



# Aversion pour le risque

Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité  
Rapport de synthèse  
31 octobre 2008

Risikoart	Kürzel (vgl. Anhang A1)	Jahr	Anzahl Todesopfer	Monetarisiertes Schadensausmass (in Mio. CHF)
Risikokonversionsansätze	armasuisse	2004		
	ANPRALL	2006		
	BÜ	1986		
	CBA	2001		
	DB	1983		
	Gefahrgutrisiken		2*	
	Eisenbahntunnel		1	
	Eisenbahntunnel		1	
	Eisenbahntunnel		1	
	Eisenbahntunnel		1	
Naturgefahren	TUNNEL	2003	10	100
	SANASILVA	1986		
	LAWINEN	1999		
	NATUR PLANAT	1989	4	100
	Naturgefahren			
Alle	KATARISK	2003		
	KSW	1998		
	LITAI	1980		
	ROWE	1977		
	Industrierisiken			
Technische Risiken	ACDS	1991		
	AT	1998		
	DNEPP	1989		
	FARMER	1967		
	HUBERT	1991		
NUCLEAR	2004			
ORF	1999			

$$R_m = \sum_i w_i \cdot A_i \cdot f_i \cdot \phi_i \cdot G_K$$

Ansätze mit Risikoakz

# Impressum

## Mandants

Office fédéral de la protection de la population OFPP  
Monbijoustrasse 51A  
3003 Berne  
Tél.: +41 (0)31 322 50 11

Plate-forme nationale "Dangers naturels" PLANAT  
c/o Division Prévention des dangers  
Office fédéral de l'environnement OFEV  
3003 Berne  
Tél.: +41 (0)31 324 17 81  
planat@bafu.admin.ch  
www.planat.ch

## Direction du projet

Christoph Werner, Conception et coordination, OFPP

## Groupe d'accompagnement du projet

Jürg Balmer, Conception et coordination, OFPP  
Marco Baumann, Département de l'économie des eaux et de l'aménagement des cours  
d'eau du canton de Thurgovie / Membre de PLANAT  
Michael Bründl, FNP Institut pour l'étude de la neige et des avalanches ENA  
Bernhard Gay, Section Prévention des accidents majeurs et mitigation des séismes,  
OFEV  
Franz Niederhäuser, Sécurité Environnement Impacts sur l'espace, DDPS

## Mandataire / Auteurs de l'étude

Bohnenblust, Hans	Ernst Basler & Partner SA
Holthausen, Niels	Zollikerstrasse 65
Merz, Hans A.	8702 Zollikon
	Tél.: +41 (0)44 395 11 11
	info@ebp.ch
	www.ebp.ch

## Citation recommandée

Bohnenblust, H.; Holthausen, N; Merz, H.A. 2008: *Risikoaversion – Entwicklung systematischer Instrumente zur Risiko- bzw. Sicherheitsbeurteilung. Management Zusammenfassung. Umsetzung der Strategie Naturgefahren Schweiz: Einzelprojekt B 2.1.* Office fédéral de la protection de la population OFPP, Berne, 18 p.

## Remarque

La reproduction, même partielle, n'est autorisée qu'avec l'indication des sources.

Le rapport peut être obtenu auprès de: Office fédéral de la protection de la population,  
Conception et coordination,  
Monbijoustrasse 51 A  
CH-3003 Berne  
courriel: [forschung@babs.admin.ch](mailto:forschung@babs.admin.ch).

## Table des matières

1	Situation initiale et objectifs .....	1
2	Etat des lieux (Phase 1) .....	3
2.1	Objectifs de la phase 1.....	3
2.2	Définition de la notion d'aversion pour le risque .....	3
2.3	Bases théoriques et conceptuelles .....	4
2.4	Approche de l'aversion pour le risque dans le cadre des concepts de sécurité fondés sur le risque.....	5
2.5	Approche de l'aversion pour le risque dans le cadre des concepts de sécurité non fondés sur le risque.....	7
2.6	Enseignements, conclusions et recommandations pour la suite des travaux.....	7
3	Proposition de concept d'aversion pour le risque (Phase 2) .....	11
3.1	Objectifs de la phase 2.....	11
3.2	Développement de la planification de la sécurité dans l'intérêt public .....	11
3.3	Développement de la théorie de la décision dans l'incertain .....	12
3.4	Le concept de risque et ses éléments d'appréciation .....	13
3.5	Particularités des risques d'événements rares causant des dommages de grande ampleur .....	14
3.6	Approches pratiques .....	15
3.7	Propositions de quantification des paramètres .....	16
3.8	Prise en compte future de l'aversion pour le risque .....	18
3.9	Conclusions et recommandations.....	19

### Annexe

A1 Liste des documents élaborés



# 1 Situation initiale et objectifs

La discussion est placée sous le thème de l'aversion pour le risque d'événements rares responsables de dommages de grande ampleur. Elle a pour objet les particularités liées à l'ampleur des dommages et à la rareté d'un événement, ainsi que leur intégration dans l'évaluation et l'estimation des risques. Dans ce contexte, l'aversion pour le risque désigne le phénomène voulant que, pour diverses raisons, on attache une importance disproportionnée aux risques d'événements caractérisés par une ampleur des dommages croissante malgré une probabilité d'occurrence faible à très faible, soit décroissante en termes d'échelles. Dans le cadre d'approches utilisées pour des planifications de sécurité axées sur le risque, cet aspect est pris en compte par l'introduction d'un facteur d'aversion  $\varphi$ . Une réflexion approfondie n'a toutefois jamais été menée sur cette thématique, qui demande donc des éclaircissements.

Etat de la discussion sur le thème de l'aversion pour le risque

Afin de placer la discussion future de cette problématique sur une base plus solide, l'Office fédéral de la protection de la population (OFPP)<sup>1)</sup> et la plate-forme nationale "Dangers naturels" (PLANAT)<sup>2)</sup> ont lancé un projet consacré au thème "Aversion pour le risque – Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité". Pour la réalisation du projet, l'OFPP est soutenu par le bureau Ernst Basler & Partner SA. Le projet s'inscrit dans la ligne des efforts déployés par PLANAT pour améliorer, dans le domaine des dangers naturels, les bases de la prise de décision en fonction du risque.

Lancement du projet par l'OFPP et PLANAT

La phase 1 de ce projet s'est attachée à présenter et à analyser, au sens d'un état des lieux, les approches actuelles intégrant les particularités d'événements rares, croissantes avec l'ampleur des dommages<sup>3)</sup>. A cette occasion, il a été prévu de concentrer la suite des travaux sur l'approche de la conversion du risque, sur laquelle s'appuie le concept de risque<sup>4)</sup>.

