



**HAL**  
open science

# Analyse de l'impact économique des risques inhérents aux réseaux

Nathalie Fabbe-Costes

► **To cite this version:**

Nathalie Fabbe-Costes. Analyse de l'impact économique des risques inhérents aux réseaux. [Rapport de recherche] CRET - Aix-Marseille II. 1993. hal-01290883

**HAL Id: hal-01290883**

**<https://hal.science/hal-01290883>**

Submitted on 18 Mar 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**C.R.E.T.**

Avenue Gaston Berger  
13625 AIX-en-Provence Cedex 1

**CONVENTION CRET-APSYS N°343**

**RECHERCHE "RISQUES ET RESEAUX"**

**ANALYSE DE L'IMPACT ECONOMIQUE  
DES RISQUES INHERENTS AUX RESEAUX**

**Rapport final**

**Nathalie FABBE-COSTES**

**Février 1993**

## SOMMAIRE

	<b>Page</b>
1. Introduction au rapport	3
2. Méthodologie adoptée pour la prise en compte des aspects économiques	4
2.1. Champ de l'analyse des "aspects économiques" des risques	4
2.2. Positionnement de l'analyse économique par rapport à l'analyse technique	6
2.3. Nature des impacts économiques redoutés	7
2.4. Evaluation de l'ampleur économique du risque	9
2.5. Facteurs constitutifs du "coût du risque"	10
2.6. Principe d'évaluation du coût du risque	12
3. Difficultés méthodologiques, poursuite des travaux	13
3.1. Difficultés méthodologiques de l'approche économique	13
3.2. Poursuite des travaux proposée	14
 ANNEXE 1 : Terminologie APSYS	 17
 ANNEXE 2 : Glossaire CRET	 19
 ANNEXE 3 : Compléments à apporter au rapport APSYS (APSYS-ARG/ NP/1478/NC)	 23

## **1 . Introduction au rapport**

Ce rapport représente le dernier résultat attendu de la convention de recherche entre le CRET et APSYS. Il constitue la contribution du CRET au rapport final de la recherche pour l'INGU.

Il a été construit à partir des propositions faites dans le rapport remis par le CRET en mai 1992 (Eléments méthodologiques pour l'analyse de l'impact économique des risques inhérents aux réseaux), du rapport provisoire d'APSYS daté de décembre 1992 (APSYS-ARG/ NP/1478/NC) et de trois séances approfondies de travail avec les partenaires du projet.

Ce rapport, en accord avec APSYS, apporte trois éléments distincts :

- la méthodologie de l'analyse économique, qui figurera au chapitre 4-3 du rapport final qui sera rendu à l'INGU
- les compléments que nous jugeons nécessaire d'apporter au rapport provisoire APSYS pour bien prendre en compte les aspects économiques des risques
- un complément au chapitre 6 du rapport APSYS, faisant état des difficultés méthodologiques de l'analyse économique et proposant des suites à donner à la présente recherche.

Pour faciliter la lecture de notre rapport, ce indépendamment de celui d'APSYS, nous avons choisi de présenter :

- Partie 2 : la méthodologie de l'analyse économique
- Partie 3 : les difficultés méthodologiques l'analyse économique et les suites à donner
- Annexe 3 : les compléments au rapport provisoire APSYS.

Compte tenu de sa finalité, nous ne revenons pas dans ce rapport sur les concepts tels que événement redouté, situation redoutée, événement initiateur, facteur de non - propagation interne et externe... qui sont définis par APSYS dans le rapport (APSYS-ARG/ NP/1478/NC).

Néanmoins, nous reproduisons en Annexe 1 du présent rapport la Terminologie (chapitre 0 du rapport APSYS) où sont définis les principaux concepts. Ceux-ci sont repérés lors de leur première apparition dans le présent rapport par le sigle\*.

Par ailleurs, la plupart des mots soulignés dans ce rapport correspondent à des concepts qu'il nous a été nécessaire de définir. Ils sont repris dans notre glossaire présenté en Annexe 2.



## **2. Méthodologie adoptée pour la prise en compte des aspects économiques**

### **2.1. Champ de l'analyse des "aspects économiques" des risques**

#### **Notion de coût du risque**

Les aspects économiques concernés par cette méthodologie sont volontairement limités à l'évaluation des coûts liés à l'occurrence d'événements initiateurs\* (ei), de situations redoutées\* (fi) et d'événements redoutés\* (Ei), dans les conditions actuelles des réseaux décrits (situation géographique, facteurs de non - propagation\* internes et externes actuels).

Nous appelons coût du risque le cumul de ces coûts.

#### **Limites à l'évaluation du coût du risque**

Conformément à l'objet annoncé de la recherche, le coût du risque n'est évalué que pour les événements initiateurs apparus dans la zone étudiée (que nous appelons zone-origine) (décrite au chapitre 2 du rapport APSYS), que pour les situations redoutées au niveau des réseaux étudiés (décrits au chapitre 3 du rapport APSYS) et pour les événements redoutés au niveau de la commune de Vitrolles (que nous appelons zone d'impact étudiée). Signalons que ces limites, volontaires dans cette recherche, sont cependant très réductrices et qu'elles ne permettent pas une analyse des impacts économiques réels des risques. Nous proposons en partie 3 des pistes de réflexion pour un élargissement méthodologique plus conforme selon nous à une appréciation globale du coût du risque.

