



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement,
des transports, de l'énergie et de la communication
DETEC

Office fédéral de l'environnement

Adaptation aux changements climatiques en Suisse dans le secteur de la gestion des dangers naturels

Contribution de l'Office fédéral de l'environnement à
la stratégie d'adaptation du Conseil fédéral

Sommaire

1. Bases	3
1.1. Mandat	3
1.2. Changements climatiques	3
1.3. Situation actuelle dans le secteur des dangers naturels	3
2. Champs d'action prioritaires en matière d'adaptation	4
2.1. Identification des domaines touchés et des principales conséquences en matière de dangers naturels	4
2.2. Risques naturels avec et sans changements climatiques	5
2.3. Evaluation des domaines touchés	6
2.3.1. Critères d'évaluation	6
2.3.2. Impact des changements climatiques sur les processus météorologiques importants	7
2.3.3. Impact des changements climatiques sur les processus de dangers naturels	8
2.3.4. Importance relative des changements induits par le climat concernant les processus de dangers naturels	11
3. Stratégie d'adaptation dans le secteur des dangers naturels	14
3.1. Objectifs stratégiques	14
3.2. Options d'action et points d'ancrage possibles	15
3.3. Bases légales dans le domaine des dangers naturels	19
4. Bibliographie	19

Personne de contact à l'Office fédéral de l'environnement: Carolin Schärpf, division Prévention des dangers

Rédaction: Hans Kienholz, Université de Berne

Etat: Janvier 2012

1. Bases

1.1. Mandat

Les catastrophes naturelles comme les inondations, les laves torrentielles, les avalanches, les écroulements et les glissements de terrain ont toujours existé en Suisse. Ces dernières décennies, elles ont toutefois causé des dommages plus importants qu'auparavant. Il est probable que les événements extrêmes se multiplieront encore du fait des changements climatiques (OFEV/OFS, 2009; p. 49).

Le 26 août 2009, le Conseil fédéral a chargé le DETEC d'analyser les risques liés au climat et de définir les objectifs stratégiques d'adaptation aux changements climatiques (stratégie d'adaptation) en collaboration avec le DFI, le DFF, le DFE et le DDPS, puis de lui soumettre les résultats de ces travaux pour approbation d'ici à l'été 2010. C'est dans ce cadre qu'a été élaborée la présente stratégie sectorielle Dangers naturels, qui, comme son nom l'indique, vise à analyser les risques liés au climat et définir les objectifs stratégiques d'adaptation pour le secteur spécifique des dangers naturels, et en particulier à faire ressortir les champs et options d'action prioritaires pour ce secteur.

1.2. Changements climatiques

Selon le rapport intitulé « Les changements climatiques et la Suisse en 2050 » (OcCC/ProClim, 2007), les températures devraient augmenter en Suisse d'environ 2°C en automne, en hiver et au printemps (intervalle d'incertitude de 1°C à 5°C), et de presque 3°C en été (intervalle d'incertitude de 2°C à 7°C), à l'horizon 2050. Les précipitations devraient quant à elles augmenter d'approximativement 10 % en hiver, et diminuer d'à peu près 20 % en été. Les précipitations extrêmes, et donc les crues et les laves torrentielles, devraient en outre se multiplier, principalement en hiver mais aussi, potentiellement, en été malgré la baisse des précipitations totales durant cette saison. Il devrait enfin y avoir davantage de vagues de chaleur et de périodes de sécheresse en été, mais par contre moins de vagues de froid en hiver.

Les scénarios utilisés dans la présente contribution ont été tirés de ce rapport et ont été confirmés par le rapport « Swiss Climate Change Scenarios CH2011 » (CH2011, 2011).

Il convient par ailleurs de noter que la fonte des glaciers et la dégradation du pergélisol conduisent dans les régions de montagne à une déstabilisation des flancs rocheux et des pentes constituées de matériaux meubles (moraines, éboulis). Il faut par conséquent s'attendre à ce que des régions jusqu'ici peu touchées subissent non seulement un nombre croissant de chutes de pierres et d'éboulements, mais aussi des laves torrentielles parfois même importantes lorsque les conditions topographiques et hydrologiques sont propices.