Phase 1: Etat des lieux

La phase 2 du projet sert à déterminer les particularités d'événements rares liées à l'ampleur des dommages, et la manière de les prendre en considération dans l'évaluation du risque et de la sécurité. Il s'agit ainsi de vérifier, d'approfondir et de préciser la compréhension actuelle de l'aversion pour le risque, et de présenter de façon différenciée et plus transparente l'approche intégrant un facteur d'aversion dans le concept de risque. Des données quantitatives sont par ailleurs proposées pour une fonction d'aversion.

Phase 2: Proposition de compréhension et d'application

1) En vertu de la loi, l'OFPP veille aux préparatifs visant à la maîtrise de catastrophes et de situations d'urgence. Il porte dès lors un intérêt particulier à la question.

2) Le projet "Aversion pour le risque" fait partie du plan d'action 2005 – 2008 de PLANAT "Stratégie Dangers naturels Suisse" (projet B 2.1).

3) Voir le rapport "Aversion pour le risque: Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité en ce qui concerne les risques naturels et techniques – Phase 1: Présentation et analyse d'approches actuelles", rapport final et annexes, du 31 août 2007

4) Stratégie Dangers naturels en Suisse – Sous-projet B: Méthodes-Evaluation, décembre 2004



## 2 Etat des lieux (Phase 1)

### 2.1 Objectifs de la phase 1

La Phase 1 du projet "Aversion pour le risque – Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité en ce qui concerne les risques naturels et techniques" poursuivait les objectifs suivants:

Objectifs de l'état des lieux

- Définition de la notion d'aversion pour le risque
- Bases théoriques et conceptuelles
- Approche de l'aversion pour le risque dans le cadre des concepts de sécurité fondés sur le risque
- Approche de l'aversion pour le risque dans le cadre des concepts de sécurité non fondés sur le risque
- Influence des événements sur l'aversion pour le risque
- Enseignements, conclusions et recommandations pour la suite des travaux

### 2.2 Définition de la notion d'aversion pour le risque

Une définition claire et largement acceptée de la notion d'aversion pour le risque n'a pu s'imposer jusqu'ici. La compréhension de cette notion diffère considérablement selon les points de vue et le domaine considéré (p. ex. ingénierie par rapport aux sciences humaines et sociales). Seul le domaine de la théorie de la décision et de l'utilité offre en l'occurrence une définition limpide et univoque, bien qu'un peu abstraite et restreinte. En matière de risques techniques et naturels, la compréhension de l'aversion pour le risque est peu uniforme, la référence à un cadre conceptuel clair – tel que le donne par exemple la théorie normative de la décision – faisant souvent défaut.

Divergences de compréhension entre l'ingénierie et les sciences humaines et sociales

Pour le présent travail, la principale question qui se pose quant à la notion d'aversion pour le risque est de savoir dans quelle mesure l'évaluation des risques dépend de l'ampleur des événements potentiels. Par analogie avec l'usage de cette notion au sein de PLANAT, la définition adoptée ici est la suivante:

Définition donnée par PLANAT

*L'"aversion pour le risque d'événements de grande ampleur" ou, plus brièvement, l'"aversion pour le risque" désigne un phénomène empiriquement constatable en maintes situations et théoriquement justifiable, consistant à attribuer à des événements potentiels causant d'importants dommages plus de poids que ne l'exigerait en fait la valeur probable des dommages.*

Aversion pour le risque: l'un des multiples aspects en jeu dans l'évaluation des risques

A ce propos, il convient de noter que l'aversion pour le risque face à des événements majeurs, telle qu'elle est entendue ici, ne représente que l'un des multiples aspects entrant en jeu dans l'évaluation des risques. Parmi ces aspects figurent par exemple l'"épouvante" (*dreadfulness*) qu'inspire une cause de décès, la vulnérabilité de certains groupes de personnes (p. ex. enfants ou personnes âgées), la possibilité ou non d'influer sur le risque ou l'événement dommageable, etc. Il est parfois difficile de discerner dans quelle mesure l'aversion pour le risque face à des événements majeurs ou les autres aspects cités jouent un rôle significatif.

Prise en compte explicite ou implicite dans la pratique

On distingue en principe deux modes de prise en compte de l'aversion pour le risque: 1) des approches explicites dans lesquelles l'aversion pour le risque est généralement fixée quantitativement, de façon compréhensible et pouvant être documentée, et 2) des approches implicites, soit la prise en compte indirecte, non apparente, de l'aversion pour le risque lors de décisions concernant des risques.

## 2.3 Bases théoriques et conceptuelles

Théorie normative de la décision et théorie de l'utilité espérée

La théorie normative de la décision porte sur la question de savoir comment prendre des décisions de telle façon que leurs conséquences correspondent autant que possible aux préférences du décideur. Afin de mieux comprendre le rôle et l'importance de l'aversion pour le risque dans les processus de décision, l'étude a d'abord porté sur les approches résultant de la théorie normative de la décision dans le contexte de décisions dans l'incertain. Une attention particulière a notamment été prêtée à la théorie de l'utilité espérée (*expected utility theory, EUT*). Cette théorie a pour caractéristique essentielle de décrire un comportement d'aversion pour le risque comme une fonction d'utilité (*utility function*) concave, et un comportement enclin à prendre des risques comme une fonction d'utilité convexe.

Approches types de quantification

Certaines approches types ont également été examinées afin de définir une fonction d'aversion pour le risque: il s'agit par exemple de deux modèles qui, moyennant une aversion pour le risque, visent à prendre en compte, l'un la perte de confiance, l'autre la rapidité de régénération. Ont en outre été soumises à la discussion des approches psychologiques de la perception, ainsi que de récents résultats de recherche (p. ex. thèse de Th. Plattner, recherche Abrahamsson et al.), de même que d'autres théories explicatives (p. ex. mesure de la qualité de vie [*Life Quality Index, LQI*] ou aspects juridiques).

Contribution d'autres disciplines scientifiques



## 2.4 Approche de l'aversion pour le risque dans le cadre des concepts de sécurité fondés sur le risque

L'étude des approches existantes et des principes déterminants a montré que les méthodes actuellement utilisées dans les concepts de sécurité fondés sur le risque peuvent se répartir en trois catégories distinctes:

1. *Approches fondées sur la conversion du risque*: Prise en compte de l'aversion pour le risque au niveau de la mesure du risque. L'ampleur des dommages  $A_j$  d'un événement  $j$  est pondérée d'une fonction supplémentaire d'aversion pour le risque  $\varphi(A_j) \geq 1$  – dénommée aussi facteur d'aversion – avant d'être multipliée par la probabilité d'occurrence  $p_{jj}$ , ce qui permet de déterminer finalement le risque  $R_p$  tel qu'il est perçu.

$$R_p = \sum_j p_j [A_j \varphi_j(A_j)]$$

2. *Approches fondées sur des lignes d'acceptabilité*: Prise en compte de l'aversion pour le risque lors de l'évaluation des risques, dans un diagramme complémentaire cumulatif Fréquence ou Probabilité d'occurrence ( $P$ ) – Ampleur des dommages ( $A$ ). Ce diagramme P-A comprend plusieurs zones (risque acceptable, risque inacceptable, zone de transition). Plus les dommages causés par un événement sont importants, plus l'événement doit être rare pour que le risque qu'il suppose soit considéré comme acceptable ou se situe dans la zone de transition. La pente des lignes d'acceptabilité représente implicitement une aversion pour le risque. Plus la pente absolue de la ligne d'acceptabilité est grande, plus l'aversion implicite face à des événements de grande ampleur sera forte (une comparaison directe avec les facteurs d'aversion de l'approche fondée sur la conversion du risque n'est pas possible, car l'approche fondée sur des lignes d'acceptabilité constitue un modèle d'évaluation des risques fondamentalement différent).