#### **Vers une aide à la décision en maîtrise des risques**

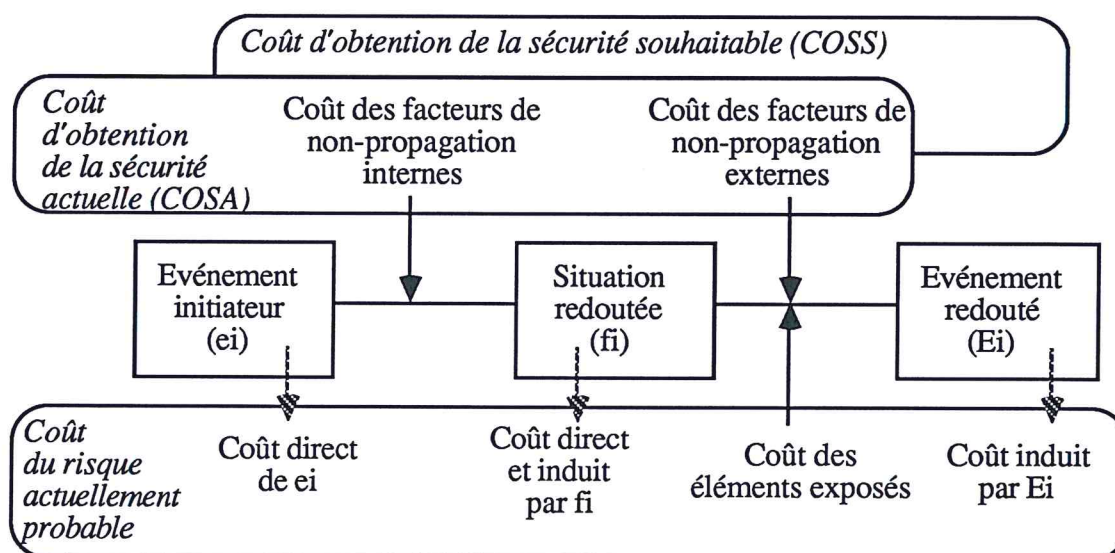
L'appréciation du coût du risque est essentielle pour mieux juger et justifier les mesures de sécurité à mettre en place. C'est la première étape vers une aide à la décision.

Un événement initiateur (ei) sur un réseau se traduit par des impacts économiques directs et induits qui seront plus ou moins importants selon sa propagation. La méthodologie qui est ici proposée vise à étudier le coût du risque qui résulte de cette propagation dans un certain contexte de réseaux. Ce contexte (actuel) intègre des facteurs de non - propagation internes et externes actuels qui représentent le coût d'obtention de la sécurité actuelle (COSA).

Pour éviter qu'un événement initiateur ne conduise à un ou plusieurs événements redoutés et à d'importants coûts associés, la collectivité (les exploitants de réseaux, les pouvoirs publics, voire les usagers...) peut accepter de financer la mise en place de nouveaux facteurs de non - propagation internes et/ou externes, voire de consentir à de nouveaux investissements en conception de réseaux plus sûrs. Le rapprochement du coût du risque actuellement probable doit donner une échelle d'évaluation du COSS (coût d'obtention de la sécurité souhaitée) pour éviter l'occurrence d'événements redoutés jugés inacceptables ou qu'il est économiquement possible et

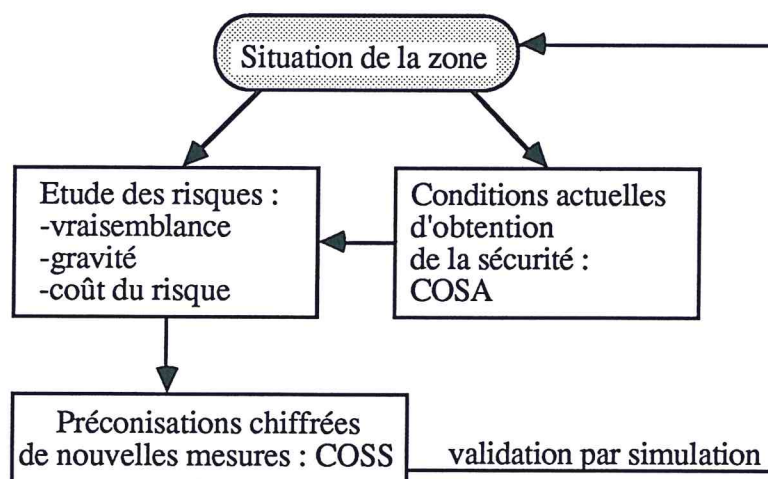
souhaitable d'éviter. L'approche économique complète pour aider à la décision en matière de maîtrise des risques constituerait en fait en une évaluation de plusieurs coûts dont la typologie générale peut être présentée par la figure suivante (adaptée du schéma APSYS de la page 16).

**Figure 1 : Les coûts à évaluer dans une analyse économique des risques**



L'évaluation de ces coûts, couplée avec l'analyse technique, pourrait déboucher sur un système d'aide à la décision en maîtrise de risques dont nous pouvons modéliser le principe comme suit.

**Figure 2 : Système d'aide à la décision en maîtrise de risques**





La validation par simulation consiste en une actualisation de la situation de la zone (simulation des nouveaux facteurs de non - propagation, de nouvelles configurations de réseaux), puis en une nouvelle étude des risques et du COSA pour la zone actualisée, afin de valider la rentabilité de l'investissement préconisé (à la fois sur la sécurité obtenue et les coûts de risques).

Remarque : Les coûts directs d'un événement initiateur et des facteurs de non - propagation internes concernent principalement les exploitants de réseau ainsi que les usagers et l'environnement directement concernés par l'événement initiateur. Sans négliger l'importance de ces coûts, il nous semble que l'essentiel de la difficulté de l'analyse économique porte plutôt sur l'évaluation des coûts induits par la propagation de ces événements initiateurs (coûts des fi et Ei).

## **2.2. Positionnement de l'analyse économique par rapport à l'analyse technique**

L'étude du coût du risque suppose une estimation des coûts élémentaires dès l'occurrence d'un événement initiateur ei. Il nous importe donc de connaître ei et de cumuler tous les coûts liés à ses effets.

Cependant l'origine technique de ces événements initiateurs ne nous intéresse pas, seul leur coût (matériel détruit, coût de la remise en service, indisponibilité conséquente...) nous intéresse. De même les "effets dominos", s'ils se produisent, ne nous intéressent que dans la mesure où ils ajoutent des coûts. Le mécanisme de ces effets ne nous intéresse pas.

La contribution économique à la recherche se place par conséquent en aval des travaux "techniques" qui évaluent la vraisemblance et la gravité.

Les questionnaires "économiques" sont par conséquent des questionnaires parallèles à ceux nécessaires pour évaluer la vraisemblance et la gravité, qui peuvent se résumer à la question quelle est l'ampleur des "valeurs" mises en jeux par le risque (valeur des matériels qui risquent d'être détruits, valeur des vies humaines menacées, valeur des perturbations des activités économiques touchées...).

