant des vols intérieurs aux États-Unis, nous avons obtenu des estimations semblables à celles qu'ont calculées Ito et Lee (2005), qui s'étaient servi de données agrégées au niveau national dans des travaux antérieurs. Nous avons également découvert que ces attentats ont eu des effets plus néfastes sur les grands aéroports que sur les petits, ce qui pourrait s'expliquer par les répercussions diverses du 11 septembre (notamment sur les perceptions du risque et sur les systèmes de sécurité), relativement graves dans les grands aéroports. Il se peut toutefois aussi que ces résultats soient le fruit des nouvelles tendances qui se dessinent sur le marché du transport aérien. Rien ne permettait de penser que les aéroports de la côte est auraient été plus sérieusement touchés que ceux de la côte ouest, et il est possible qu'une étude complémentaire sur le transport aérien international donnerait des résultats légèrement différents, et peut-être plus fiables.

La seconde étude reposait sur l'application du modèle intersectoriel national IMPLAN. Il est préférable d'utiliser un modèle à l'échelle nationale en raison de la difficulté à estimer les pertes de recettes des compagnies aériennes État par État, vu la dispersion géographique des transporteurs aériens, des infrastructures et des vendeurs. En l'occurrence, les recherches ont porté sur les effets d'une attaque terrestre à la roquette contre un seul avion. Le scénario étudiait les effets d'une fermeture de sept jours de tout le système de transport aérien des États-Unis, suivie d'une reprise s'étalant sur deux ans, en mettant à profit des données résultant de l'expérience acquise après le 11 septembre. Dans l'ensemble, les pertes estimées se situaient dans la fourchette comprise entre 214 milliards USD et 420 milliards USD. Deux autres tentatives novatrices de modélisation d'une perturbation du système de transport aérien des États-Unis ont par ailleurs été menées. Balvanyos et Lave (2005) ont estimé les pertes de surplus du consommateur dues à une interruption du transport aérien, et signalé avoir abouti à un montant pouvant atteindre 2 milliards USD par jour. Santos et Haines (2004) ont publié les résultats d'une simulation des incidences intersectorielles de la mise hors service de 10 % du réseau de transport aérien (12 milliards USD d'effets directs). Ces auteurs ont calculé les multiplicateurs intersectoriels pour les États-Unis – 1.2 (Type I) et 3.6 (Type II) – afin d'estimer une fourchette des pertes totales, laquelle va de 14.2 milliards USD à 43 milliards USD pour l'année. Bien que nos chiffres soient beaucoup plus élevés, toutes les études tendent à confirmer le bien-fondé des investissements dans des mesures de protection, sauf lorsque la probabilité d'un acte de terrorisme est perçue comme étant très faible.

Notre groupe de recherche a effectué par ailleurs deux études parallèles sur les conséquences éventuelles de la fermeture des frontières associée à l'apparition d'une pandémie de grippe aviaire. Ce pourrait être un phénomène naturel ou une attaque terroriste planifiée, face à laquelle la riposte pourrait être extrêmement radicale : fermer les frontières. De ce fait, les migrations internationales seraient interrompues, de même que les déplacements internationaux

et les échanges de marchandises (sauf les importations pétrolières) durant une année entière. Les coûts économiques en seraient très élevés – environ 2 100 milliards USD -, et les incidences différentes d'un État à l'autre (Gordon *et al.*, 2008). Il est intéressant de constater que l'ampleur des coûts estimés est proche de la valeur moyenne exprimée en dollars de la perte prévue de vies humaines déjà mentionnée (386 000 décès d'après Murray *et al.*, 2006). Cela étant, ce type de recherche pose un problème : comment modéliser les événements extrêmes ? La plupart des modèles disponibles traitent principalement des perturbations à la marge. Or, les décideurs publics sont obligés de réfléchir à des événements hors norme. Par exemple, les chercheurs de RAND étudiant les effets d'une frappe nucléaire utilisent l'« analyse de scénarios » et des « jeux stratégiques » essentiellement fondés sur des appréciations d'experts (Meade et Molander, 2007; voir aussi Carter, *et al.*, 2007).

La seconde étude (Rose *et al.*, 2008) a prévu à l'aide d'un modèle macroéconomique (le modèle REMI) une réduction du PIB de non moins de 1 400 milliards USD (en dollars de 2006), c'est-à-dire de quelque 10.5 % (Rose *et al.*, 2008). Les prévisions augurent de pertes d'emplois supérieures à 22 millions, soit plus de 12 % en deçà du niveau de référence. Les auteurs hasardent l'idée que ces estimations correspondraient à un plafond, et que la prise en compte de l'adaptation aux circonstances sous plusieurs de ses formes, telles la substitution de facteurs ou les excédents de capacité dans le pays, pourrait donner lieu à des chiffres inférieurs.