3. *Autres approches*, notamment celle de Haines, dans laquelle l'analyse du rapport coût-efficacité de mesures de sécurité ne part pas du principe d'une valeur probable des dommages unique, couvrant l'ensemble des valeurs en jeu. Les valeurs probables des dommages sont au contraire considérées séparément, en fonction de plusieurs domaines de dommages, et mises en corrélation avec les coûts des mesures. Ce procédé répond de fait à une aversion pour le risque face à des dommages de grande ampleur.

Les approches décrites dans la littérature spécialisée et connues des auteurs ont été analysées sur la base des caractéristiques suivantes:

- Genèse et domaines d'application
- Potentiels de dangers considérés
- Répartition selon la conversion du risque et les lignes d'acceptabilité
- Référence à l'indicateur de dommages
- Raisons de l'application de l'aversion pour le risque
- Mode de détermination de l'aversion pour le risque
- Dimension de l'aversion pour le risque

Différentes approches d'intégration de l'aversion pour le risque:

Approches fondées sur la conversion du risque

Approches fondées sur des lignes d'acceptabilité

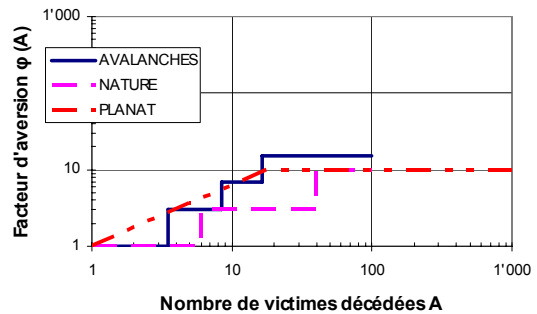
Autres approches

Caractéristiques analysées

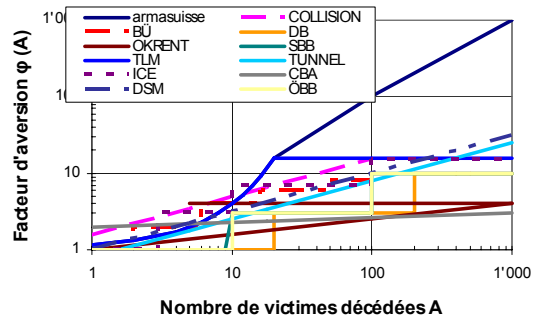
- Application dans la pratique et importance (voir, dans la figure 1 ci-après, diverses approches actuelles)

Figure 1:  
Facteurs d'aversion  
appliqués à ce jour

Approches d'aversion pour  
le risque consacrées aux  
dangers naturels:  
approches fondées sur la  
conversion du risque



Approches d'aversion pour  
le risque consacrées aux  
risques techniques:  
approches fondées sur la  
conversion du risque



## 2.5 Approche de l'aversion pour le risque dans le cadre des concepts de sécurité non fondés sur le risque

Lors de décisions en matière de sécurité, une aversion pour le risque peut également entrer en jeu dans des concepts de sécurité non explicitement fondés sur le risque, à savoir dans des concepts de sécurité fondés sur des mesures ou des normes. Divers exemples sélectionnés (normes SIA concernant les tunnels, directive et lignes directrices sur la protection contre les crues, normes SIA concernant la protection sismique) ont ainsi été examinés afin de déterminer s'ils incluent de façon démontrable un critère d'aversion pour le risque face à des événements de grande ampleur. Cet examen n'a révélé aucune influence démontrable et quantifiable de l'aversion pour le risque. On peut cependant supposer que, ponctuellement, au moment d'établir les concepts de sécurité fondés sur des mesures ou des normes, une certaine aversion pour le risque ait été spontanément et implicitement prise en compte. Un tel facteur n'est toutefois pas clairement identifiable, étant donné que divers paramètres influent simultanément sur les mesures prévues dans des prescriptions et des normes.

Analyse de l'aversion pour le risque dans des concepts de sécurité fondés sur des mesures ou des normes

## 2.6 Enseignements, conclusions et recommandations pour la suite des travaux

L'aversion pour le risque est en partie perçue de manière très diverse selon les différentes disciplines scientifiques. En général, les sciences sociales examinent des questions ayant trait à l'aversion pour le risque telle qu'elle est ressentie par les individus. Dans le domaine de l'ingénierie en revanche, l'aversion pour le risque revêt le plus souvent l'aspect d'une évaluation du risque aux fins de planification de la sécurité. Voici tout d'abord ces deux points de vue exposés brièvement.

Divers points de vue

*Aversion individuelle pour le risque:* L'aversion pour le risque est un trait caractéristique de l'être humain. Les individus sont réputés risquophobes lorsqu'ils préfèrent une valeur sûre (p. ex. leur propre capital) à une valeur probable équivalente, mais incertaine (p. ex. la valeur espérée d'un capital engagé dans un jeu de loterie). Très souvent il s'agit d'un comportement intuitif, mais celui-ci est également rationnel, l'utilité marginale de la richesse étant généralement décroissante.

Aversion individuelle pour le risque

*Aversion pour le risque dans le secteur public:* La société est en partie confrontée à des décisions semblables, mais la plupart du temps beaucoup plus complexes. Pour des événements impliquant des dommages matériels et corporels relativement restreints, les pouvoirs publics peuvent contribuer sans difficulté à la remise en état. Par ailleurs, des mesures préventives sont souvent prises en vue de la maîtrise d'événements

Aversion pour le risque dans le secteur public

ments dont les conséquences sont relativement limitées. En particulier lorsque de tels événements surviennent régulièrement, les forces d'intervention peuvent par exemple se référer à des plans d'intervention. S'il s'agit toutefois d'importants dommages matériels et corporels, les conséquences ne permettent plus d'agir de manière aussi réglée et programmée. S'ajoutent en outre des dommages indirects croissants, par exemple d'importantes pertes de production, qui se répercutent de façon négative sur l'ensemble de certains secteurs.