La seule difficulté est d'évaluer, outre la valeur exacte du coût (ce dont nous reparlerons dans les difficultés méthodologiques), le type de coût dont il est question. Par exemple, les questionnaires techniques font état d'actions de maintenance ou de systèmes de sécurité. Lorsqu'ils sont en oeuvre ils représentent des coûts de facteurs non - propagation, lorsqu'ils sont endommagés ils entrent dans le coût du risque.

## 2.3. Nature des impacts économiques redoutés

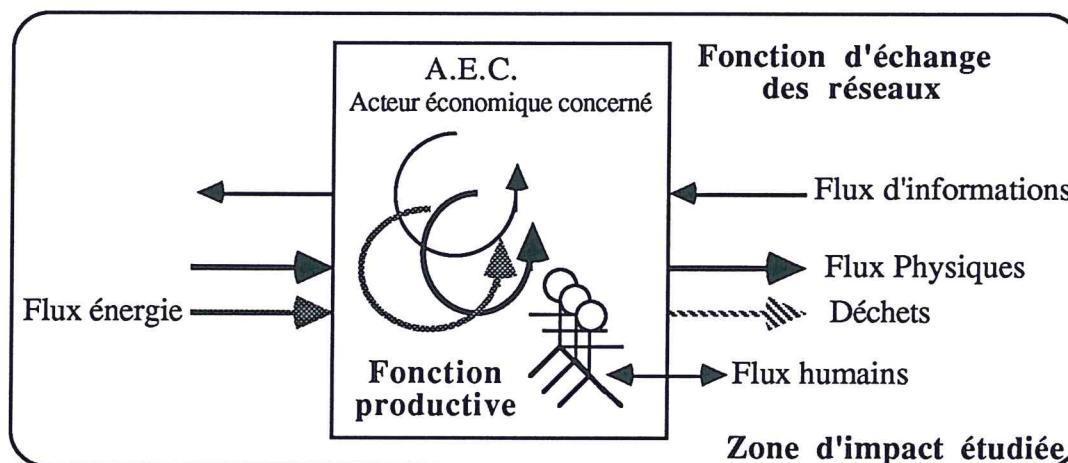
### Le concept d'acteur économique concerné

L'objet du présent chapitre est de fournir un guide d'identification des impacts économiques redoutés, en nous concentrant sur l'approche des coûts induits par la propagation des événements initiateurs. Pour ce faire, nous définissons le concept générique d'acteur économique concerné (AEC). Un AEC est pour nous un individu, une organisation (administration ou entreprise) ou tout autre forme "productive", située dans la zone d'impact étudiée (ici la commune de Vitrolles) et "alimentée" par un ou plusieurs des réseaux étudiés.

Nous appelons fonction productive l'ensemble des actions d'un acteur économique rendues possibles grâce aux flux véhiculés par les réseaux auxquels il est connecté.

Nous appelons fonction d'échange la mission des réseaux vis-à-vis des acteurs économiques.

Figure 3 : Modélisation d'un acteur économique concerné



Ce concept d'AEC nous permet d'envisager le coût des risques induits aussi bien au niveau de la population (importants dans une zone à dominante urbaine, ce qui est le cas de la zone d'impact que nous étudions) qu'au niveau des activités industrielles et commerciales susceptibles d'être touchées (ce qui est particulièrement pertinent pour une ville comme Vitrolles), sans pour autant avoir à distinguer les deux lors de la mise en oeuvre de la méthodologie.



### **Événements économiques redoutés**

Les réseaux étudiés, dans leur fonctionnement “normal”, permettent aux AEC d’approvisionner [évacuer] des produits, des informations, des ressources humaines, de l’énergie.

Un premier événement économique redouté est l’interruption de la fonction d’échange qu’autorise les réseaux (interface avec l’extérieur) que nous appelons rupture de flux. Elle se traduit par un isolement de l’acteur économique et généralement par une incapacité à produire ou agir qui représente un coût non négligeable pour l’AEC (exemple du coût des grèves postales, des pannes EDF...).

La rupture de flux (en produits, en information, en ressources humaines ou en énergie) correspond à une “coupure apparente” d’un réseau qui alimente un acteur économique. Les origines de cette coupure apparente ne nous intéressent pas ici.

Un fonctionnement anormal d’un réseau peut aussi constituer une menace pour l’intégrité de l’acteur économique, c’est-à-dire peut entraîner la dégradation ou même la destruction des composants (matériels et humains) internes de l’AEC. Ceci constitue un autre type d’événement redouté.

### **Notion de facteur de non - propagation propre à l’AEC**

Un acteur économique n’est cependant en général pas alimenté par un unique réseau pour assurer une fonction d’échange donnée. Il peut par conséquent pallier une rupture, surtout si elle doit être durable, par la mise en place de nouveaux circuits utilisant un réseau de substitution ou une section de réseau de substitution. Il est nécessaire de connaître l’existence de ces réseaux possibles et des moyens de substituer les réseaux ou les sections de réseaux pour imaginer le “coût de réorganisation” que cela représente et qui entre dans la coût du risque.

Remarquons que certains AEC peuvent pour se prémunir de certaines ruptures de flux potentielles concevoir des facteurs de non - propagation qui leur seront propres et qui leur permettront de suppléer aux situations redoutées. Indiquons que ces facteurs de non - propagation propres aux AEC constituent des décisions autonomes des acteurs, souvent non contrôlées (par une instance officielle) et par conséquent difficilement coordonnables lors de la production d’une situation redoutée. Ces décisions peuvent notamment conduire à de nouvelles situations de réseaux potentiellement porteuses de nouveaux événements initiateurs (dûs par exemple à des sur - utilisations de certains réseaux non prévus pour).

### **Au delà de l’AEC : l’environnement écologique**

L’évaluation du coût du risque nous conduit à élargir la notion d’AEC à l’environnement écologique dont la fonction productive est d’offrir des espaces agréables (préservation des sites) et sûrs (non menaçants pour les “utilisateurs”, cas des pollutions “toxiques”).

## 2.4. Evaluation de l'ampleur économique du risque

Elle consiste à évaluer le nombre et la qualité des AEC concernés par le risque ainsi que les modalités selon lesquelles ils seront touchés (rupture de flux ou menace). Pour cela il est nécessaire de déterminer la propagation du risque (ici limitée à la zone d'impact étudiée).