1.3. Situation actuelle dans le secteur des dangers naturels

Les situations météorologiques extrêmes sont le principal facteur responsable des processus de dangers naturels (crues, avalanches, etc.). A ce sujet, il faut retenir les points suivants:

- la multiplication et l'intensification des épisodes de fortes précipitations aggravent encore le risque de dommages;
- les précipitations tombent plus souvent sous forme de pluie que sous forme de neige,

- indépendamment du réchauffement planétaire, le nombre et l'intensité des événements extrêmes isolés sont soumis à de fortes variations;
- il est, dans de nombreux domaines, difficile de dégager une tendance générale;
- du fait de cette variabilité naturelle, les valeurs record, qu'elles soient à la hausse ou à la baisse, n'ont elles-mêmes qu'une signification limitée;
- avec la hausse des températures, la proportion d'eau dans l'atmosphère s'accroît, les conditions atmosphériques deviennent de ce fait plus turbulentes et susceptibles d'avoir des répercussions à la fois multiples et imparfaitement prévisibles;
- il y a lieu de s'adapter à cette incertitude grandissante à tous les niveaux de l'administration et au sein de tous les services spécialisés.

2. Champs d'action prioritaires en matière d'adaptation

Les lois actuelles sont basées sur les enseignements et conclusions tirés des événements qui ont ponctué les trente dernières années. La stratégie formulée par PLANAT (PLANAT, 2005), ainsi que les objectifs et axes d'action prioritaires de l'OFEV en matière de gestion des dangers naturels (OFEV, 2011), intègrent déjà pour leur part les incertitudes qui entourent les changements climatiques.

2.1. Identification des domaines touchés et des principales conséquences en matière de dangers naturels

En Suisse, les conséquences des changements climatiques vont se répercuter sur les catégories de dangers naturels suivantes¹:

- **Tempêtes orageuses et orages de grêle**
- **Tempêtes hivernales** (ex.: tempête Lothar de 1999)
- **Processus torrentiels** (laves torrentielles comprises)
- **Crues** accompagnées de fortes érosions, de transport solide et d'inondations dynamiques dans les cours d'eau de montagne
- **Inondations** dues à des crues de cours d'eau de vallée et de lacs (concernent surtout le Plateau)
- **Avalanches** (périodes d'avalanches éventuellement moins nombreuses/plus courtes; mais augmentation des avalanches de neige humide)
- **Processus de chute** (chutes de pierres et de blocs, éboulements)
- **Glissements de terrain spontanés et coulées de boue** (avalanches de boue et de cailloux, souvent directement déclenchées par des précipitations intenses)
- **Glissements de terrain permanents** pouvant s'accélérer sous l'effet de l'infiltration de masses d'eau

¹ Les catégories dans lesquelles les dangers naturels ont été divisés, et pour partie regroupés, ont notamment été définies sur la base du site Internet de PLANAT (<http://www.planat.ch/fr/home/>) et de l'inventaire des dangers dressé dans le cadre de l'analyse nationale des dangers « Risques Suisse » (OFPP, 2010) ainsi qu'à la suite de discussions entre les spécialistes des dangers naturels de l'OFEV.

- **Altération de la fonction protectrice des forêts** causée par les tempêtes, les ravageurs, les situations de stress hydrique et les incendies de forêts (eux-mêmes causés par la chaleur et la sécheresse).

2.2. Risques naturels avec et sans changements climatiques

Les dangers naturels listés ci-dessus ont de tout temps revêtu une importance et une portée significatives en Suisse, où ils représentent en effet souvent une menace considérable à la fois pour la vie humaine, pour les infrastructures et pour les biens en général. Les conséquences des changements climatiques viennent encore renforcer cette menace. Le fait que les zones exposées à ces dangers abritent des infrastructures de valeur croissante et soient toujours plus urbanisées accroît en outre le potentiel de dommages de façon notable. Aussi plusieurs documents (PLANAT, 2005; PLANAT, 2009; Bründl, 2009, OFEG, 2001;) soulignent-ils notamment les points suivants:

- le potentiel de dommages doit être limité par la mise en œuvre de mesures au niveau de l'aménagement du territoire et des normes de construction;
- des mesures préventives doivent être prises pour limiter les risques (p. ex. rechercher une protection durable contre les crues en renaturant et en élargissant les cours d'eau de façon à rapprocher ces derniers de leur état naturel);
- la principale mesure préventive à prendre consiste en fait à laisser de l'espace aux processus de dangers;
- les mesures techniques doivent être suffisamment robustes pour ne pas occasionner de dommages supplémentaires en cas de surcharge;
- une grande importance doit être accordée à la préparation et à l'exécution des mesures d'intervention;
- les dommages potentiels doivent pouvoir être assurés (des discussions sont en cours quant à des augmentations de primes et des abaissements des degrés de couverture).