Surpondération d'événements majeurs, à l'aide de la conversion du risque et des approches fondées sur des lignes d'acceptabilité

Des événements provoquant de grands dommages conduisent ainsi à des situations que l'on peut généralement moins bien maîtriser. Dans la pratique, il est possible de remédier à cet état de fait en surpondérant les événements causant des dommages importants et en renforçant dès lors leur rôle dans la planification de la sécurité. Les approches de conversion du risque et de lignes d'acceptabilité appliquées jusqu'ici visent cet objectif.

#### *Enseignements d'ordre général en matière d'application*

Questions à clarifier

L'applicabilité d'une fonction destinée à prendre spécialement en compte des événements de grande ampleur pour les raisons susmentionnées est liée aux questions suivantes: Que doit-on exactement couvrir? Quelles limites sont-elles définies pour le fonctionnement du système? Fixer ces points aboutit déjà à des appréciations qui influenceront sensiblement sur le résultat.

Indicateurs de dommages et fonctions d'aversion différant selon les types de danger

En raison de la diversité des dommages liés aux dangers, on peut aisément comprendre que

- face à des dangers de différente nature, il est particulièrement indiqué de déterminer également différents indicateurs de dommages, représentant chacun un type de dommage, et que
- la même fonction ne peut être utilisée pour tous les dangers.

Effets de l'aversion en tant que base de décision dans la planification des mesures

Avant toute application, les décideurs veulent aussi et surtout savoir quels effets cet instrument de prise en compte particulière de dommages majeurs exercera sur la planification des mesures (autrement dit sur leur budget en cas de non-occurrence de dommages). Aussi des données sur les effets de la prise en compte ou non d'une dimension d'aversion dans la planification de mesures fournissent-elles une importante base de décision.

Facteurs influant sur l'importance de la fonction d'aversion

#### *Enseignements quant aux facteurs influant sur l'importance de la fonction d'aversion*

- La fonction d'aversion tend à augmenter en proportion de l'importance des dommages indirects et consécutifs qui ne sont pas analysés, et qui ne s'expriment dès lors qu'au travers de l'aversion pour le risque.
- La fonction d'aversion doit toujours se référer à un indicateur de dommages clairement défini (p. ex. victimes décédées).
- Vouloir représenter les dommages indirects et consécutifs en fonction de leur ordre de grandeur moyennant une fonction d'aversion se

heurte à l'absence de fonction d'aversion uniforme, valable et exacte pour tous les domaines d'application.

- Il est toutefois judicieux et tout à fait possible de définir, pour un indicateur spécifique à certains types de danger déterminants (p. ex. indicateur "Victimes décédées"), une fonction d'aversion pragmatique au sens d'une approximation.



## 3 Proposition de concept d'aversion pour le risque (Phase 2)

### 3.1 Objectifs de la phase 2

La façon dont notre société gère les risques est une question qui gagne sans cesse en importance. Il s'agit par conséquent de développer les bases, les connaissances et les méthodes nécessaires à la gestion des risques, cela tant au niveau des sciences naturelles, techniques et socioéconomiques qu'à celui des procédures. Dans cette démarche s'inscrit aussi le thème de l'aversion pour le risque, qui traite d'un besoin de protection particulière – croissant avec l'ampleur des dommages, et qui constitue à ce titre un élément de l'évaluation du risque dans le concept de risque. A la différence des approches actuelles, le présent rapport se concentre sur la manière dont on peut comprendre et prendre en considération le phénomène d'aversion dans l'évaluation du risque d'événements majeurs. Un modèle, de structure transparente, étayé par des chiffres et applicable dans la pratique, est présenté ci-après.

Objectifs

### 3.2 Développement de la planification de la sécurité dans l'intérêt public

Une description succincte du développement de la planification de la sécurité dans l'intérêt public<sup>5)</sup> permet de poser d'emblée le cadre au sein duquel il faut comprendre les tâches de planification de la sécurité dans l'intérêt public et, en particulier, les appréciations concomitantes. Sont ainsi brièvement abordés les domaines suivants:

Développement et aspects traités

- La manière dont la collectivité gère les questions d'appréciation, inévitables dans la mesure où répondre à la question fondamentale de la sécurité – "A partir de quel degré de sécurité peut-on s'estimer suffisamment protégé?" – suppose forcément une appréciation.
- Le droit en tant que cadre de valeurs, c'est-à-dire en tant que système de référence qui reflète les valeurs de la collectivité et fixe le cadre à l'intérieur duquel les acteurs doivent évoluer, et qui, dans le domaine des décisions sur la sécurité et le risque, se limite souvent, à des principes généraux (p. ex. obligations liées au devoir de diligence, respect du principe de la proportionnalité, application des règles techniques, etc.).

---

5) Par "planification de la sécurité dans l'intérêt public", il faut entendre un ensemble de processus, méthodes, dispositions légales, règles et recommandations fixés par la collectivité ou ses représentants légitimes afin de prévenir des risques contre lesquels la collectivité a un intérêt justifié de se défendre.

- Le développement d'une planification de la sécurité selon une approche fondée sur le risque et non plus uniquement sur les mesures et l'expérience exige une réflexion en deux temps, visant à formuler de manière précise les risques de situations dangereuses: en premier lieu, une analyse et une quantification systématiques des risques aux niveaux technique et scientifique, puis une évaluation de ces risques basée sur des critères explicites. Les mesures ne sont planifiées et décidées qu'une fois cette base établie.
- Le développement de modèles normatifs de décision qui ont, entre autres, mis en évidence l'importance des questions d'appréciation dans les décisions et montré que jusqu'ici, notre société n'a pas mené de réflexion approfondie sur ces questions et n'est pas préparée à y répondre, ni du point de vue institutionnel, ni du point de vue du contenu. Les règles sociales liées à cette thématique ne peuvent pas être fixées de manière quasi objective par les seuls experts et groupes techniques. La question "A partir de quel degré de sécurité peut-on s'estimer suffisamment protégé?" est une question d'appréciation globale, dont la réponse ne peut découler que d'une démarche interdisciplinaire et ancrée dans la collectivité.
- La distribution des rôles lors des décisions prises dans le cadre de la planification de la sécurité dans l'intérêt public.