Nous indiquons ci-après quelques précisions sur les modes de propagation des événements initiateurs.

### *Démultiplication*

Les réseaux étant les supports de fonctions d'échange, les impacts de tout événement initiateur se propageront selon les "lignes" de ces réseaux. Cependant chaque "noeud" sur le réseau représente une démultiplication potentielle des impacts sur les lignes interconnectées en ces points. Les impacts se feront potentiellement sentir pour tous les AEC desservis par le réseau.

Une cartographie de la zone d'impact est donc indispensable pour définir l'espace de propagation. Cette cartographie fera apparaître les AEC de la zone d'impact étudiée et leur "embranchement" aux réseaux étudiés (voir figure 4).

### *Notion d'effet tunnel*

Dans la propagation des événements initiateurs, la ligne est considérée imperméable. Ainsi un événement initiateur d'un réseau qui traverserait la zone d'impact étudiée sans desservir d'acteur économique dans cette zone (cas de l'événement ej figure 4) n'aurait aucun impact économique dans cette zone.

Ce facteur mis en évidence par la cartographie des réseaux nous permet d'éliminer la modélisation de certains réseaux sur le plan économique.

### *Double sens*

La propagation des impacts ne se fait pas selon l'unique sens de circulation des flux (même si le réseau est à sens unique). Toute interruption des fonctions d'échange conduira : à une rupture dans le sens de circulation, mais aussi dans le sens inverse à une possible accumulation.

Ce facteur est à prendre en compte dans la recherche des sites potentiellement concernés par un événement initiateur.

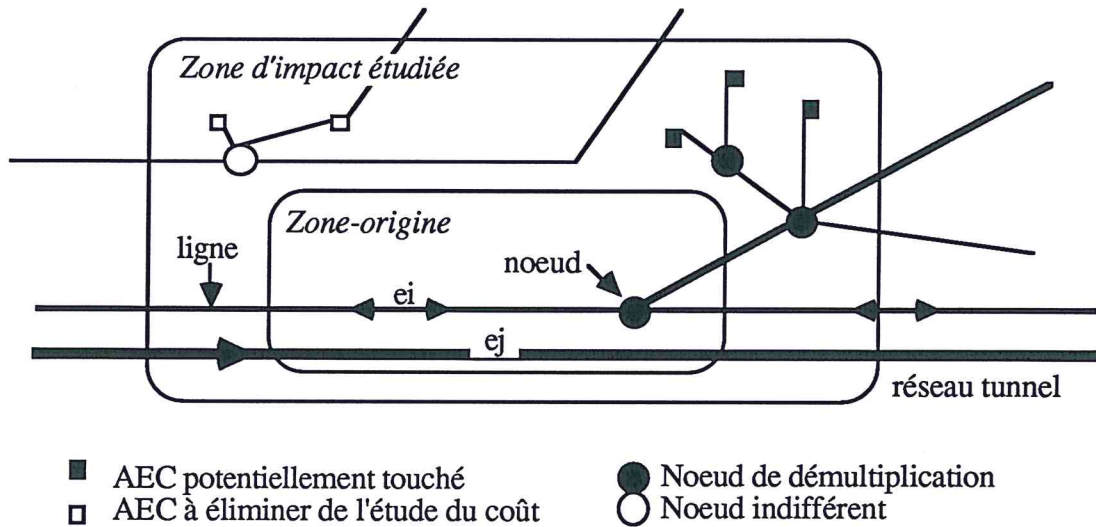
De même dans l'étude des impacts d'un événement initiateur sur un réseau qui n'est pas à sens unique de circulation, un acteur peut subir les deux types d'impact.

Il est par conséquent important dans la modélisation des réseaux d'intégrer la notion de sens de circulation des flux sur le réseau.



La modélisation des zones étudiées pourra être fait sous forme de carte permettant d'imaginer la propagation d'un événement initiateur.

Figure 4 : Carte de propagation d'un ei



## 2.5. Facteurs constitutifs du “coût du risque”

Ils sont relatifs à la valeur des composants des réseaux (évaluation du coût direct des événements initiateurs), à la valeur des éléments circulant sur les réseaux (le flux), la valeur des éléments exposés\* chez les acteurs économiques et la valeur des perturbations subies par les acteurs économiques suite aux situations et événements redoutés (coûts induits).

•L'intégrité du réseau détermine si le réseau est atteint et par conséquent s'il peut ou non assurer sa fonction d'échange, donc s'il sera nécessaire de réorganiser ou non (par des facteurs de non - propagation) la fonction d'échange. Le coût intègre la valeur des composants du réseau touché, ainsi que les coûts de la désorganisation induite par le retard / la coupure dans l'alimentation liée à la non - intégrité du réseau, le coût du changement d'organisation s'il est nécessaire de mettre en place une organisation de substitution, auxquels s'ajoutent tous les coûts induits par la phase transitoire de réorganisation.

•L'intégrité du flux détermine s'il y a perte ou non d'une partie du flux circulant. Le coût doit intégrer à la fois le coût du flux éventuellement perdu, mais aussi les coûts de la désorganisation induite par le retard / la coupure dans l'alimentation liée à la perte de flux.

•L'intégrité du système productif détermine si l'acteur économique est touché dans son intégrité productive et s'il sera nécessaire de réorganiser ou non la fonction de production. Les coûts qui peuvent se cumuler sont : le coût des "machines" éventuellement perdues ou de leur remise en état, éventuellement le coût des "en-cours de production" perdus, les coûts de la désorganisation induite par le retard dans la "production", les coûts de la réorganisation plus ou moins temporaire de la fonction de production (par exemple recours à la sous-traitance).

Rappelons que la notion de production est ici prise au sens large, c'est-à-dire englobe toutes les actions de l'AEC permises par les échanges avec les réseaux.

Dans chaque cas de propagation d'un ei, il est nécessaire de définir les trois états d'intégrité et de cumuler les impacts.