## 6. CONCLUSIONS

Ce rapport résume certains des travaux de recherche menés pendant les trois dernières années par notre équipe chargée de modélisations économiques au CREATE. Il s'agit de recherches sur les méthodologies aussi bien que sur le fond. L'innovation méthodologique vient de l'importance accordée aux composantes géographiques de l'économie. Les modèles doivent faire leur place aux flux de trafic et aux réseaux par lesquels ils circulent. Il s'agit, au départ, d'étudier les conséquences de la cessation d'activité par suite d'attentats à la bombe, radiologique ou conventionnelle, commis dans les deux ports de Los Angeles/Long Beach. Les effets économiques en sont considérables. Certes, les pertes en vies humaines lors d'attentats terroristes retiennent davantage l'attention et ont, sans nul doute, de profonds effets psychologiques, mais les répercussions de l'interruption de l'activité sont suffisamment importantes pour convaincre les terroristes du fait que les cibles économiques sont aussi « productives » que des cibles humaines.

Comment nos méthodes de modélisation peuvent-elles venir à l'appui de l'analyse coûts-avantages classique ? Nous avons présenté notre approche en faisant observer qu'elle est relativement simple à appliquer et que ses résultats pourraient aider les décideurs publics à sécuriser les installations vitales. Nous pouvons également faire valoir que nos modèles accordent une grande importance aux effets produits au niveau du réseau, et que les résultats qu'ils permettent d'obtenir sont en conséquence un préalable à l'analyse coûts-avantages. La valeur marginale d'une installation n'est connue que si l'on sait à combien s'élèvent les pertes, dans l'ensemble du système, imputables à sa suppression. Néanmoins, nous ne pouvons estimer ces pertes qu'après avoir examiné les adaptations et les substitutions qui s'opèrent. C'est là que réside l'intérêt du TransNIEMO, ce qui explique les grands espoirs que nous fondons sur la généralisation de son application.



Nous sommes d'avis que les scénarios d'actes terroristes plausibles et les modèles appropriés ne peuvent faire abstraction de précisions géographiques, et ce pour plusieurs raisons. En premier lieu, il n'existe guère d'exemples génériques de port maritime, d'aéroport ou d'autres cibles équivalentes d'importance nationale. Deuxièmement, la plupart des décideurs politiques sont des représentants de zones géographiques, qui ont à cœur de défendre les intérêts de leurs électeurs. Troisièmement, le regroupement d'unités territoriales risque de neutraliser des distinctions importantes lorsque des secteurs ou régions y perdent alors que d'autres y gagnent, surtout si des localités extérieures à la zone touchée reprennent les fonctions qui ne sont plus assurées. Quatrièmement, nous pouvons analyser grâce à l'économie géographique les interactions qu'entretiennent des lieux fortement tributaires des infrastructures disponibles, notamment les grands ports maritimes et les aéroports.

## BIBLIOGRAPHIE

- Balvanyos, T. et L.B. Lave (2005), "The Economic Implications of Terrorist Attack on Commercial Aviation in the USA," rapport du Center for Risk and Economic Analysis of Terrorism (CREATE), University of Southern California, Los Angeles.
- Carter, A.B., M.M. May et W.J. Perry (2007), "The Day After: Action Following a Nuclear Blast in a U.S. City" *Washington Quarterly*, 30: 19-32.
- Cho, S., P. Gordon, J.E. Moore II, H.W. Richardson, M. Shinozuka et S. E. Chang (2001), "Integrating Transportation Network and Regional Economic Models to Estimate the Costs of a Large Urban Earthquake," *Journal of Regional Science*, 41 (1): 39-65.
- Garin, R.A. (1966) "A Matrix Formulation of the Lowry Model for Intrametropolitan Activity Allocation" *Journal of the American Institute of Planners* 32: 361-364.
- Gordon, P, J.E. Moore, II, J.Y. Park, et H.W. Richardson (2007), "The Economic Impacts of a Terrorist Attack on the U.S. Commercial Aviation System" *Risk Analysis* 27:505-512.
- Gordon, P, J.E. Moore, II, J.Y. Park et H.W. Richardson (à paraître) in "The Economic Impacts of Border Closures: A State-by-State Analysis" in H.W. Richardson, P. Gordon et J.E Moore II *Global Business and the Terrorist Threat*. Cheltenham, Royaume-Uni, Northampton, MA, États-Unis: Edward Elgar.
- Ito, H. et D. Lee (2005) "Assessing the Impact of the September 11 Terrorist Attacks on U.S. Airline Demand" *International Journal of the Economics of Business*, 57:75-95.
- Lowry, I.S. (1964) *A Model of Metropolis* Report RM 4125-RC. Santa Monica: Rand.
- Meade, C. et R.C. Molander (2007) *Considering the Effects of a Catastrophic Terrorist Attack*. Santa Monica, CA: Rand, Center for Terrorism and Risk Policy.
- Murray, C.L., A.D. Lopez, B. Chin, D. Feehan et K.H. Hill (2006), "Estimation of potential global pandemic influenza mortality on the basis of vital registry data from the 1918-20 pandemic: a quantitative analysis," *The Lancet*, 368, 2211-18.
- Park, J., P. Gordon, J. E. Moore, II, et H. W. Richardson (2007) "Simulating the State-by-State Effects of Terrorist Attacks on Three Major U.S. Ports: Applying NIEMO" in H.W. Richardson, P. Gordon, et J. E. Moore, II (Dir. de publ.). *The Economic Consequences of Terrorism*, Cheltenham, Royaume-Uni, Northampton, MA, États-Unis: Edward Elgar, 208-234.
- Richardson, H.W., P. Gordon, J. E. Moore, II, S. Kim, J. Park, et Q. Pan (2007) "Tourism and Terrorism : the National and Interregional Economic Impacts of Attacks on Major U.S. Theme Parks" in H.W. Richardson, P. Gordon, et J. E. Moore, II (Dir. de publ.). *The Economic Consequences of Terrorism*, Cheltenham, Royaume-Uni, Northampton, MA, États-Unis: Edward Elgar, 235-253.