### 3.3 Développement de la théorie de la décision dans l'incertain

Développement de la théorie de la décision et conséquences pour l'aversion pour le risque

Ce chapitre aborde les bases, théoriquement et scientifiquement étayées, requises pour comprendre les décisions dans l'incertain<sup>6)</sup> et, par conséquent, la notion de risque et le phénomène d'aversion pour le risque. Il présente le développement de la théorie de la décision et considère à cet égard les domaines suivants:

- Le problème fondamental: Bien que les individus et la collectivité soient sans cesse obligés de prendre des décisions plus ou moins importantes, l'étude approfondie des processus décisionnels et des modèles formels de décision ne s'est développée que de manière frivole. Cela vaut en particulier pour les décisions comportant un fort taux d'incertitude, comme c'est typiquement le cas en matière de planification de la sécurité. La théorie de la décision dans l'incertain montre qu'il s'agit en l'occurrence d'un problème inhérent à la subjectivité, qu'il n'existe dès lors aucune règle objective généralement valable, pas plus qu'il n'existe d'analyse suffisamment détaillée qui permette des décisions affranchies de tout système de valeurs.
- Bien que la théorie de la décision trouve réellement son élan vers le milieu du 20<sup>e</sup> siècle, son origine remonte à l'époque des grands mathématiciens des 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles déjà (pour un bref rappel du dé-

6) Dans la théorie de la décision, la notion de l'incertain signifie que, lors de processus stochastiques (aléatoires), il est dans la nature des choses que des événements ne puissent pas être prévus de manière précise, et qu'une prévision se double toujours d'incertitude et de flou, autrement dit que les choses peuvent fort bien se passer différemment de ce que l'on attendait.



veloppement de la théorie de la décision, voir le rapport complet). L'introduction de la théorie de l'utilité et de la théorie des jeux joue à cet égard un rôle capital. Ces théories ont en effet montré que les individus n'évaluent pas les situations incertaines en fonction de la valeur probable, mais que d'autres aspects d'utilité deviennent alors importants (p. ex. fonctions d'utilité non linéaires et attitude intrinsèque de l'individu face au risque [risquophobe, neutre au risque ou risquophile]).

- Les conclusions à en tirer pour un modèle de planification de la sécurité sont les suivantes: il n'existe aucune définition correcte et strictement objective du risque et, par conséquent, aucune règle correcte et strictement objective déductible pour la gestion des risques. Le risque reste toujours un concept. Dans de tels modèles, il convient de prendre en considération de manière pragmatique l'attitude fondamentale de la collectivité face aux risques, et tout spécialement l'importance particulière de l'incertitude quant aux événements rares responsables de dommages très graves.

### 3.4 Le concept de risque et ses éléments d'appréciation

Ce chapitre récapitule les éléments du concept de risque, tout en mettant en évidence les différents éléments d'appréciation. Le concept de risque donne un cadre possible pour l'analyse et l'évaluation systématiques et quantitatives des risques, ainsi que pour l'évaluation des mesures visant à réduire les risques. Il sert ainsi de base à la présente réflexion sur le thème de l'aversion pour le risque. Ce concept est divisé en trois phases:

Éléments du concept de risque:

- L'analyse du risque, laquelle traite la question du niveau des risques ("Que peut-il se passer?") sur un plan essentiellement technique et scientifique. Il s'agit en l'occurrence de montrer que toutes les étapes d'une analyse du risque comportent toujours des questions auxquelles il n'est pas possible de répondre objectivement. A titre d'exemple, il convient notamment de citer le choix des indicateurs pour la description de l'ampleur des dommages, la corrélation entre la probabilité d'occurrence et l'ampleur des dommages, ou encore les paramètres de sécurité.
- L'évaluation du risque, qui porte sur la question de savoir si un niveau de sécurité donné est suffisamment haut ("Que peut-on supporter?"). Il s'agit ici de montrer la multitude des facteurs à prendre en compte lors de telles appréciations. A ce titre, on relèvera notamment les catégories de risques, qui prennent en considération le fait que l'être humain et la collectivité sont en général prêts à accepter des risques d'autant plus grands que ceux-ci leur sont familiers, qu'ils les affrontent volontairement et qu'ils ressentent directement l'utilité de l'activité qui en résulte. Un autre exemple réside dans les valeurs limites pour le risque individuel de décès et les coûts marginaux (disposition maximale à payer) pour sauver la vie d'autrui. L'aversion pour le risque joue elle aussi un rôle important, puisqu'elle tient compte du fait que l'évaluation de l'ampleur supposée des dom-

Analyse du risque

Évaluation du risque

mages augmente de manière disproportionnée avec l'ampleur croissante des dommages potentiels causés par un événement.

- Planification des mesures
- La planification des mesures, qui contient également des évaluations à la fois implicites et explicites, telles que l'actualisation de flux de coûts ou la monétarisation des risques au moyen des coûts marginaux et des facteurs d'aversion. Les mesures ou groupes de mesures optimaux sont toutefois évalués dans le cadre d'un processus d'optimisation basé largement sur l'objectivité.

### 3.5 Particularités des risques d'événements rares causant des dommages de grande ampleur

Particularités des événements de grande ampleur: Ce chapitre constitue la partie essentielle du présent travail, dans la mesure où il justifie l'idée fondamentale qui sous-tend l'introduction de la notion d'aversion dans le concept de risque. Il met en lumière les effets qui prennent une importance disproportionnée avec l'ampleur croissante d'un événement. Ce sont en l'occurrence:

- Amplification qualitative et augmentation disproportionnée du dommage
- L'amplification qualitative et l'augmentation disproportionnée du dommage. Les catastrophes s'étendent à de multiples domaines et influent de manière toujours plus complexe sur le tissu socio-économique d'une société. Les coûts de reconstruction et de remise en état augmentent en outre de manière disproportionnée.
- Baisse de la fiabilité dans la quantification de l'ampleur et de la fréquence des dommages
- La baisse de la fiabilité lors de l'appréciation quantitative des risques du fait d'une insécurité croissante dans l'évaluation de la probabilité d'occurrence et la prévision des dommages. Plus un événement est grave et rare, plus les valeurs concrètes de l'expérience s'effacent pour faire place à des appréciations analytiques, voire intuitives de la part d'experts. Les incertitudes se multiplient alors inévitablement.
- Attitude intrinsèque face au risque
- La responsabilité particulière à l'égard d'événements caractérisés par une ampleur exceptionnelle des dommages – responsabilité désignée comme aversion au sens strict ou comme attitude intrinsèque face au risque. Cette attitude prend en compte le fait que les événements rares causant de lourds dommages sont très éloignés du domaine de l'expérience statistique et, partant, du domaine de validité des modèles statistiques, comme celui de la valeur attendue. Des enquêtes empiriques montrent en particulier que l'être humain affiche la plupart du temps un comportement risquophobe lorsqu'il s'agit de prendre des décisions sur la base d'incertitudes et de très faibles probabilités d'occurrence. L'aversion augmente face à des dommages potentiels toujours plus importants. Ce constat correspond d'ailleurs à l'effet évoqué ci-dessus, à savoir que les décideurs attachent une importance particulière à la prévention des catastrophes et, au vu des répercussions psychosociales et des conséquences imprévisibles de tels événements, jugent opportun de maintenir un degré particulièrement élevé de précaution et de vigilance.

