



**HAL**  
open science

# Eléments méthodologiques pour l'analyse de l'impact économique des risques inhérents aux réseaux

Nathalie Fabbe-Costes

► **To cite this version:**

Nathalie Fabbe-Costes. Eléments méthodologiques pour l'analyse de l'impact économique des risques inhérents aux réseaux. [Rapport de recherche] CRET. 1992. hal-01290879

**HAL Id: hal-01290879**

**<https://hal.science/hal-01290879>**

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”**

**ELEMENTS METHODOLOGIQUES  
POUR L’ANALYSE DE L’IMPACT ECONOMIQUE  
DES RISQUES INHERENTS AUX RESEAUX**

**Nathalie FABBE-COSTES**

**Introduction : objet du rapport**

Ce premier rapport représente le résultat attendu de la phase 1 ainsi que le travail méthodologique de la phase 2 de la convention de recherche entre le CRET et APSYS.

Il a un caractère méthodologique et conceptuel. Il participe à la construction d’un référentiel commun aux intervenants de la recherche. Il définit un certain nombre de concepts que les partenaires doivent par conséquent valider et compléter.

Il pose quelques questions auxquelles la poursuite de la recherche devrait apporter des réponses.

## **1. Cadre de référence**

### **1.1. Domaine étudié**

Un dysfonctionnement sur un réseau se traduit par des d'impacts économiques directs et indirects. Les impacts directs concernent principalement l'exploitant du réseau ainsi que les usagers et l'environnement directement concernés par le dysfonctionnement. Sans négliger l'importance de ces impacts, nous les écartons de cette phase de travail méthodologique pour concentrer notre réflexion sur les impacts indirects plus difficiles à évaluer.

L'analyse de l'impact économique indirect des risques inhérents aux réseaux sera traitée par le CRET sous la vision "logistique", c'est-à-dire en nous limitant à l'évaluation de l'impact des risques pour les entreprises, en considérant de manière privilégiée leur capacité productive au sens large. Nous englobons donc les sites de production industrielle (usines), commerciale (points de distribution/vente), ou transport (entrepôts, plateformes...), certains sites pouvant d'ailleurs cumuler ces fonctions logistiques, et pouvons étendre les résultats aux activités de production tertiaire.

### **1.2. Fonction logistique "normale" des réseaux**

Les réseaux assurent dans leur fonctionnement "normal" une mission logistique principale d'alimentation qui peut trouver son symétrique dans l'évacuation. Les réseaux permettent aux entreprises d'approvisionner [évacuer] des produits, des informations, des ressources humaines, de l'énergie.

Les impacts évalués seront par conséquent ceux d'une interruption de cette fonction.

### **1.3. Les dysfonctionnements de réseau qui nous intéressent**

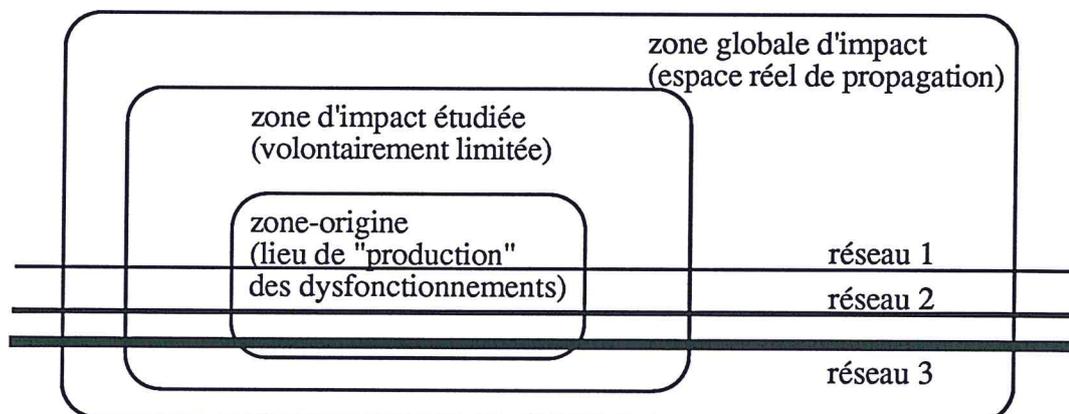
Seuls les "dysfonctionnements" des réseaux qui induisent des défaillances de la chaîne logistique nous intéressent. L'origine de ces dysfonctionnements ne nous intéressent pas. De même les "effets dominos" s'ils se produisent ne nous intéressent que dans la mesure où ils cumulent des dysfonctionnements qui ont un impact logistique.