- Richardson, H.W., P. Gordon, J. E. Moor, II, J. Park et Q. Pan (2008) "The Economic Impacts of Alternative Terrorist Attacks on the Twin Ports of Los Angeles and Long Beach" in J. M. Quigley et L. A. Rosenthal (Dir. de publ.) *Risking House and Home: Disasters, Cities, and Public Policy*, Berkeley, California: Berkeley Public Policy Press, 173-19
- Rose, A., R.B. G. Asay, D. Wei et B. Leung (à paraître) "Macroeconomic Impacts of Shutting Down the U.S. Borders in Response to a Security or Health Threat" in H.W. Richardson, P. Gordon et J.E Moore II *Global Business and the Terrorist Threat*. Cheltenham, Royaume-Uni, Northampton, MA, États-Unis: Edward Elgar.
- Rossoff H. et D. von Winterfeldt (2007) "A risk and economic analysis of dirty bomb attacks on the ports of Los Angeles and Long Beach" *Risk Analysis* **27** (3): 533-554.
- Sandler, T., D.G. Arce et W. Enders (2008) *Terrorism* Copenhagen Consensus 2008 Challenge Paper.
- Santos, J. R. et Y.Y. Haimès (2004) "Modeling the Demand Reduction Input-Output (I-O) Inoperability Due to Terrorism of Interconnected Infrastructures" *Risk Analysis*, **24**:6, 1437-1451.

TABLEAU 1. Études d'impact avec le SCPM

Études	Scénarios	Zones touchées	Manque à produire direct (millions US D)	Manque à produire total (millions USD)	Pertes directes d'emplois	Pertes totales d'emplois	Pertes liées au coût des déplacements de personnes <sup>a</sup> (millions USD)	Pertes liées au coût du transport de marchandises <sup>b</sup> (millions USD)	Pertes totales liées aux coûts de transport (millions USD)	Pertes totales (millions USD)
Fermeture des ports	15 jours de fermeture des ports de Los Angeles et de Long Beach <sup>1,2</sup>	Ville de Los Angeles	264	423	1,187	2,640				
		Ville de Long Beach	69	88	502	657				
		Région de Los Angeles	946	1,522	4,354	9,606				
		Hors de la région	1,782	2,736	8,050	16,914				
		Total	2,728	4,259	12,404	26,521	24	25	49	4,284
	120 jours de fermeture des ports de Los Angeles et de Long Beach <sup>1,2,3</sup>	Ville de Los Angeles	2,114	3,386	9,496	21,116				
		Ville de Long Beach	554	700	4,009	5,249				
		Région de Los Angeles	7,564	12,179	34,831	76,850				
		Hors de la région	14,256	21,892	64,401	135,316				
		Total	21,820	34,071	99,232	212,165	-207	117	-90	34,189
	Une année de fermeture de Terminal Island <sup>2</sup>	Ville de Los Angeles	2,849	4,538	13,087	28,503				
		Ville de Long Beach	621	816	4,143	5,787				
Région de Los Angeles		9,991	16,115	45,749	101,485					
Hors de la région		18,687	28,755	84,920	178,482					
Total		28,678	44,870	130,669	279,967	-395	337	-58	45,207	
Panache	Toute la population de la zone du panache est évacuée pendant une semaine et peut traverser la zone par les autoroutes et routes locales	Comté de Los Angeles	0	0	0	0				
		Région de Los Angeles	0	0	0	0				
		Hors de la région	0	0	0	0				
		Total	0	0	0	0	-4,818	-436	-5,254	-5,254
	Toutes les entreprises de la zone du panache sont fermées pendant une semaine	Comté de Los Angeles	0	0	0	0				
		Région de Los Angeles	0	0	0	0				
		Hors de la région	0	0	0	0				
		Total	0	0	0	0	-3,970	-923	-4,893	-4,893
	La valeur du foncier dans la zone chute de 25 % pendant un an, puis remonte à son niveau initial	Comté de Los Angeles	86	118	1,163	1,498				
		Région de Los Angeles	86	138	1,163	1,702				
		Hors de la région	19	29	168	278				
		Total	104	167	1,332	1,981	104	-2	101	269
	L'activité des commerces de détail chute de 25 % pendant un an car les clients ne veulent pas se rendre dans la zone en voiture, puis retrouve son niveau initial	Comté de Los Angeles	0	0	0	0				
		Région de Los Angeles	0	0	0	0				
		Hors de la région	0	0	0	0				
Total		0	0	0	0	68	21	89	89	
La zone touchée perd 25 % des commerces de détail et 10 % d'autres entreprises. Les entreprises concernées disparaissent plutôt que de se réimplanter ailleurs dans la région.	Comté de Los Angeles	1,755	2,519	21,156	29,000					
	Région de Los Angeles	1,755	2,981	21,156	33,828					
	Hors de la région	576	970	4,856	8,741					
	Total	2,331	3,950	26,013	42,574	-232	-50	-281	3,669	