L'estimation du coût global suppose par conséquent une appréciation de l'effet dans le temps des conséquences de l'événement initiateur, de la situation redoutée ou de l'événement redouté. Le coût induit d'une situation redoutée ou d'un événement redouté (exemple d'une coupure prolongée de l'autoroute, de la destruction d'entreprises, d'une pollution sur l'écosystème...) s'évalue en effet sur la durée, ce qui suppose de qualifier la "durée" des fi et Ei.

Nous proposons de retenir comme critères principaux de la durée :

- la durabilité de la situation ou de l'évènement redouté : de temporaire à définitive
- la rapidité des effets : immédiats ou différés
- la longévité des effets : de ponctuelle à permanente.

Remarquons que l'intensité des effets est évalué par la "gravité".

*Exemple 1* : un accident (ei) sur une autoroute qui ne fait que ralentir le flux (fi) le temps que l'accident soit évacué et que la circulation reprenne, représente une situation temporaire et dont les effets sont ponctuels (ne concerne que les véhicules retardés). Les effets immédiats sont les pertes occasionnées dans l'accident, les effets différés sont liés aux retards occasionnés.

*Exemple 2* : la destruction d'un train avec destruction de la ligne ferroviaire (fi) représente pour les usagers de la SNCF (personnes comme entreprises), une interruption définitive (le réseau est indisponible) et permanente (tant que la ligne n'a pas été reconstruite, ce qui obligera les usagers à s'organiser autrement) et d'intensité d'autant plus importante qu'ils sont tributaires ce mode de transport. Les effets sont essentiellement ici différés (liés aux retards et aux réorganisations nécessaires).

*Exemple 3* : la destruction d'un réseau d'alimentation énergétique (fi) (type EDF) entraînant la destruction de machines dans des sites industriels (Ei) (par sur-intensité par exemple)



représente une interruption définitive (de la fonction production tant que les machines ne sont pas réparées ou remplacées), permanente (tant que la ligne n'a pas été reconstruite), et d'intensité d'autant plus importante que de nombreuses machines sont touchées. Les effets immédiats peuvent être importants (destruction directe d'éléments exposés) de même que les effets différés.

Les effets différés les plus importants sont surtout observables dans le cas de pollution massive de l'éco-système.

## 2.6. Principe d'évaluation du coût du risque

La difficulté d'avoir un chiffrage exact du coût (Cf difficultés méthodologiques) et un souci d'homogénéité dans la méthode générale préconisée, nous incite à proposer un système d'évaluation comparable à celui défini dans l'étude technique pour évaluer la vraisemblance et la gravité.

Pour chaque  $e_i$ ,  $f_i$  et  $E_i$  repéré par les questionnaires techniques, il devra être attribué en parallèle une note de coût de risque allant de 1 à 4, estimant l'ampleur du coût global qui en résulte.

Comme pour l'étude technique, le principe du majorant sera retenu pour attribuer une note finale dans les matrices intermédiaires.

L'échelle proposée pour la notation des coûts est la suivante :

- 1 : coût faible "négligeable"
- 2 : coût important
- 3 : coût très important mais "supportable"
- 4 : coût insupportable.

La note de 1 ou 2 correspond à des coûts strictement matériels, le risque ne mettant en jeu ni des vies humaines, ni l'avenir d'entreprises.

La note de 3 correspond à des coûts de grande ampleur pouvant intégrer un nombre limité de vies humaines.

La note 4 correspond à des coûts de très grande ampleur, difficiles à valoriser en soi (cas de la vie humaine ou d'une pollution massive de l'éco-système) et dans le temps (les effets à longs termes sont importants mais difficiles à connaître a priori).

La note sera plus ou moins forte selon l'effet cumulé dans le temps. Le même risque sera coté différemment selon qu'il est plus ou moins durable.

### 3. DIFFICULTES METHODOLOGIQUES, POURSUITE DES TRAVAUX

#### 3-1- Difficultés méthodologiques de l'approche économique

Plusieurs difficultés se présentent pour évaluer le coût des risques.

- La première est la connaissance précisément quantifiée de certains coûts élémentaires. S'il est assez facile d'évaluer les coûts matériels directement liés à la propagation d'événements initiateurs (coût de la destruction des réseaux, d'une partie du flux de matière tel que des véhicules ou des produits, des matériels productifs chez les AEC), il n'en est pas de même du coût d'autres facteurs tels que la vie humaine ou la dégradation de l'éco-système.

Cette difficulté justifie l'adoption du système de notation, néanmoins il serait nécessaire de progresser vers une meilleure évaluation chiffrée des coûts pour réaliser le système d'aide à la maîtrise des risques suggéré dans le chapitre 1.1.

- La seconde est l'estimation a priori de la durée d'un risque et de la longévité de ses effets. Celles-ci sont très difficile à évaluer, sauf cas "d'expériences" passées, ce qui est heureusement rare pour les risques majeurs.

- Autre difficulté, la prise en compte des effets secondaires possibles d'une rupture de la fonction d'échange assurée par les réseaux chez certains acteurs économiques. Cet aspect est particulièrement sensible pour les sites industriels et commerciaux avec des effets aussi variés que des problèmes de ravitaillement pour la population (faute d'approvisionnement), de chômage (technique pour les interruption de chaîne en flux tendus, ou définitif pour les faillites induites), ou de problèmes pour certaines industries "sensibles" (traitant des produits dangereux par exemple) qui peuvent présenter un risque de pollution, ou de contamination, voire un danger mortel direct (explosion massive par exemple).

A ces difficultés s'ajoute celle du recueil des informations. Les interlocuteurs pour l'analyse économique sont multiples (notamment si on intègre tous les AEC), et sont généralement différents de ceux qui ont la connaissance technique. Les questionnaires techniques et économiques ne peuvent donc pas toujours être administrés en même temps ce qui allonge considérablement les délais d'étude, et pose le problème de la cohérence des informations recueillies.



### **3.2. Poursuite des travaux proposée**

Nous suggérons quatre voies de poursuite des travaux engagés. La première concerne l'évaluation plus précise du coût du risque, la seconde une évaluation plus juste de ce coût, la troisième d'avancer dans la conception du systèmes d'aide à la maîtrise des risques, la dernière de progresser vers une "ingénierie éco-pilotée" de maîtrise des risques.