Notre contribution à la recherche se place par conséquent en aval des travaux réalisés par APSYS. Pour "appliquer" les réflexions proposées dans cette première phase de la recherche nous aurons par conséquent besoin de connaître les réseaux sélectionnés ainsi que les principaux dysfonctionnements envisagés.

#### 1.4. Problème de la délimitation de la zone d'impact

La zone définie par le contrat de recherche avec l'INGU correspond à un espace d'origine, de "production", des dysfonctionnements. Nous l'appelons zone-origine. Cependant les effets de ces dysfonctionnements seront ressentis bien au-delà de cette zone. Jusqu'où doit-on aller pour évaluer impacts? Doit-on se limiter à cette zone-origine? Nous pensons que non. Comment dans le cas général évaluer la zone d'impact globale du dysfonctionnement? Nous tenterons d'avancer dans la réponse à cette dernière question. Ne peut-on pas se limiter dans une première phase de validation à une zone d'impact étudiée volontairement limitée, les entreprises de la commune de Vitrolles par exemple? Dans ce cas, la ville Vitrolles peut être un prescripteur d'une zone d'impact particulière.

Schéma 1 : Trois niveaux d'espace concernés



## 2. Elaboration de la méthode de travail

Pour déboucher sur un questionnaire servant de base à une description fonctionnelle des réseaux apte à permettre l'analyse des risques économiques logistiques inhérents aux réseaux, il nous a semblé nécessaire d'une part d'approfondir la notion d'événement logistique redouté par les entreprises à l'origine desquels les réseaux pourraient être, d'autre part de réfléchir aux modes de propagation des "dysfonctionnements" d'un réseau.

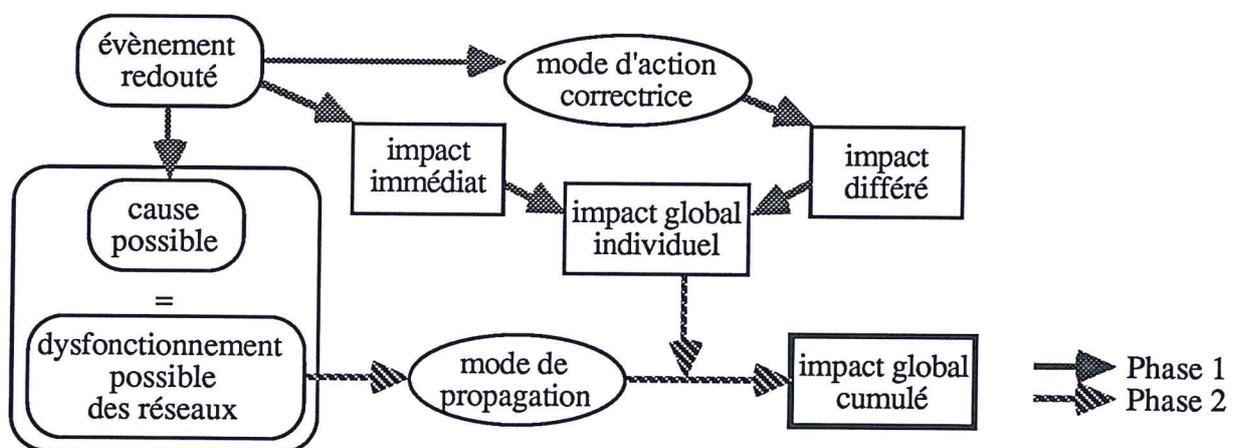
Cette double préoccupation se traduit par un travail de modélisation que nous pouvons résumer comme suit :

**Phase 1**- partir des événements redoutés, remonter sur les causes-réseau possibles, imaginer les modes d'action-type possible pour l'entreprise pour réagir et y pallier.