	La zone touchée perd 25 % des commerces de détail et 10 % d'autres entreprises, qui se réinstallent dans la zone la plus intéressante pour leur lieu d'origine et à 30 minutes maximum de temps de trajet de ce dernier.	Comté de Los Angeles	0	0	0	0				
		Région de Los Angeles	0	0	0	0				
		Hors de la région	0	0	0	0				
		Total	0	0	0	0	-290	-38	-328	-328
<b>Pire des hypothèses de fermeture des ports et de panache sur ces derniers</b>	Une année de fermeture de Terminal Island	Comté de Los Angeles	8,662	13,434	53,369	97,535				
		Région de Los Angeles	11,745	19,096	66,905	135,313				
		Hors de la région	19,263	29,724	89,776	187,223				
		Total	31,009	48,820	156,682	322,541	-627	288	-339	48,877
<b>Centre-ville de Los Angeles</b>	Scénario de repli, entreprises et ménages quittent tous la zone touchée et ses alentours <sup>4</sup>	Ville de Los Angeles	2,304	2,941	7,257	13,389				
		Région de Los Angeles	2,304	5,175	7,257	34,983				
		Hors de la région	313	726	1,363	5,408				
		Total	2,617	5,901	8,620	40,391				5,901
	Scénario de relocalisation/réinstallation, entreprises et ménages quittent tous la zone touchée et ses alentours pour s'implanter ailleurs dans la région <sup>4</sup>	Ville de Los Angeles	1,567	1,567	5,099	5,099				
		Région de Los Angeles	0	0	0	0				
		Hors de la région	0	0	0	0				
		Total	0	0	0	0				0
	Scénario hybride, les entreprises de l'intérieur de la zone touchée la quittent, les entreprises et les ménages de la périphérie se réimplantent ailleurs <sup>4</sup>	Ville de Los Angeles	2,162	2,771	6,643	12,503				
		Région de Los Angeles	2,220	4,968	6,643	33,157				
		Hors de la région	284	656	1,200	4,843				
		Total	2,504	5,624	7,843	38,000				5,624

- Notes: a. Le coût des déplacements des personnes retenu par hypothèse est de 13.00 USD par équivalent voiture particulière (evp) par heure.  
b. Le coût du transport de marchandises retenu par hypothèse est de 35.00 USD par evp par heure.

Citations: Fermeture des ports

1. H. W. Richardson, P. Gordon, J. E. Moore, J. Park et Q. Pan (2008), "The economic impacts of alternative terrorist attacks on the twin ports of Los Angeles – Long Beach," in J. M. Quigley, et L. A. Rosenthal, Dir. de publ., Risking House and Home: Disasters, Cities, Public Policy, Berkeley, Californie: Berkeley Public Policy Press.
2. Gordon, P., J. Moore, H. W. Richardson, et Q. Pan (2006) "The costs of a terrorist attack on Terminal Island at the twin ports of Los Angeles and Long Beach," in J. Haveman et H. Schatz, Dir. de publ., Protecting the Nation's Seaports: Balancing Security and Cost, Public Policy Institute of California.
3. Gordon, P., J. Moore, H. W. Richardson, et Q. Pan, (2005) "The economic impacts of a terrorist attack on the twin ports of Los Angeles – Long Beach," in H. W. Richardson, P. Gordon, et J. E. Moore, Dir. de publ., The Economic Impacts of Terrorist Attacks, Cheltenham, Royaume-Uni: Edward Elgar Publishing.

Centre-ville de LA

4. Pan, Q., Gordon, P., J. Moore, et H. W. Richardson (2008) "Economic impacts of terrorist attacks and natural disasters: Case studies of Los Angeles and Houston," in Daniel Z. Sui et Susan L. Cutter (Dir. de publ.) Geospatial Technologies and Homeland Security: Research Frontiers and Challenges, Springer.
5. Pan, Q., H. W. Richardson, P. Gordon, et J. Moore (2007) "The Economic Impacts of a Terrorist Attack on the Downtown Los Angeles Financial District," Spatial Economic Analysis (remis et en cours d'examen)

Tableau 2. Somme des effets intra-États et inter-États de 120 jours de fermeture des ports de Los Angeles/Long Beach (M USD)