#### **Vers une évaluation plus précise du coût du risque**

Le système de notation des coûts n'est pas satisfaisant. D'une part la note attribuée représente une valeur subjective, d'autre par elle ne permet pas d'aide à la décision d'investissement en une meilleure conception de réseaux ou la mise en place de facteurs de non-propagation plus efficaces.

Il serait nécessaire d'avoir une estimation du coût du risque (en francs). Cela pose deux problèmes :

- la validation de la méthodologie d'analyse économique, notamment dans la mesure de l'étendue (dans l'espace et le temps) des impacts, qui est suffisante pour donner une note mais peut-être incomplète pour une approche chiffrée,
- le choix du niveau de précision des coûts élémentaires que l'on prend en considération pour l'évaluation du coût du risque (choix du niveau des approximations).

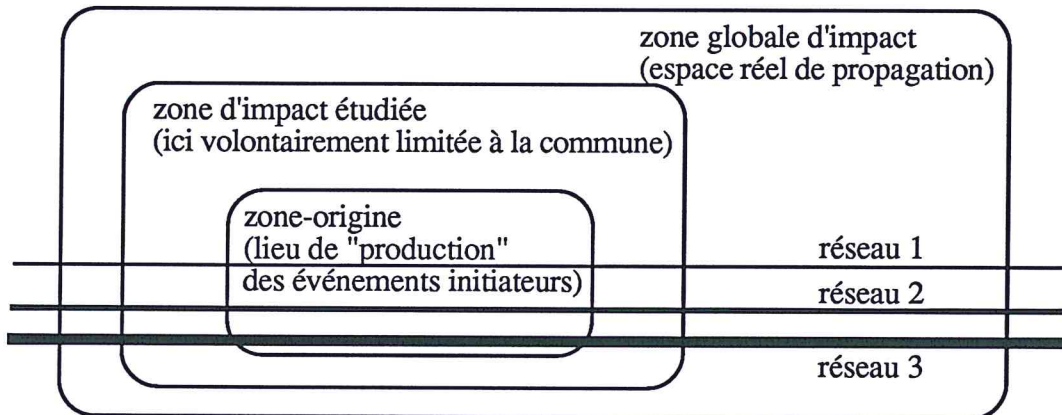
#### **Vers une évaluation plus juste du coût du risque**

Dans cette recherche, nous nous sommes volontairement limités à l'étude des impacts des risques sur la commune de Vitrolles. Ce choix ne doit pas masquer le fait que les événements initiateurs peuvent se propager bien au delà de cette zone. C'est dire que la zone d'impact réelle des événements initiateurs contient la zone d'impact étudiée, mais est a priori bien plus vaste.

La zone d'étude des réseaux définie par le contrat de recherche avec l'INGU correspond à un espace d'origine, de "production", des événements initiateurs (ei), que nous avons appelé zone-origine. La zone d'impact étudiée définie par le contrat de recherche avec l'INGU correspond à la commune de Vitrolles. Cependant certains effets des événements initiateurs seront ressentis bien au-delà de cette zone. La limitation à une zone arbitrairement choisie (quelle qu'elle soit) est réductrice (beaucoup de coûts ne sont pas pris en compte) et inacceptable sur le plan collectif (on pourrait être amené à négliger des risques importants sous le prétexte qu'ils n'affectent pas la zone d'impact étudiée (revoir la notion d'effet tunnel décrit au chapitre 1.4.).

Ceci fait apparaître trois niveaux de zones concernées :

**Figure 5 : Trois niveaux de zones concernées**



Une valorisation complète de l'impact économique des risques supposerait de travailler sur la zone d'impact réelle pour prendre en compte l'intégralité de leurs effets. Une cartographie des réseaux au delà de la zone-origine et de la zone d'impact limitée est donc indispensable à la recherche de l'espace potentiel de propagation.

Cependant la délimitation de la zone d'impact réelle est extrêmement complexe.

Nous proposons de tenter d'avancer dans la formulation d'une méthodologie, les éléments figurant au 1.4. constituant une piste pour des recherches ultérieures.

### **Vers la construction du systèmes d'aide à la décision économique**

L'objectif final d'une recherche telle que celle engagée, est bien selon nous de déboucher sur un système d'aide à la décision en matière de maîtrise des risques, ce pour agir de manière préventive dès la conception des réseaux. Quels sont les risques encourus (aspects techniques)? Quels sont les investissements à consentir, quelle sera leur rentabilité (aspects économiques)?

Le chapitre 1.1. donne une idée du système qui pourrait être développé et qui pourrait faire l'objet d'un développement informatique, couplé avec le module technique. L'évaluation chiffrée des éléments de coût (coût du risque, COSA et COSS) est cependant un préalable indispensable à cette étape.



### **Vers une “ingénierie éco-pilotée” de maîtrise des risques**

Parallèlement aux trois axes proposés, nous suggérons d'aider l'ensemble des acteurs concernés par les risques à améliorer leur représentation de ce qu'est le risque et de ses impacts.

La maîtrise des risques, l'actuelle recherche l'a montré, est une affaire “collective”. La multiplicité des acteurs engagés n'a d'égal que la diversité de leurs intérêts à la maîtrise des risques. Et ces différents acteurs n'ont en général aucune idée de la nature de ces intérêts. Ils ne mesurent pas toujours leur éventuelle incohérence globale, voire leur aspect contradictoire.

Nous proposons d'engager une action qui viserait à enrichir la représentation des différents acteurs en identifiant les projets individuels vis-à-vis des risques et les projets collectifs (multi-acteurs) qui pourraient être engagés, afin de faire émerger des finalités communes aux acteurs impliqués.

Cette proposition de prolongement de recherche s'inscrit dans les recherches sur la complexité. Elle pourrait être réalisée en co-production : les laboratoires du CRET (Aix-Marseille II) et du GRASCE (Aix-Marseille III).

## **ANNEXE 1**

### **Terminologie APSYS**

Reproduction du chapitre 0 - Terminologie  
Rapport APSYS (APSYS-ARG/NP/1478/NC)

## 0. TERMINOLOGIE

Ci-après sont présentées les définitions d'un ensemble de termes utilisés dans ce document d'analyse des risques des réseaux concentrés dans une zone urbaine.