### 3.6 Approches pratiques

Les explications concernant les particularités liées à la rareté et à l'ampleur des dommages de certains événements doivent, pour une application dans la pratique, s'inscrire dans le cadre d'approches opérationnelles. Deux facteurs sont définis à cet égard:

Répartition en deux parties:

- Le facteur complémentaire de dommage  $f$ , lequel représente l'amplification qualitative et l'augmentation disproportionnée du dommage, autrement dit l'image du dommage effectif global. En principe, des réflexions technico-économiques permettent d'en étayer l'appréciation de manière largement objective. L'analyse des dommages causés lors d'événements réels peut à ce titre servir de base. Il convient néanmoins d'observer que l'amplification des types de dommages dépend en principe du système considéré et donc que le facteur complémentaire de dommage peut théoriquement varier selon les différents systèmes.
- Le facteur d'aversion  $\varphi$ , auquel sont subordonnés les trois effets découlant de l'incertitude croissante dans l'estimation de la probabilité d'occurrence (désignée ci-après par  $\varphi_1$ ), de l'incertitude dans l'estimation des dommages (désignée ci-après par  $\varphi_2$ ) et de l'attitude intrinsèque face au risque (désignée ci-après par  $\varphi_3$ ). Ces trois facteurs partiels sont certes déterminés individuellement pour l'application pratique, mais sont au final regroupés dans un seul facteur  $\varphi$ .

Facteur complémentaire de dommage

Effets d'aversion

### 3.7 Propositions de quantification des paramètres

Base de la quantification

Ce chapitre présente des propositions de quantification du facteur complémentaire de dommage et du facteur d'aversion proprement dit. Une telle quantification est évidemment difficile. Outre les problèmes pratiques de l'élaboration d'une base de données judicieuse et la dispersion observable à cet égard, cette détermination est liée à des questions d'appréciation – le présent rapport l'a déjà clairement démontré. Aussi les propositions reposent-elles largement sur l'évaluation des auteurs de cette étude et s'inspirent-elles des approches appliquées jusqu'ici.

Facteur complémentaire de dommage

- Quantification du facteur complémentaire de dommage  $f$ :

Les propositions présentées ci-après découlent d'évaluations d'événements ainsi que d'autres réflexions. Il convient d'observer que le facteur  $f$  doit être, par définition, de 1 pour une victime décédée, puisque le facteur  $f$  ne prend en considération que l'augmentation disproportionnée des dommages.

Nombre de victimes décédées	1	10	100	1'000	10'000	100'000	1'000'000
Facteur $f$	1.0	1.6	2.5	3.4	3.9	4.2	4.3

Facteur d'aversion

- Quantification du facteur d'aversion  $\varphi$ :

La première estimation concerne les facteurs partiels  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  d'insécurité dans la détermination de la probabilité d'occurrence  $p$  et celle de l'ampleur des dommages  $A$ , prennent en considération un intervalle de confiance de 95 % (env.  $2\sigma$ ). Après les deux facteurs partiels  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  étaient fusionnés dans un facteur conjoint  $\varphi_{1+2}$ , les valeurs de lequel sont présentés ci-après:

Nombre de victimes décédées	1	10	100	1'000	10'000	100'000	1'000'000
Probabilité d'occurrence par année	5.0 p+00	1.1 p-01	6.2 p-03	2.8 p-04	1.8 p-05	2.4 p-06	5.0 p-07
Facteur $\varphi_{1+2}$	1.0	1.25	1.5	1.8	2.15	2.5	2.9

La seconde estimation s'applique au facteur partiel  $\varphi_3$ , lequel concerne l'aversion au sens strict. La question de savoir dans quelle mesure la collectivité doit tenir compte de ces effets partiels ne nécessite pas de réponse objective. Cette détermination devrait théoriquement être le fait, p. ex., d'un groupe de personnes bien informées, représentatif d'une tranche de la population, au sens d'un public de substitution. Vu l'envergure et l'exigence d'une telle démarche toutefois, la proposition présentée dans le cadre de ce projet vient encore une fois des auteurs de la présente étude.

Nombre de victimes décédées	1	10	100	1'000	10'000	100'000	1'000'000
Facteur $\varphi_3$	1.0	1.3	1.8	2.5	3.2	3.8	4.0

La combinaison des facteurs partiels  $\varphi_{1+2}$  et  $\varphi_3$  s'opère selon une multiplication, pour aboutir à la formule suivante:

$$R_m = \sum_i p_i \cdot A_i \cdot f_i \cdot \varphi_i \cdot CM$$

où:

$i$	index de scénarios
$R_m$	risque monétarisé de tous les scénarios
$p_i$	probabilité d'occurrence [/année]
$A_i$	ampleur des dommages [victimes décédées]
$f_i$	facteur complémentaire de dommage
$\varphi_i =$	$(\varphi_{1+2} * \varphi_3)$ : facteur d'aversion
$CM$	coûts marginaux

L'effet cumulé de ces facteurs est représenté dans la figure ci-après. Les facteurs partiels ont en outre été réunis au sein d'un facteur général comparable aux facteurs d'aversion existants. Sont distingués ici deux domaines relatifs à l'ampleur des dommages  $A$ : d'une part le domaine délimitant une ampleur des dommages faible à élevée (jusqu'à 1000 victimes décédées), d'autre part le domaine délimitant une ampleur extrême des dommages (de 1000 à 1 million de victimes décédées).