**Phase 2**- partir d'un dysfonctionnement-type de réseau, étudier ses modes de propagation.

La phase 1 nous donne une grille d'évaluation des impacts individuels (au sens pour chaque entreprise concernée) par événement redouté. La phase 2 nous permet d'évaluer l'ampleur de la propagation du dysfonctionnement et donc, en exploitant les résultats de 1, son impact global (impacts individuels cumulés sur l'ensemble des sites touchés).

**Schéma 2 : Principe de déroulement des recherches préalables**



### 3. Origine et impact des événements logistiques redoutés

#### 3.1. Typologie des événements redoutés (au sens logistique)

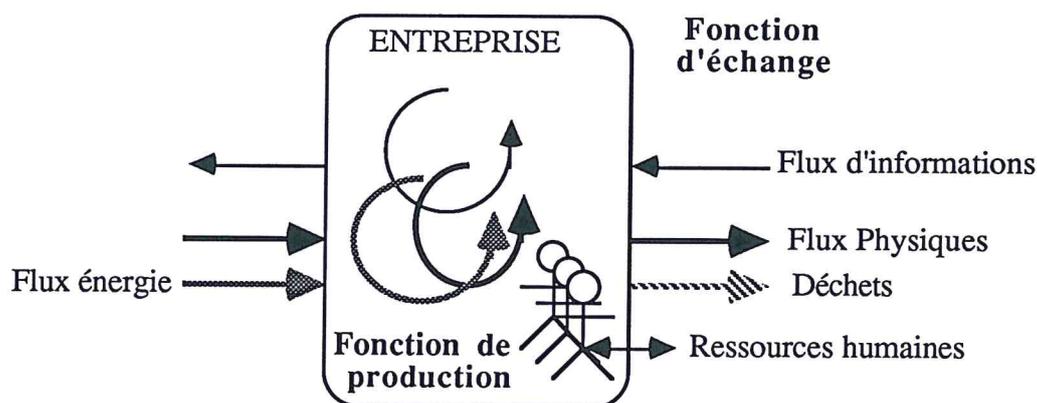
L'impact économique redouté est la rupture de la chaîne logistique de l'entreprise concernée. Celle-ci peut avoir lieu selon deux modalités :

- interruption de la fonction d'échange qu'autorisent les réseaux (interface avec l'extérieur),
- interruption de la fonction de production qu'assure l'entreprise (logistique interne).

L'interruption de la fonction d'échange (en produits, en information, en ressources humaines ou en énergie) correspond à une "coupure apparente" d'un réseau qui alimente la firme. Cette coupure apparente peut résulter d'une "indisponibilité de l'infrastructure" (par destruction ou dégradation), un arrêt dans l'exploitation de l'infrastructure (par décision de "l'exploitant" ou incapacité d'exploitation), ou d'une interruption de la circulation par incident des véhicules de transport eux-mêmes (cas qui n'a de sens que pour les réseaux de transport discontinu).

L'interruption de la fonction de production peut résulter indirectement de l'interruption de la fonction d'échange, qui se traduit par un isolement du site et généralement par une incapacité à produire. Mais elle peut aussi être directement liée à un dysfonctionnement d'un réseau d'alimentation (dans la plupart des cas il s'agit des réseaux énergétiques) qui entraîne des défaillances des moyens de production, voire leur dégradation ou même leur destruction.

**Schéma 3 : Les deux fonctions logistiques à garantir**



### 3.2. Critères d'évaluation de l'impact des événements redoutés

Les interruptions évoquées ci-dessus ont des impacts plus ou plus importants selon la valeur de certains critères qui permettent de les qualifier. Nous avons retenu comme critères dominants :

- la durabilité de l'interruption : de temporaire à définitive
- l'intensité de l'interruption : de faible à importante
- la longévité des effets de l'interruption : de ponctuelle à permanente.