### **Événement redouté :**

Un événement redouté désigne une situation non désirée mais envisageable au niveau de la ville ou de la région. L'événement redouté est noté dans cette étude ( $E_i$ ).

### **Situation redoutée :**

Une situation redoutée désigne un état interne non désiré mais envisageable au niveau du réseau.

Une situation redoutée est due à la perte d'une, au moins, des fonctions du réseau pouvant participer ou engendrer un événement redouté. La situation redoutée est notée ( $f_i$ ).

### **Événement initiateur :**

Un événement initiateur désigne un contexte non désiré mais envisageable affectant une fonction du réseau. L'événement initiateur est noté ( $e_i$ ).

### **Nature des éléments exposés :**

Les natures des éléments exposés apportent des précisions sur la sensibilité du réseau étudié vis-à-vis de son environnement, de sa zone géographique. Ils permettent une pondération du risque

### **Phases de vie :**

Les phases de vie d'un réseau sont au nombre de quatre :

- \* construction,
- \* exploitation,
- \* maintenance,
- \* mise au rebut.

Seules les phases de vie exploitation et maintenance sont étudiées.

### **Facteur de propagation interne :**

Les facteurs de propagation interne renseignent sur les moyens propres au réseau qui peuvent être mis en oeuvre lors de l'occurrence d'une situation redoutée. Si ces moyens internes sont défaillants, insuffisants voire inexistants la situation redoutée ( $f_i$ ) au niveau du réseau peut aboutir à un événement redouté ( $E_i$ ) (cf : méthodologie chapitre 4).

### **Facteur de propagation externe :**

Les facteurs de propagation externe renseignent sur les moyens externes au réseau qui sont mis en oeuvre lors de l'occurrence d'une situation redoutée (services de secours par exemple). Les moyens externes au réseau sont sollicités soit lorsque la situation redoutée dépasse les capacités/compétences des moyens internes soit lorsque le réseau ne possède pas de moyens internes.

## **ANNEXE 2**

### **Glossaire CRET**

## PRINCIPAUX CONCEPTS DEFINIS

### A propos des zones de travail

Trois niveaux d'espace peuvent être définies : la zone-origine des dysfonctionnements des réseaux, la zone d'impact globale qui correspond à tous les sites touchés, la zone d'impact étudiée qui en est une restriction volontaire.

La zone d'étude des réseaux définie par le contrat de recherche avec l'INGU correspond à un espace d'origine, de "production", des événements initiateurs (ei) : c'est notre zone-origine. La zone d'impact étudiée définie par le contrat de recherche avec l'INGU correspond à la commune de Vitrolles.

### A propos des réseaux

Un réseau est structuré par des lignes et des noeuds. Les noeuds permettent des interconnexions entre réseaux identiques ou non (notion d'intermodal en transport).

Les réseaux étudiés, dans leur fonctionnement "normal", permettent aux AEC d'approvisionner [évacuer] des produits, des informations, des ressources humaines, de l'énergie. Nous appelons fonction d'échange cette mission générique des réseaux vis-à-vis des acteurs économiques.

Coupure "apparente" d'un réseau : interruption de la fonction d'échange assurée par le réseau (par indisponibilité de l'infrastructure, arrêt d'exploitation, ou par incident le rendant indisponible).

Réseau de substitution : réseau, ou section de réseau, susceptible d'être utilisé pour assurer la fonction d'échange en remplacement du réseau en coupure apparente. La mise en place de nouveaux circuits utilisant un réseau de substitution ou une section de réseau de substitution pour pallier une rupture, surtout si elle doit être durable, représente un coût de réorganisation qui doit être inclus dans le coût du risque.



## A propos des événements redoutés

Un acteur économique concerné (AEC) est un individu, une organisation (administration ou entreprise) ou toute autre forme “productive”, située dans la zone d’impact étudiée (ici la commune de Vitrolles) et “alimentée” par un ou plusieurs des réseaux étudiés. C’est au niveau de l’AEC qu’on étudie les coûts induits des  $f_i$  et  $E_i$ .

La fonction productive d’un AEC est l’ensemble des actions (la production est ici prise au sens large) d’un acteur économique rendues possibles grâce aux flux véhiculés par les réseaux auxquels il est connecté.

La rupture de flux est l’interruption de la fonction d’échange qu’autorise les réseaux (interface avec l’extérieur), elle se traduit par un isolement de l’acteur économique et généralement par une incapacité à produire ou agir qui représente un coût non négligeable. C’est un événement économique redouté. La rupture de flux (en produits, en information, en ressources humaines ou en énergie) correspond à une coupure apparente d’un réseau qui irrigue la fonction productive d’un acteur économique.

Un fonctionnement anormal d’un réseau peut aussi constituer une menace pour l’intégrité de l’acteur économique, c’est-à-dire peut entraîner la dégradation ou même la destruction des composants (matériels et humains) internes de l’AEC. Ceci constitue un autre type d’événement redouté.

Un AEC peut concevoir des facteurs de non - propagation propres pour se prémunir de certaines ruptures de flux potentielles et qui lui permettront de suppléer aux situations redoutées. Indiquons que ces facteurs de non - propagation propres aux AEC constituent des décisions autonomes des acteurs, souvent non contrôlées (par une instance officielle) et par conséquent difficilement coordonnables lors de la production d’une situation redoutée.



## A propos de l'évaluation des impacts

Le coût du risque est le cumul des coûts liés à l'occurrence d'événements initiateurs\* (ei), de situations redoutées\* (fi) et d'événements redoutés\* (Ei), dans les conditions actuelles des réseaux décrits (situation géographique, facteurs de non - propagation\* internes et externes actuels).

Le contexte (actuel) des zones origine et d'impact étudiées intègre des facteurs de non - propagation internes et externes actuels qui représentent un coût d'obtention de la sécurité actuelle (COSA).

Le coût d'obtention de la sécurité souhaitée (COSS) est le coût pour éviter l'occurrence d'événements redoutés jugés inacceptables ou qu'il est économiquement possible et souhaitable d'éviter. Pour éviter qu'un événement initiateur ne conduise à un ou plusieurs événements redoutés et à d'importants coûts associés, la collectivité (les exploitants de réseaux, les pouvoirs publics, voire les usagers...) peut en effet accepter de financer la mise en place de nouveaux facteurs de non - propagation internes et/ou externes, voire de consentir à de nouveaux investissements en conception de réseaux plus sûrs.