Lieu	Effets	Effets inter-États calculés avec le NIEMO							
Californie du Sud	4,874.58	AL	106.35	IN	209.76	NE	99.9	RI	19.14
Reste de la Californie	5,545.64	AK	12.17	IA	142.25	NV	51.6	SC	66.12
Effet direct: exportations:	16,233.20	AZ	211.83	KS	126.21	NH	28.48	SD	26.52
Effet direct: importations	56,107.13	AR	100.69	KY	115.05	NJ	167.	TN	132.92
Total États-Unis	89,817.26	CO	123.88	LA	307.54	NM	26.1	TX	1,546.39
Reste du monde	492.02	CT	63.28	ME	21.25	NY	216.38	UT	125.31
Total mondial	90,309.29	DE	20.04	MD	45.09	NC	130.76	VM	9.51
		DC	2.47	MA	86.01	ND	19.22	VA	66.99
		FL	123.19	MI	216.96	OH	303.19	WA	313.64
		GA	102.26	MN	133.34	OK	106.47	WV	41.75
		HI	21.31	MS	57.91	OR	198.81	WI	208.17
		ID	48.57	MO	141.71	PA	243.81	WY	25.71
		IL	279.47	MT	64.21				

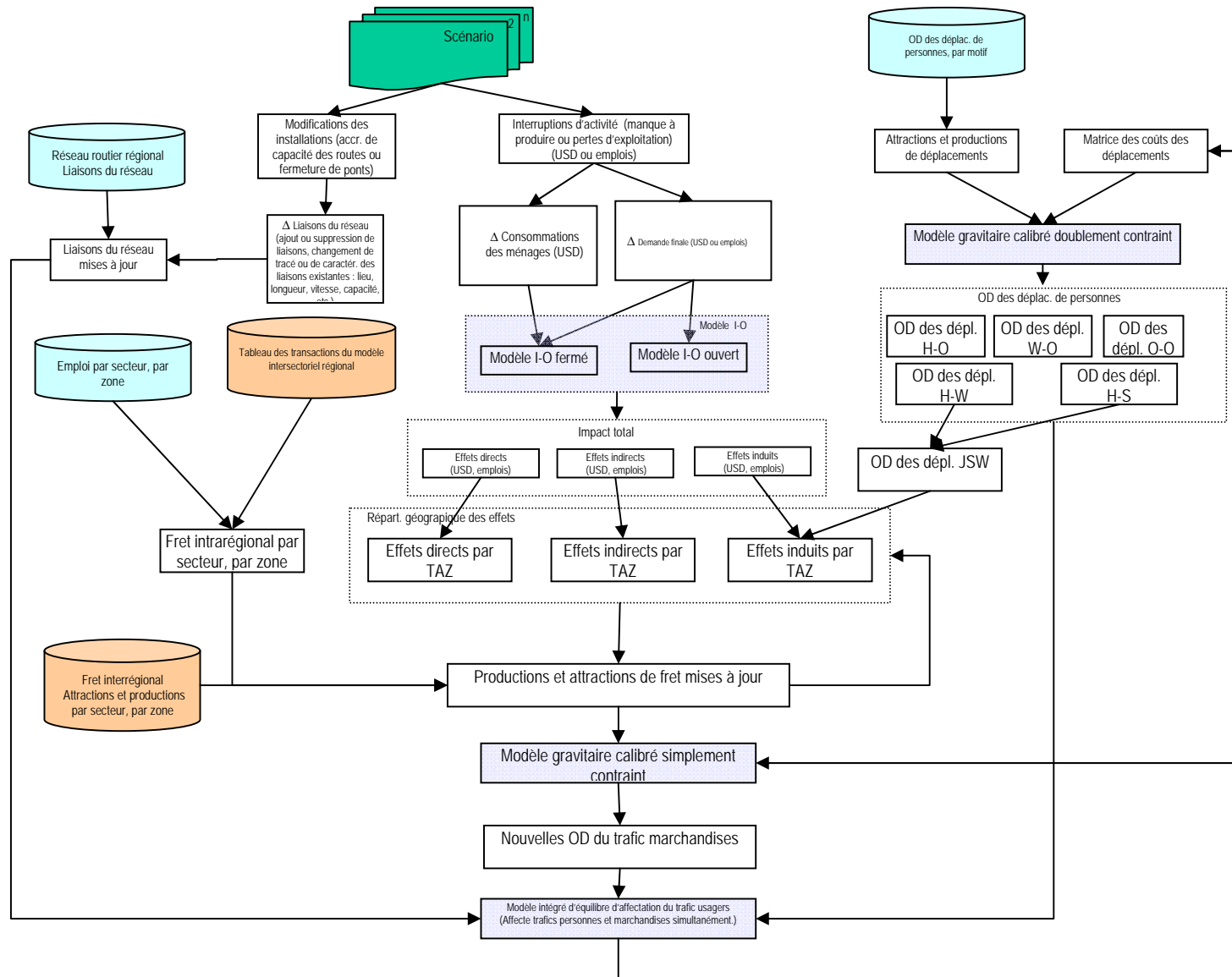
Tableau 3. Études d'impact avec IMPLAN

Origine de l'impact économique	Cibles	Effets économiques totaux (M USD)					Année de référence, durée et modèle
		du côté de l'offre (ou importations)		du côté de la demande (ou exportations)		Total	
		Effets directs	Effets indirects	Effets directs	Effets indirects		
Fermeture des ports maritimes <sup>1,2</sup>	LA / LB,	14,222	0	4,115	4,921	23,258	2001, un mois, et NIEMO déterminé par la demande
	Houston	3,219	0	3,141	3,690	10,050	
	NY / NW	6,700	0	4,694	5,430	16,824	
Fermeture de parcs à thème <sup>3</sup>	Groupe A (FL)			14,185	10,736	24,921	2004, 18 mois et NIEMO déterminé par la demande