*Exemple 1* : un accident sur une autoroute qui immobilise un camion sans que celui-ci soit concerné par l'accident représente une interruption temporaire (le temps que l'accident soit évacué et que la circulation reprenne), ponctuel (il ne concerne qu'un camion) et a priori de faible intensité (puisque'il n'induit qu'un retard dans l'approvisionnement).

*Exemple 2* : la destruction d'un train avec destruction de la ligne ferroviaire représente pour un site embranché SNCF, une interruption définitive (les marchandises qui étaient convoyées sont détruites), permanente (tant que la ligne n'a pas été reconstruite, ce qui obligera le site à réorganiser ses circuits d'approvisionnement) et d'intensité d'autant plus importante qu'elle aura fondé ses fonctions d'échange sur ce mode de transport.

*Exemple 3* : la destruction d'un réseau d'alimentation énergétique (type EDF) entraînant la destruction de machines dans les sites (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. (cas Electrorefractaire).

### **3.3. Précisions sur la notion de réseau de substitution**

Un site n'est en général pas "branché" sur un unique réseau pour assurer une fonction d'alimentation donnée. L'entreprise peut par conséquent pallier une interruption, surtout si sa longévité doit être permanente, par la mise en place de nouveaux circuits utilisant un réseau de substitution ou une section de réseau de substitution.

Il est donc 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" si nécessaire.

### **3.4. Facteurs influençant l'importance de l'impact logistique**

Ils sont relatifs à l'état d'intégrité des réseaux, des éléments circulant (le flux) sur les réseaux et des outils de production des sites, suite au dysfonctionnement.

Remarquons que ces états d'intégrité font partie des principaux facteurs influant sur les impacts directs des dysfonctionnements (Cf 1.1).

•L'intégrité du flux détermine si il y a perte ou non du flux. Les impacts intègrent le coût du flux éventuellement perdu, en tous cas les coûts de la désorganisation induite par le retard dans l'alimentation.

•L'intégrité du réseau détermine s'il sera nécessaire de réorganiser ou non la fonction d'échange. Les impacts sont liés au 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 système productif détermine si il sera nécessaire de réorganiser ou non la fonction de production. Les impacts 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).

*Exemple* : l'intégrité du système productif, du flux, et du réseau ne se traduit que par un "simple" retard, qui peut cependant être très critique par rapport un planning tendu.

Dans chaque cas, il est nécessaire de définir les trois états d'intégrité et de cumuler les impacts qu'ils soient immédiats (comme les pertes) ou différés (liés aux retards ou aux réorganisations nécessaires).

## **4. Propagation des dysfonctionnements des réseaux**

### **4.1. Précisions sur les modes de propagation**

#### *Démultiplication*

Les réseaux étant les supports de fonctions d'échange, les impacts de tout dysfonctionnement 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 dans tous les sites desservis par le réseau.

Une cartographie des réseaux au delà de la zone-origine est donc indispensable à la recherche de l'espace potentiel de propagation. Cette cartographie fera apparaître les sites concernés de la zone d'impact étudiée et leur "embranchement" aux réseaux étudiés.

*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 dysfonctionnement de réseaux.