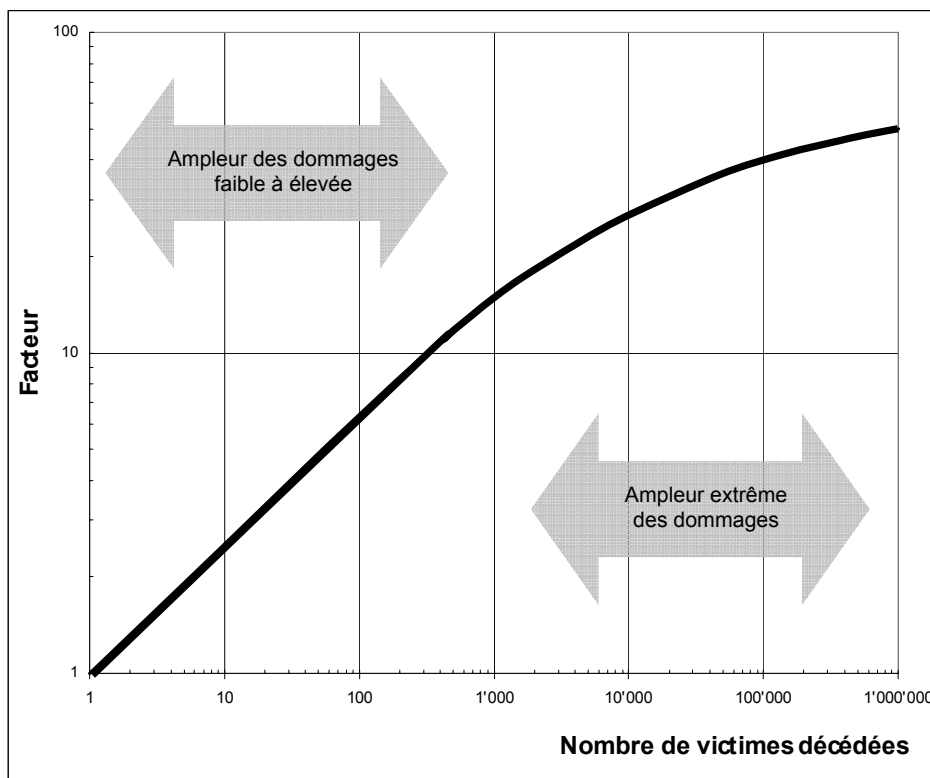
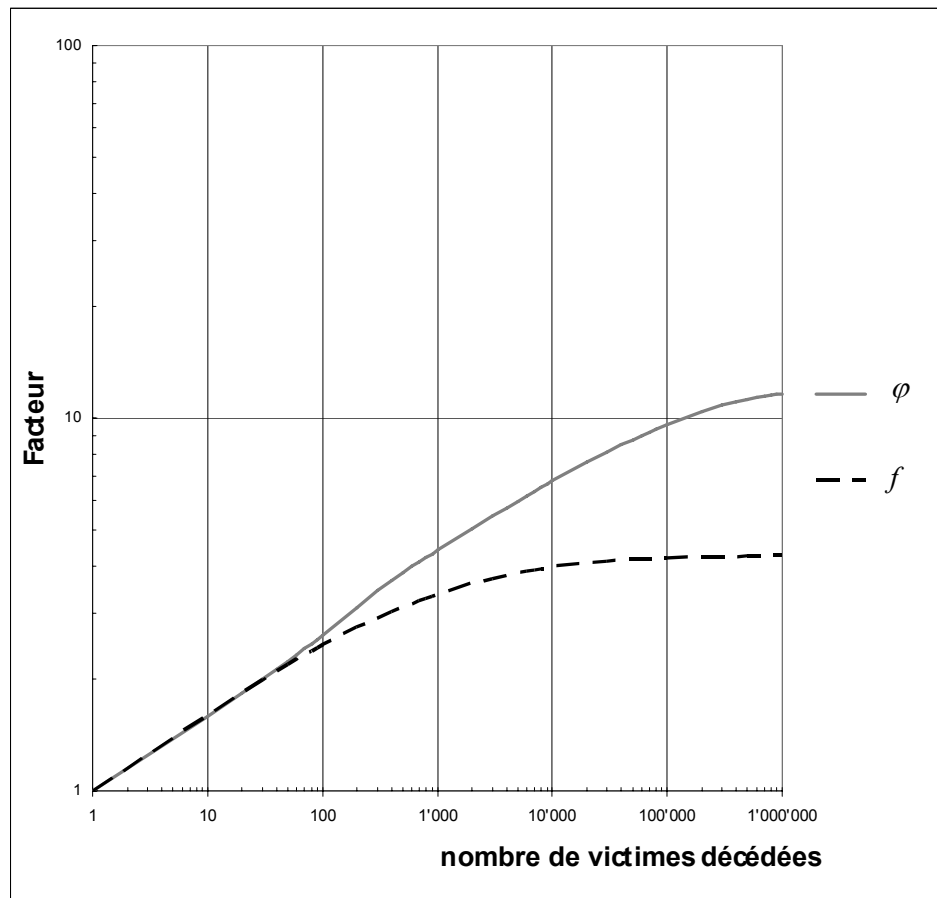


Figure 1  
Proposition de fonction  
d'aversion pour le risque et des  
fonctions partielles d'aversion

### 3.8 Prise en compte future de l'aversion pour le risque

Comme le facteur complémentaire de dommage  $f$  se fonde sur les particularités de l'ampleur des dommages et sert à l'appréciation globale de cette ampleur, il convient de prendre celui-ci en considération dans le cadre d'analyses futures de l'ampleur des dommages. D'où la proposition d'utiliser à l'avenir les fonctions représentées dans la figure 2.

Figure 2  
Fonctions des facteurs  $\varphi$  et  $f$   
lors de l'utilisation du nombre  
de victimes décédées comme  
indicateur de dommages



Jusqu'ici, les facteurs partiels se sont référés à l'indicateur de dommage exprimant le nombre de victimes décédées. Pour l'application des facteurs partiels à d'autres indicateurs de dommages, une monétarisation de l'échelle de l'ampleur des dommages est nécessaire. Jusqu'à ce que l'on dispose de plus amples connaissances pour appliquer les facteurs présentés à d'autres indicateurs de dommages, proposition est faite de monétariser l'échelle d'ampleur en multipliant le nombre de victimes décédées par des taux usuels de coûts marginaux. Les facteurs peuvent ainsi se rapporter à d'autres dommages et sont également applicables à des événements qui provoquent généralement peu de dommages corporels (p. ex. crues). La figure 3 présente la fonction du facteur complémentaire de dommage  $f$  et celle du facteur d'aversion  $\varphi$  au moyen d'une échelle monétaire en francs.