	Groupe B (CA)			13,470	10,146	23,616	
	NV			11,944	8,991	20,935	
	FL (i)			11,884	8,974	20,858	
	CA (i)			11,933	9,006	20,939	
	OH (i)			11,886	8,988	20,874	
	OH (ii)			11,871	8,975	20,846	
	NJ (i)			11,866	8,949	20,815	
	CA (ii)			11,899	8,981	20,880	
	NJ (ii)			11,851	8,939	20,790	
	PA			11,836	8,941	20,777	
	VA			11,818	8,929	20,747	
IL			11,839	8,942	20,782		

## Citations:

1. Park, J.Y., P. Gordon, J. E. Moore II, et H. W. Richardson, L. Wang, 2007, "Simulating The State-by-State Effects of Terrorist Attacks on Three Major U.S. Ports: Applying NIEMO (National Interstate Economic Model)"p.208-234, in H.W. Richardson, P. Gordon et J.E. Moore II, Dir. de publ., The Economic Costs and Consequences of Terrorism. Cheltenham: Edward Elgar.
2. Park, J.Y., 2008, "The Economic Impacts of a Dirty- Bomb Attack on the Los Angeles and Long Beach Port: Applying Supply-driven NIEMO," Journal of Homeland Security and Emergency Management, 5 (1), Article 21.
3. Richardson, H. W., P. Gordon, J. E. Moore, II, S.J. Kim, J.Y. Park, et Q. Pan, 2007, "Tourism and Terrorism: The National and Interregional Economic Impacts of Attacks on Major U.S. Theme Parks," p.235-253, in H.W. Richardson, P. Gordon et J.E. Moore II, Dir. de publ., The Economic Costs and Consequences of Terrorism. Cheltenham: Edward Elgar.

Figure 1. Schéma du Southern California Planning Model (SCPM) 2005



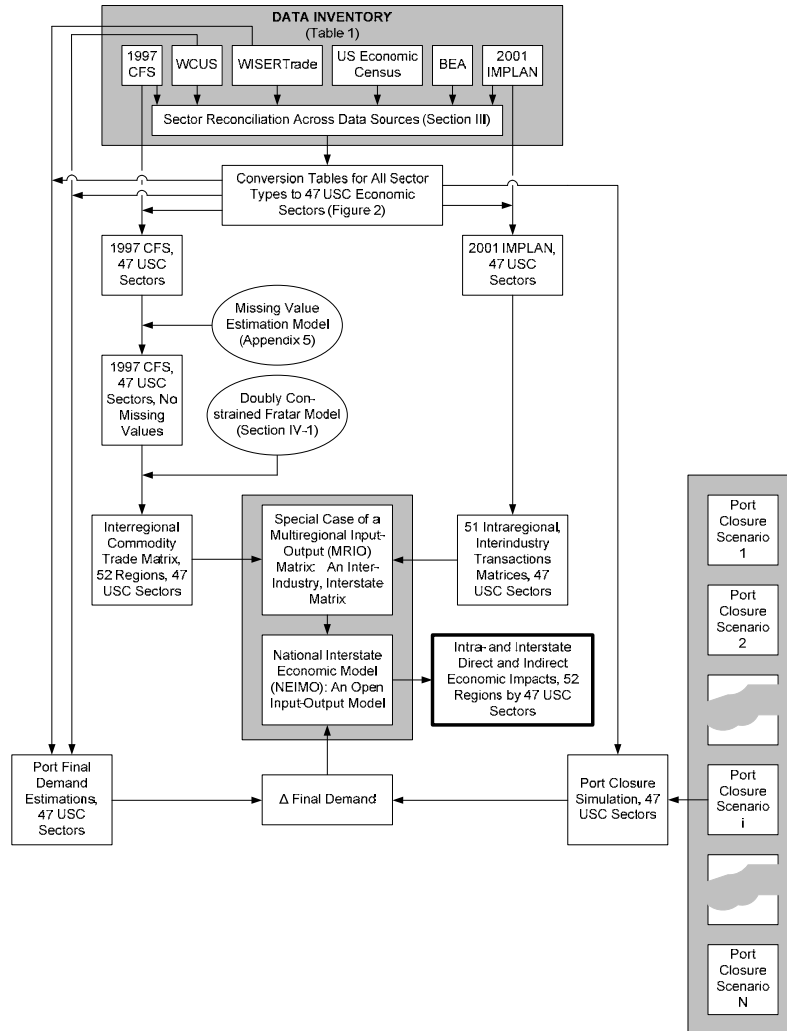


Notes:

1. Le niveau de référence est celui qui correspond à la situation où toutes les variations ( $\Delta$ réseau,  $\Delta$ demande finale et  $\Delta$ consommations des ménages) sont égales à zéro.
2. La matrice initiale des coûts des déplacements est établie en chargeant dans le réseau routier les origines-destinations (OD) des déplacements de personnes et des parcours de marchandises sans y introduire de données.
3. Pour se rapprocher de l'équilibre du trafic usagers, on procède par exécution de plusieurs boucles jusqu'à ce que les variations des valeurs de la fonction objectif deviennent stationnaires.
4. Les sigles utilisés ont les significations suivantes : modèle I-O = modèle intersectoriel ; ainsi que, dans la matrice des déplacements, H-O = domicile-autres motifs, W-O = travail-autres motifs, O-O = autres motifs-autres motifs, H-W = domicile-travail, et H-S = domicile-commerces.
5. JSW = matrice des déplacements presse-commerces-travail.
6. les attractions et productions de trafic marchandises interrégional sont des parcours à l'arrivée et au départ des grands pôles générateurs de fret (ports, aéroports, gares de triage ferroviaires, nœuds d'entreposage/distribution et points d'accès/sortie autoroutiers).

Se reporter à "Assembled and processed freight shipment data by developing a GIS-Based origin-destination matrix for Southern California freight flows", "Freight Data Assembling and Modeling: Methodologies and Practice" et "Estimating Freight Flows for Metropolitan Area Highway Networks Using Secondary Data Sources" pour des précisions sur la collecte et le traitement des données sur le trafic marchandises interrégional.

Figure 2. Le National Interstate Economic Model (NIEMO)



INVENTAIRE DES DONNÉES  
(tableau 1)

CFS<sup>3</sup> 1997, WCUS<sup>4</sup>, WISERTrade, US Economic Census, BEA<sup>5</sup>, IMPLAN 2001  
Harmonisation sectorielle des données des différentes sources (section III)

Tableaux de conversion de toutes les nomenclatures de secteurs en 47 secteurs économiques  
USC

CFS 1997, 47 secteurs USC

IMPLAN 2001, 47 secteurs USC

Modèle d'estimation des valeurs manquantes (annexe 5)

CFS 1997, 47 secteurs USC, aucune valeur manquante  
Modèle Fratar doublement contraint (section IV-1)

	Matrice des échanges interrégionaux de marchandises, 52 régions, 47 secteurs USC	Cas spécial de matrice MRIO intersectorielle multirégionale : matrice intersectorielle inter-États	51 matrices des transactions intersectorielles intrarégionales, 47 secteurs USC	
		National Interstate Economic Model (NIEMO) : modèle intersectoriel ouvert	Effets économiques directs et indirects intra-États et inter-États, 52 régions, 47 secteurs USC	
Estimations de la demande portuaire finale, 47 secteurs USC		$\Delta$ Demande finale		Simulation de la fermeture des ports, 47 secteurs USC