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

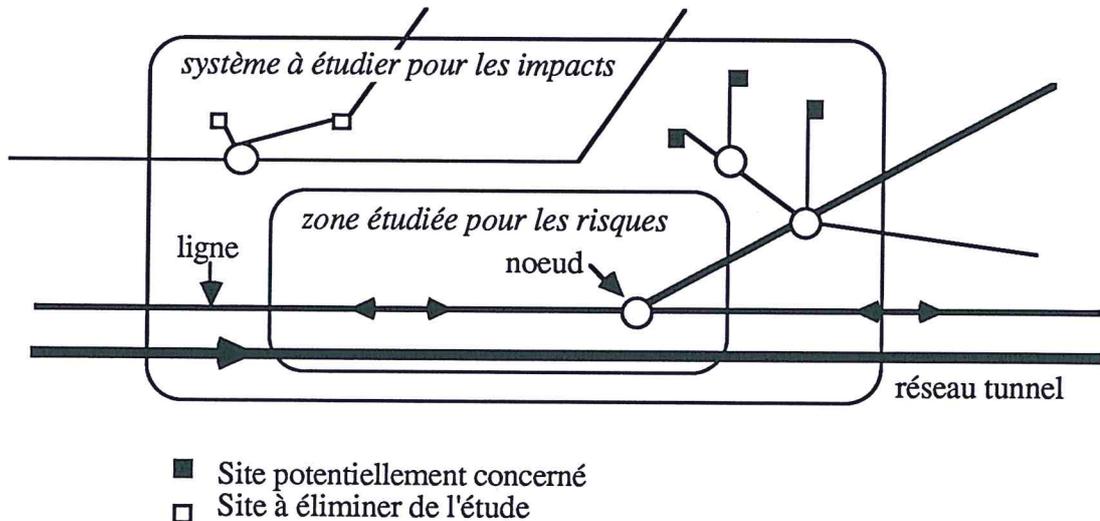
Il est par conséquent important dans la modélisation des réseaux d'intégrer la notion de sens de circulation des flux sur le réseau.

*Notion d'effet tunnel*

Dans la propagation des dysfonctionnements, la ligne est imperméable. Ainsi un dysfonctionnement d'un réseau qui traverserait la zone étudiée sans desservir d'entreprise dans cette zone n'aurait aucun impact logistique 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 logistique.

**Schéma 4 : Modèle de cartographie souhaitée**



#### **4.2. Indication des effets secondaires possibles**

De la même manière que les risques inhérents aux réseaux ont en eux-mêmes des effets “sociaux” (ils touchent la population), les effets de rupture de la chaîne logistique ont eux aussi des effets sociaux secondaires possibles.

Ce peut être le cas de rupture durable de la fonction d’échange qui isole la population de source de ravitaillement.

C’est surtout le cas dans certaines industries “sensibles” (traitant des produits dangereux par exemple) d’interruption de la fonction de production par destruction qui peut présenter un risque de pollution, ou de contamination, voire un danger mortel direct (explosion massive par exemple).

Sans approfondir l’évaluation de cet impact social qui est en dehors de notre champ, une connaissance des sites à risques serait souhaitable.

### **5. Première ébauche d’un questionnaire-type**

#### **5.1. Objet du questionnaire**

Le questionnaire doit permettre de collecter les informations nécessaires à l’évaluation des impacts économiques logistiques des risques inhérents aux réseaux. Il complète par conséquent celui élaboré parallèlement par APSYS.

#### **5.2. Définition précise des zones concernées par la recherche**

##### Quelle est la zone d’impact étudiée pour évaluer les impacts?

Pour valider la démarche d’analyse des impacts, il nous semble nécessaire de commencer par définir une zone d’impact étudiée plus grande que la zone-origine mais mieux cernée que la zone d’impact globale.

La zone-origine et la zone d’impact étudiée seront précisément repérés sur une carte plus vaste que la seule zone d’impact étudiée.

Dans la zone d'impact étudiée quels sont les sites logistiques présents?

Il est nécessaire de connaître les sites existant, leur localisation et les fonctions logistiques qu'ils assurent (production, stockage, vente...).

Les sites seront localisés sur la carte.

### **5.3. Définition et repérage des réseaux étudiés**

Quels sont les réseaux étudiés?

Les réseaux identifiés de la zone-origine seront rapidement décrit par leur fonction "logistique normale" et représentés sur l'ensemble de la carte. Les noeuds de maillage propres aux réseaux seront repérés, ainsi que les noeuds inter-réseaux.

Quels sont les exploitants des réseaux et les types d'utilisateurs?