Les dommages causés par les intempéries au cours des dernières années et décennies font ressortir que la mise en œuvre systématique de la gestion intégrée des risques² doit être la première priorité, même si l'on fait abstraction des changements climatiques et de leurs effets aggravants. Une telle gestion engendre des coûts élevés à chacun de ses stades et pour tous les acteurs impliqués dans sa conduite. Des effets durables ne peuvent cependant être obtenus que par la prise en compte des conditions et exigences économiques, écologiques et sociales.

² La gestion intégrée des risques appliquée aux dangers naturels repose sur le principe que tous les instruments de protection contre les dangers naturels sont de valeur égale, et ce, qu'ils consistent en des mesures de prévention, de maîtrise (intervention) ou de rétablissement (<http://www.planat.ch/fr/specialistes/gestion-des-risques/>).

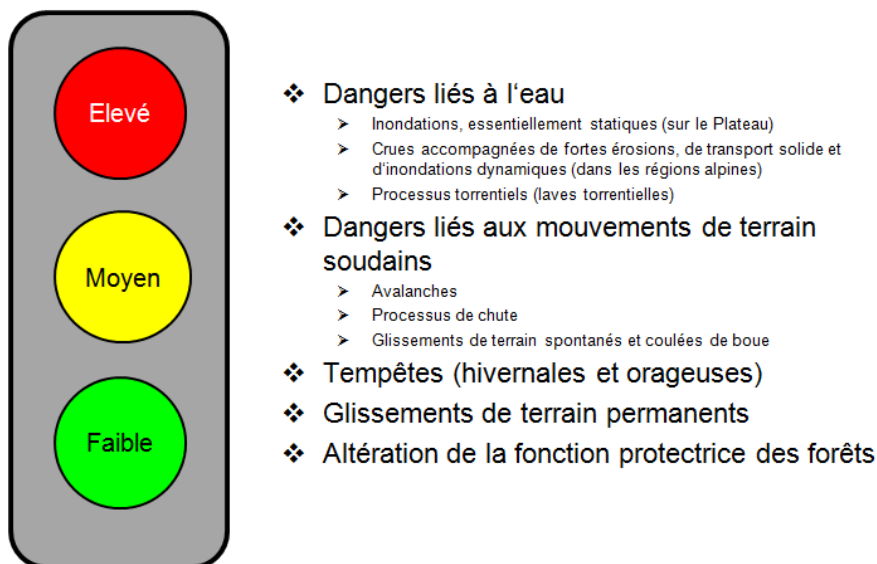


Figure 1: Besoin d'action en matière de gestion des dangers naturels (indépendamment des changements climatiques)

La figure 1 illustre le besoin d'action qui existe d'ores et déjà dans le secteur des dangers naturels, indépendamment des changements climatiques. Les conséquences de ces changements vont conduire dans certains domaines à une aggravation des dangers et des risques et donc à un surcroît de besoin d'action, dont l'ampleur propre est représentée aux figures 4 et 5. Dans le cas des dangers liés à l'eau, par exemple, le besoin d'action, déjà « élevé » sans les changements climatiques, va se trouver encore amplifié par le besoin d'action spécifiquement lié à ces changements.

2.3. Evaluation des domaines touchés

2.3.1. Critères d'évaluation

L'importance des domaines de dangers listés ci-dessus et des conséquences supplémentaires probables des changements climatiques en Suisse est évaluée sur la base de trois critères:

- **Impact des changements climatiques**
 - Dans quelle mesure l'intensité et la fréquence des processus météorologiques potentiellement dangereux augmentent-elles?
 - Avec quelle sensibilité les processus de dangers naturels réagissent-ils (en termes d'intensité et de fréquence) à la hausse prévue des températures et aux changements en matière de précipitations?
- **Importance relative des changements concernant les risques naturels**
 - Dans quelle mesure les changements climatiques accroissent-ils les risques liés aux processus de dangers naturels?
 - Quelle est la probabilité pour que les risques dus aux processus de dangers naturels s'accroissent?