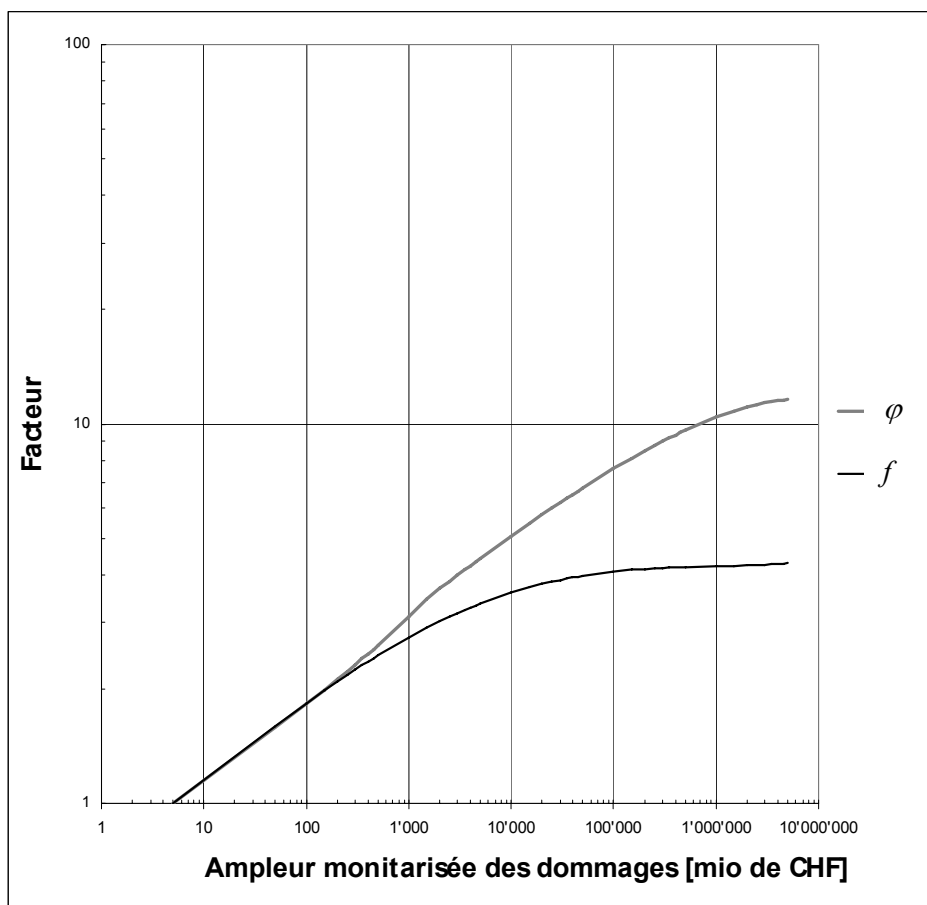


Figure 3  
Fonctions des facteurs  $\varphi$  et  $f$   
dans le cas d'une  
monétarisation de l'ampleur des  
dommages

### 3.9 Conclusions et recommandations

Le présent rapport documente une compréhension élargie du phénomène de l'aversion pour le risque. La structure interne, jusqu'ici peu apparente, de ce phénomène est désormais mieux visible et s'articule autour d'effets compréhensibles et justifiables. Il s'est cependant révélé que si cette structure facilite la compréhension de l'aversion pour le risque, elle ne résout pas pour autant l'important problème de la quantification de ces effets. La manière de procéder aux estimations nécessaires et inéluctables n'en est pas plus clairement établie. Il n'existe en l'occurrence pas de démarche juste ou fautive, mais seulement une vision plus ou moins raisonnable – qui tient à ce que l'on est plus ou moins en mesure d'accepter. En ce sens, les valeurs proposées sont comparées avec les fonctions d'aversion appliquées jusqu'ici par PLANAT, l'étude KATARISK et la Protection des informations et des objets (PIO) au Département fédéral de défense, de la protection de la population et des sports (DDPS).

Meilleure compréhension du phénomène de l'aversion pour le risque

Nécessité et inévitabilité des évaluations

Les auteurs formulent les recommandations suivantes:

Promouvoir la discussion entre spécialistes et représentants du public

- Il s'agit d'encourager, sur la base du présent rapport, les spécialistes (de la sécurité) et certains représentants du public à mener une discussion commune sur le phénomène d'aversion pour le risque d'événements rares responsables de dommages de grande ampleur. Des rencontres en ce sens devraient viser à:
  - mieux comprendre et faire connaître la nécessité et la structure du phénomène d'aversion pour le risque;
  - inciter à introduire le nouveau concept et à l'appliquer concrètement;
  - inviter à une collaboration afin de fixer les questions d'évaluation dans le modèle "Aversion pour le risque".

Ancrer dans la pratique le modèle d'aversion proposé

- Il faut intégrer – dans le plus grand nombre possible de guides et de directives pratiques en matière de planification de la sécurité – le concept et le modèle d'aversion présentés, ainsi que les définitions quantitatives proposées pour les facteurs  $f$  et  $\varphi$ . Il convient également de les traiter régulièrement lors de cours de base et de perfectionnement consacrés aux thèmes du risque et de la sécurité.

Viser un étayage plus large des propositions quantitatives

- Il convient – en ce qui concerne le facteur complémentaire de dommage  $f$  et le facteur d'aversion  $\varphi$  – d'étayer plus largement les propositions quantitatives faites dans le cadre du présent rapport, en associant à la réflexion d'autres spécialistes de la sécurité et représentants du public (public de substitution informé). Parallèlement, il faudrait également rassembler ou exploiter d'autres données pouvant contribuer à la détermination des facteurs. Il conviendrait toutefois d'analyser en premier lieu les expériences acquises lors de l'application de la fonction d'aversion proposée.



## A1 Liste des documents élaborés

Dans le cadre du projet "Aversion pour le risque – Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité en ce qui concerne les risques naturels et techniques", les documents suivants ont été élaborés :

- Pour la phase 1:
  - *Aversion pour le risque – Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité en ce qui concerne les risques naturels et techniques*  
*Phase 1: Présentation et analyse d'approches actuelles, 30 juin 2007*  
  
Ce document peut être obtenu auprès de  
l'Office fédéral de la protection de la population, Conception et coordination, Monbijoustrasse 51A, CH-3003 Berne,  
courriel: [forschung@babs.admin.ch](mailto:forschung@babs.admin.ch)
  - *Aversion pour le risque – Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité en ce qui concerne les risques naturels et techniques*  
*Phase 1: Présentation et analyse d'approches actuelles*  
Annexes non publiées, établies à l'attention de l'Office fédéral de la protection de la population OFPP, 30 juin 2007
  
- Pour la phase 2:
  - *Risikoaversion – Ein Beitrag zur systematischen Risikobeurteilung* (Une contribution à l'évaluation systématique du risque), 31 octobre 2008  
  
Ce document peut être obtenu auprès de  
l'Office fédéral de la protection de la population, Conception et coordination, Monbijoustrasse 51A, CH-3003 Berne,  
courriel: [forschung@babs.admin.ch](mailto:forschung@babs.admin.ch)
  - *Aversion pour le risque – Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité en ce qui concerne les risques naturels et techniques*  
Annexe non publiée concernant la phase 2, établie à l'attention de l'Office fédéral de la protection de la population OFPP, 31 octobre 2008

- Pour les phases 1 et 2
  - *Aversion pour le risque – Développement d'instruments systématiques pour l'évaluation du risque et de la sécurité*  
*Rapport de synthèse*, 31 octobre 2008 (allemand, français, anglais)

Ce rapport peut être obtenu auprès de  
l'Office fédéral de la protection de la population, Conception et  
coordination, Monbijoustrasse 51A, CH-3003 Berne,  
courriel: [forschung@babs.admin.ch](mailto:forschung@babs.admin.ch)  
ou à l'adresse Internet:  
[http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/themen/gefaehrdungen/  
risikoaversion.html](http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/themen/gefaehrdungen/risikoaversion.html)