Un événement initiateur (ei) sur un réseau se traduit par des impacts économiques directs et induits qui seront plus ou moins importants selon sa propagation.

Les critères d'évaluation du cumul dans le temps des impacts économiques des risques sont : la durabilité de la situation ou de l'évènement redouté : de temporaire à définitive, la rapidité des effets : immédiats ou différés, la longévité des effets : de ponctuelle à permanente.

Remarquons que l'intensité des effets (de faible à importante) est évalué par la "gravité".

Facteurs influençant l'importance de l'impact logistique : l'état d'intégrité des réseaux, des éléments circulant (le flux) sur les réseaux et des éléments exposés chez les acteurs économiques.

## **ANNEXE 3**

### **Compléments à apporter au rapport APSYS (APSYS-ARG/ NP/1478/NC)**

Chaque complément souhaitable -numérotées (i)- est repéré par le chapitre du rapport APSYS (version APSYS-ARG/NP/1478/NC), la page, la localisation et en italique le passage après lequel s'insère le complément.

Ces compléments ne concernent que de courtes modifications. Les contributions plus subséquentes (chapitre 4-3 et chapitre 6) sont traitées dans les parties 2 et 3 du présent rapport.

**Ch 0,p5, dans “Nature des éléments exposés”**

*Ils permettent une évaluation du risque et du coût.* (1)

**Ch 0,p5, fin de la page** (Après “facteurs de non - propagation internes et externes”)

L'évaluation du coût des événements redoutés pourra permettre de mieux apprécier la pertinence et de mieux “justifier” les investissements dans des facteurs de non - propagation internes comme externes. (2)

**Ch 4-1, p16, fin 1er paragraphe**

La méthodologie pourra aussi constituer une aide à la décision en matière de conception de réseaux : maîtrise de leur vulnérabilité et de leur agressivité, maîtrise des événements initiateurs et des situations redoutées par la mise en place de systèmes d'exploitation adaptés (facteurs de non - propagation internes et externes). (3)

**Ch 4-1, p17, fin paragraphe 3.**

Remplacer “*le fonctionnement, la sécurité et les coûts au niveau du réseau*” par : le fonctionnement et la sécurité au niveau du réseau et de maîtriser les coûts (aussi bien pour l'exploitant du réseau que pour la collectivité) liés à l'éventuelle propagation de l'événement initiateur. (4)

**Ch 4-1, p18, fin paragraphe 2.**

Ajouter à “*la gravité de ses conséquences*” : et de leur coût global. (5)

**Ch 4-1, p18, fin du chapitre**

-le coût global sera évalué à partir des coûts directs des événements initiateurs, les coûts liés à l'occurrence de la situation redoutée et les coûts induits au niveau des événements redoutés (voir chapitre 4-3). (6)

**Ch 4-2, p18, dans la matrice**

Plutôt que “*destruction du tissu urbain*”, trouver un intitulé qui ajoute la dimension “destruction ou perturbation du tissu social et économique”. On peut retenir la proposition “atteinte à l’organisation urbaine”. (7)

Remarque valable pour les autres matrices.

**Ch 4-2, p19, début de page**

“à l’intersection de chaque ligne/colonne” 3 notes

[.....]

- le coût global des conséquences de cet événement.

Signalons chaque note apporte un élément de décision différent et que seule la confrontation de ces trois notes permet d’évaluer correctement les risques et l’intérêt de la mise en place de mesures préventives qu’elles soient dans la conception des réseaux ou leur exploitation.

Par exemple un événement improbable et peu grave pourra avoir un coût tel -si l’événement redouté arrive- qu’il exigera que des mesures préventives soient prises. (8)

**Ch 4-2, p19, fin de page**

“*permet de présenter la gravité*” et les coûts “*des conséquences de la ...*” (9)

**Ch 4-2, p20, paragraphe 1**

Voir remarque (8) pour les notes, ici 2 notes (pour ajouter le coût) (10)

Remarque : le reste du texte est OK pour l’aspect économique sauf qu’il manque les questions dans les questionnaires (Cf premier rapport CRET).

**Ch 4-2, p20, dernier paragraphe**

“*en limitation de ses conséquences*” (gravité et coût) “*au niveau de.....*” (11)



**Ch 4-5, p23, dernier paragraphe**

*“l'évaluation de la gravité des conséquences”* et de leur coût *“(par une... (12)*

**Ch 5, page 24**

Remarque : l'analyse économique n'ayant pas été validée, il nous semble malhonnête de présenter des résultats “truqués” ou “bâclés”. En introduction du chapitre 5, il serait souhaitable de le dire pour justifier l'absence de résultats (la note coût dans les matrices), tout en signalant qu'on valide déjà la méthodologie sur la gravité. (13)

Proposition à placer en début de paragraphe :

Les résultats présentés ci-après ne concernent que l'analyse des risques sous l'angle technique, c'est-à-dire la vraisemblance et la gravité. La complexité de l'analyse économique (voir difficultés méthodologiques) ainsi que la nécessité de valider la méthodologie sur la gravité (celle sur les coûts étant relativement proche) nous a incité à écarter pour la présente étude l'évaluation des coûts des risques.

**Ch 6-1, p40**

Ajouter après la matrice :

La méthode complète conduira à ajouter une troisième note. Un événement sera par conséquent évalué par : sa vraisemblance, sa gravité (strictement technique), son coût.

Les notes relativement élevées obtenues sur la gravité sont certainement à nuancer, les experts sollicités, en l'absence de distinction précise entre les aspects économiques et techniques ont probablement implicitement agréger les deux lors des réponses aux questionnaires. (14)

**Ch 6-1, p43**

A la fin des présentations de risques et recommandations, dire que face au “coût des risques” (évalués par la méthodologie économique), il y aura un “coût des recommandations” et que la meilleure connaissance du coût du risque constituera une aide à la décision d'investissements aussi bien dans des facteurs internes (qui incombent plutôt actuellement aux gestionnaires de réseaux) et que des facteurs externes. (15)