- Quelles sont l'étendue et l'importance des régions, infrastructures et voies de communication concernées?
- **Besoin d'action**

Dans quels domaines faut-il prendre des mesures supplémentaires, ou renforcer les mesures en place, pour répondre de façon adéquate aux risques créés, ou amplifiés, par les changements climatiques?

L'évaluation de l'impact des changements climatiques se fait sur le même modèle que les estimations présentes dans la littérature (Schädler *et al.*, 2007; CIPC, 2007; OFEV, 2009; Groupe de travail « dangers naturels » du canton de Berne, 2010). Elle comporte en effet deux étapes, consistant, pour la première, à estimer l'impact des changements climatiques sur les processus météorologiques importants (cf. point 2.3.2, figure 2), et pour la seconde, à estimer l'impact de ces mêmes changements sur les processus de dangers naturels (cf. point 2.3.3, figure 3).

L'importance relative des changements concernant les risques naturels est quant à elle évaluée séparément pour « le Plateau et le Jura » d'un côté, et pour « l'espace alpin » de l'autre. Il est également tenu compte du fait que si certains processus de dangers naturels n'ont que des effets locaux, d'autres peuvent toucher de grandes régions ou de longs tronçons de voies de communication.

2.3.2. Impact des changements climatiques sur les processus météorologiques importants

L'évaluation de l'impact général des changements climatiques (cf. figure 2) ne s'intéresse qu'à l'influence de ces derniers sur les paramètres climatiques et les processus météorologiques directs, et non à leurs implications sur les processus de dangers naturels à proprement parler. Elle se fait suivant les approches utilisées dans les sources citées plus haut. Bien que considérées comme très sensibles au climat, la chaleur et la sécheresse ne sont pas traitées plus avant dans la suite du texte en tant que telles, dans la mesure où elles n'influencent qu'indirectement les processus de dangers naturels listés dans la figure 3; ceci est particulièrement le cas pour l'altération de la fonction protectrice des forêts par les incendies et les ravageurs. Leurs autres conséquences sont cependant examinées dans d'autres stratégies sectorielles (p. ex. santé, aménagement du territoire).³

³ Les conséquences directes de la chaleur et de la sécheresse sur la santé de l'homme et de l'animal, sur la gestion des eaux et sur la production agricole sont étudiées dans les stratégies sectorielles correspondantes.

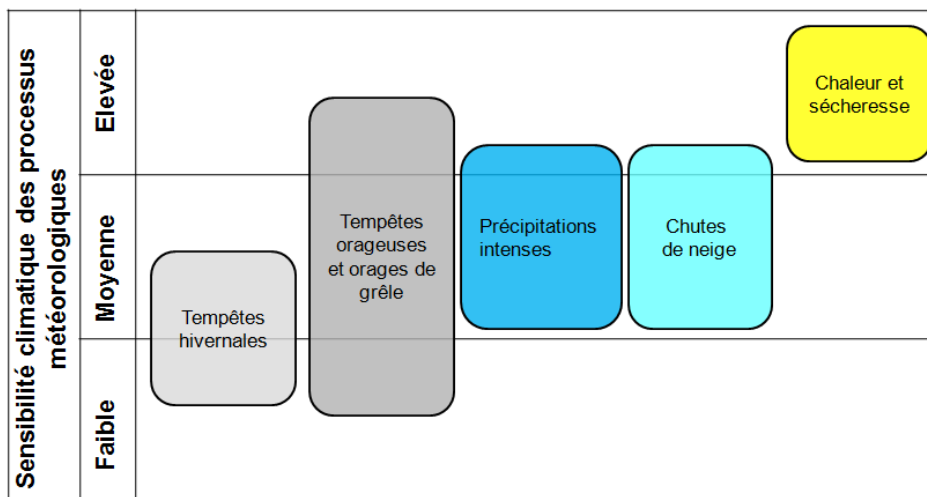


Figure 2: Classement qualitatif des processus météorologiques importants en fonction de leur sensibilité aux changements climatiques (les groupes de couleurs utilisés permettent de repérer les processus de nature similaire et correspondent aux couleurs qui sont le plus souvent attribuées aux processus dans les documents servant de bases aux cartes de dangers en Suisse)