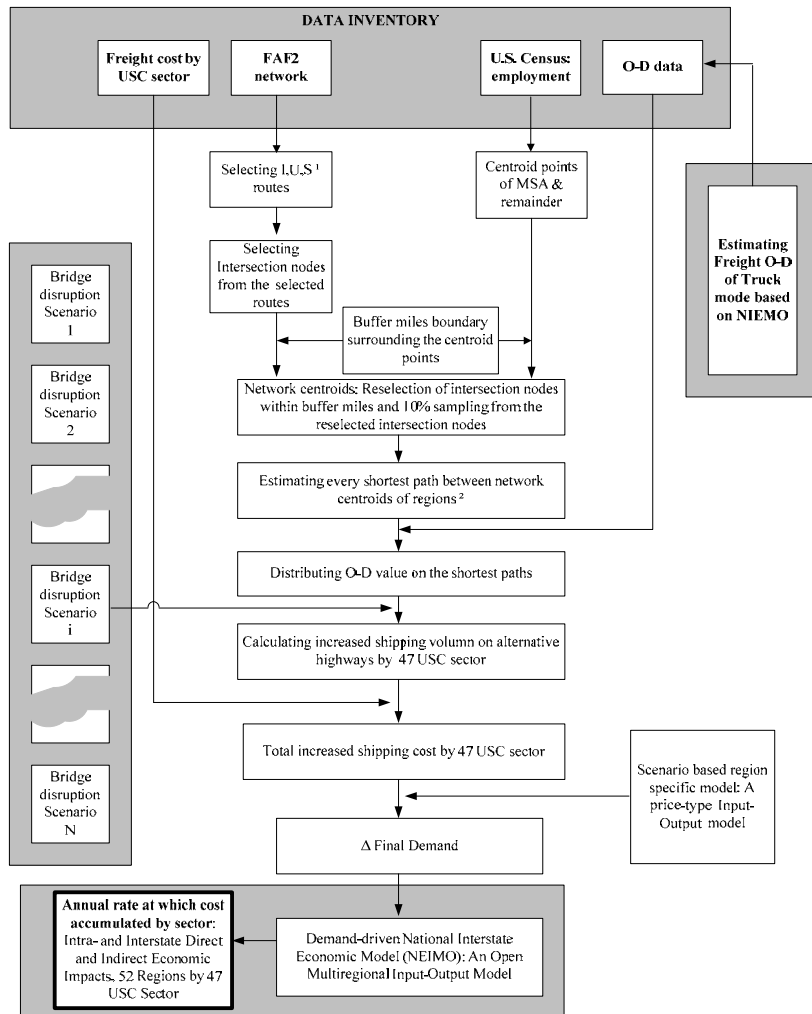
Scénario 1  
de fermeture  
des ports

<sup>3</sup> "Commodity Flow Survey" (enquête sur les flux de marchandises).

<sup>4</sup> Waterborne Commerce of the United States.

<sup>5</sup> Bureau of Economic Analysis.

Figure 3. TransNIEMO: NIEMO et réseau routier



## INVENTAIRE DES DONNÉES

Coût du fret par secteur USC, Réseau FAF2, US Census: emploi, données O-D

Choix des itinéraires I, U, S Points centroïdes de la MSA<sup>6</sup> et reste

### Estimation des OD du trafic de fret routier sur la base du NIEMO

#### Scénario 1 de destruction d'un pont

Choix des nœuds d'intersection parmi les itinéraires retenus

Distance de sécurité autour des points centroïdes

Centroïdes du réseau : nouveau choix des  
nœuds d'intersection dans  
la zone tampon et échantillonnage  
de 10 % des nouveaux nœuds d'intersection retenus

Estimation de tous les chemins les plus courts  
entre les centroïdes des réseaux des régions

Distribution des valeurs O-D sur les plus courts chemins

Calcul de l'augmentation du volume de fret transporté  
par les routes de déviation, 47 secteurs USC

Surcoût total du transport de fret, 47 secteurs USC

Modèle propre à une région basé sur scénario : modèle  
intersectoriel de prix

Δ Demande finale

<b>Taux annuel d'accroissement des coûts par secteur :</b> Effets économiques directs et indirects intra- États et inter-États, 52 régions, 47 secteurs USC		National Interstate Economic Model (NIEMO) déterminé par la demande : modèle intersectoriel multirégional ouvert
--	--	---

<sup>6</sup> "Metropolitan Statistical Area".

Tableau A1. Estimations des coûts des attentats du 11 septembre

Coûts totaux (milliards)	Pertes en capital	Pertes d'emplois	Pertes de vies humaines	Pertes des compagnies aériennes	Handicap	Déplacements	PIB <sup>1</sup> / PBV	Autres coûts	Total
<b>Ville de New York</b>									
Bram <i>et al.</i> (2002)	21.6	3.6-6.4	7.8						33-36
Chernick & Haughwout (2006)	30						11.5	0.897	
Ito & Lee (2005)				1.1					
Looney (2002)	27.2								27.2
NY Governor and State Division of the Budget <sup>2</sup> (2001)	33.8							20.2	54
NY State Ways and Means Committee (2002)			11					16	27
NY State Senate Finance Committee <sup>3</sup> (2002)	33	15.145	4-6			4.6		0.341	57.1-59.1
NYC Office of the Comptroller (2002)	21.8		8.7		0.944		52.3-64.3	0.943	82.8-94.8
NYC Partnership and Chamber of Commerce <sup>4</sup> (2002)	44		10	0.75-1.0		7-11		7.6	83
<b>États-Unis</b>									
DeVol <i>et al.</i> (2002)				1.1			175		176.1
NY State Senate Finance Committee <sup>3</sup> (2002)		424.4					639.3		639.3

Notes:

1. PBV = produit brut de la ville. Le PIB n'est utilisé dans l'estimation totale que lorsqu'il n'entraîne pas un double comptage des autres coûts. Certains articles n'indiquent pas de coût total parce qu'ils étudient seulement certains aspects de l'économie. Certaines études étant fragmentaires, la somme des différents coûts ne correspond pas nécessairement aux coûts totaux.
2. Il est malaisé de déterminer comment le NYC Partnership et la Chamber of Commerce comptabilisent les différentes catégories de coûts.
3. Le Senate Finance Committee de l'État de New York utilise le montant estimé des demandes d'indemnisation pour chiffrer les éventuels bénéficiaires. Cet article est également utilisé à deux reprises : une fois pour les pertes au niveau national, et une fois pour les pertes au niveau de la ville de New York. En ce qui concerne les coûts en capital, les chiffres repris ont été calculés par les services du gouverneur de New York, la Division du budget de l'État de New York et les services du maire de la ville de New York.
4. Les services du gouverneur de New York et la Division du budget de l'État de New York comptabilisent comme pertes découlant des attentats du 11 septembre 3 milliards USD qui relèvent en fait d'un train de mesures de stimulation économique distinct, selon l'étude du GAO intitulée "Impact of Terrorist Attacks on the World Trade Center."

Tableau établi par Philip Partyka-Hall.