Ces informations sont à connaître pour évaluer les impacts directs des dysfonctionnements.

Quel est le rôle des réseaux dans l'alimentation des sites?

Il est nécessaire de repérer l'embranchement des sites sur les réseaux étudiés, ce qui permet d'éliminer les sites alimentés par des réseaux extérieurs à la zone-origine étudiée.

Remarquons qu'un site peut être embranché sur plusieurs des réseaux étudiés.

Quels sont les réseaux, ou section de réseaux, de substitution possibles?

Il est nécessaire de compléter la carte des réseaux

-par le maillage des réseaux étudiés en dehors des liaisons entre la zone-origine et les sites étudiés, ce qui permet d'identifier des sections possibles de substitution sur un même réseau

-par les autres réseaux interconnectés aux réseaux existants et auxquels sont embranchés les sites étudiés.

On pourra utiliser des modes de représentations différents pour les deux catégories de réseaux.

### **5.4. Les sites subissant effectivement les impacts**

Quels sont parmi les réseaux sur lesquels un site est embranché ceux qui ne sont pas utilisés?

Ces réseaux sont alors à éliminer de l'étude de propagation mais ils sont à envisager pour les substitutions.

Quelles est l'importance effective pour chaque site de la fonction logistique que remplit chacun des réseaux auxquels il est embranché?

Seules des enquêtes auprès des entreprises étudiées nous permettraient d'évaluer l'usage des réseaux et de mieux mesurer les risques probables qui leur sont associés.

Certains exploitants de réseau (EDF, SNCF...) peuvent néanmoins apporter des éléments de réponse à cette interrogation.

### **5.5. A propos des dysfonctionnements possibles des réseaux**

L'évaluation des causes possibles d'événements redoutés n'a été à proprement parlé approfondie, il nous semble indispensable de se synchroniser avec les travaux d'APSYS pour éviter des décalages.

Insistons cependant sur le fait que le point de départ de notre évaluation est le dysfonctionnement d'un réseau (ou plusieurs dysfonctionnements) induisant rupture de sa fonction logistique.

Nathalie FABBE-COSTES

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

Avenue Gaston Berger  
13625 AIX-en-Provence Cedex 1

**CONVENTION CRET-APSYS N°343**

**RECHERCHE "RISQUES ET RESEAUX"**

**GLOSSAIRE**

**du rapport**

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

**Nathalie FABBE-COSTES**

## PRINCIPAUX CONCEPTS DEFINIS

### 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).

“dysfonctionnements” d'un réseau : événement-catastrophe qui survient sur un réseau.

coupure “apparente” d'un réseau : par indisponibilité de l'infrastructure, arrêt dans l'exploitation de l'infrastructure, ou par incident du véhicule de transport.

réseau de substitution : réseau, ou section de réseau, susceptible d'être utiliser pour assurer la fonction d'échange en remplacement du réseau en dysfonctionnement.

### A propos des zones de travail

Trois niveaux d'espace sont concernés : 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.

### A propos des événements redoutés

événement logistique redouté : propagation d'un dysfonctionnement de réseau qui a un impact logistique sur un site d'entreprise, c'est-à-dire qui conduit à une rupture dans la chaîne logistique des entreprises.

rupture de la chaîne logistique : existe dès qu'il y a interruption de la fonction d'échange ou interruption de la fonction de production.

fonction de production : fonction logistique interne de l'entreprise, la production est ici prise au sens large.

fonction d'échange : capacité à irriguer la fonction de production par les réseaux auxquels l'entreprise est interfacée.

### **A propos de l'évaluation des impacts**

Critères d'évaluation de l'impact des événements redoutés : la durabilité de l'interruption (de temporaire à définitive), son intensité (de faible à importante), la longévité de ses effets (de ponctuelle à permanente).

Facteurs influençant l'importance de l'impact logistique : l'état d'intégrité des réseaux, des éléments circulant (le flux) sur les réseaux et des outils de production des sites, suite à la défaillance.