2.3.3. Impact des changements climatiques sur les processus de dangers naturels

Les processus de dangers naturels présentent une grande variabilité spatiale et temporelle, accompagnée parfois d'une forte corrélation aux conditions météorologiques, et ce, même sans les changements climatiques. Combiné aux résultats de l'évaluation de la sensibilité climatique des processus météorologiques importants (cf. point 2.3.2, figure 2), ainsi qu'à la prudence et la nuance montrées par la CIPC dans ses formulations (2007), cet état de fait justifie que la plupart d'entre eux soient classés comme ayant une sensibilité climatique « moyenne » (cf. figure 3).

Les résultats des estimations sont néanmoins relativement dispersés. Cela s'explique d'une part par les différences objectives qui existent entre les régions, en fonction notamment de leur altitude, et traduit d'autre part les incertitudes qui entachent les estimations elles-mêmes ainsi que les scénarios.

Les résultats de l'évaluation de l'impact des changements climatiques sur les processus de dangers naturels sont représentés sous forme graphique à la figure 3, puis repris plus loin dans le document, aux figures 4 et 5.

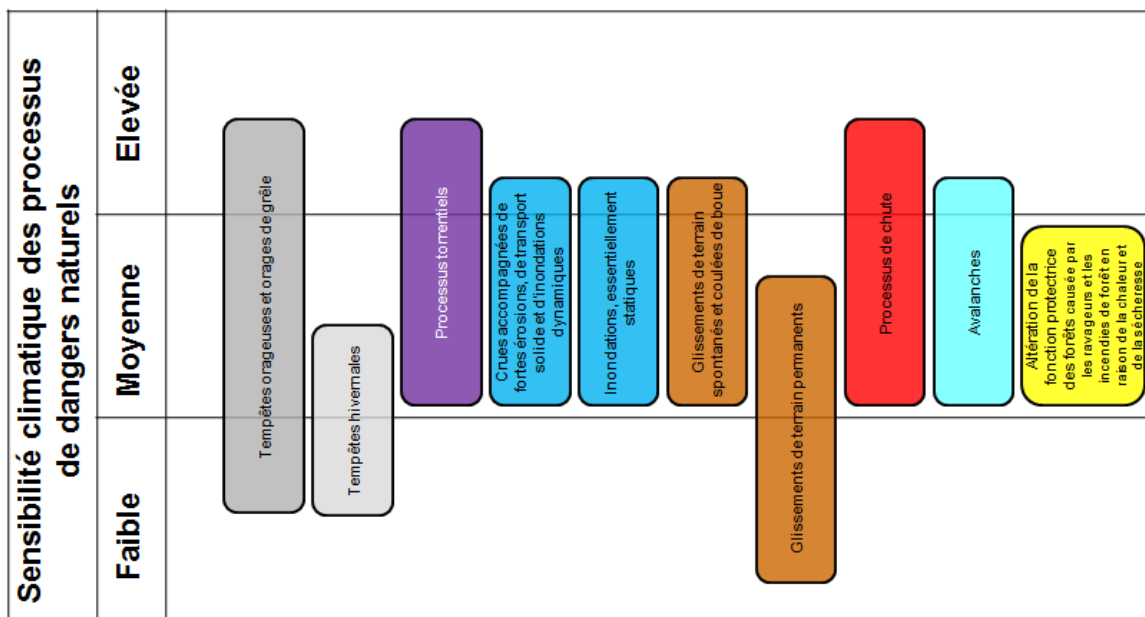


Figure 3: Classement qualitatif des processus de dangers naturels en fonction de leur sensibilité aux changements climatiques (les groupes de couleurs utilisés permettent de repérer les processus de nature similaire)

Explications concernant le classement établi à la figure 3⁴:

- **Tempêtes orageuses et orages de grêle:** Indépendamment des changements climatiques, les tempêtes orageuses et orages de grêle se produisent selon leur nature à une échelle locale à régionale, mais peuvent de façon générale survenir partout, même si certaines régions (p. ex. le long des Préalpes) sont plus touchées que d'autres. L'augmentation de la charge en énergie et en eau de l'atmosphère laisse présager un accroissement de la fréquence et de l'intensité des tempêtes orageuses (→ sensibilité « moyenne »).
- **Tempêtes hivernales:** « Selon des considérations prudentes, les tempêtes pourraient gagner en intensité en Europe occidentale. Il n'existe pas d'estimations sur les changements futurs de la fréquence du fœhn. » (OcCC, 2003)
- **Processus torrentiels (laves torrentielles comprises):** Les torrents se caractérisent par leur capacité à transporter dans leurs lits de grandes quantités de matériaux meubles. Or le réchauffement dans les régions de montagne accélère la dégradation du pergélisol, le recul des glaciers ainsi que les processus d'érosion, et accroît ainsi les volumes de matériaux meubles mobilisés. Le changement du régime des précipitations augmente en outre les débits et leur variabilité ainsi que la fréquence des glissements de terrain spontanés, ce qui entraîne des apports en charriage plus importants dans les cours d'eau de montagne. Tout cela se traduit par une hausse de la probabilité de survenue de laves torrentielles susceptibles de causer des dommages aux bâtiments et aux infrastructures.
- **Crues accompagnées de fortes érosions, de transport solide et d'inondations dynamiques:** L'intensification des précipitations et des fontes nivales, l'augmentation de l'intensité et de la rapidité des réactions d'écoulement (saturation préalable des sols plus forte et plus fréquente), ainsi que le risque de voir coïncider en début d'été des fontes nivales abondantes et des précipitations in-

⁴ Sources importantes: CIPC, 2007; OcCC/ProClim, 2007; OFEV, 2009; Groupe de travail « dangers naturels » du canton de Berne, 2010

tenses, entraînent des hausses de débit plus fréquentes et, par la même occasion, un danger d'inondation accru. Par conséquent, il faut aussi s'attendre à ce que l'érosion, les déplacements de lit, et le transport solide en général, s'amplifient dans les cours d'eau de montagne présentant par nature une forte déclivité et une capacité de transport élevée. Toute augmentation des apports de matériaux depuis les bassins versants d'altitude se traduit par un très fort accroissement des volumes de matériaux solides charriés jusque dans les cours d'eau inférieurs. Les ruptures de lacs glaciaires ou les cours d'eau sortant de leur lit sont souvent à l'origine d'inondations dynamiques (la périphérie des cours d'eau de montagne présente elle-même une forte déclivité) et de processus d'érosion. L'impact des changements climatiques dépend toutefois en premier lieu de celui des précipitations, et doit donc être qualifié de « moyen ». Quant aux changements positifs qui pourraient découler de ces évolutions pour les forêts protectrices (diversité des espèces, extension vers des altitudes plus élevées), leurs effets ne devraient se faire ressentir qu'à moyen terme. Par ailleurs, l'effet hydrologique de la forêt et de son sol est limité.

- **Inondations dues à des crues de cours d'eau de vallée et de lacs:** Concernant les débits, on retrouve pour ces inondations les mêmes causes que celles évoquées ci-dessus, avec les mêmes effets. Compte tenu des faibles déclivités et du rôle de bassins de sédimentation des lacs périalpins, les zones situées en aval des lacs sont essentiellement menacées par des inondations soit à faible vitesse d'écoulement soit totalement statiques, chargées de matériaux fins mais avec peu de charriage. Des ruptures de digues incontrôlées, abordées notamment dans les analyses des intempéries de 2005 et 2007 (Bezzola & Hegg, 2008; Bezzola & Ruf, 2009), pourraient par ailleurs se produire en plusieurs endroits, notamment parce que plusieurs corrections de cours d'eau arrivent à la fin de leur durée de vie ou de fonctionnement.
- **Avalanches:** Outre les précipitations et le vent, les températures et leur évolution au cours de l'hiver jouent un rôle important dans la constitution du manteau neigeux. Il est possible que le réchauffement général conduise à une **augmentation des avalanches de neige humide**. Les intempéries extrêmes, qui restent déterminantes et qui sont susceptibles de gagner en fréquence, peuvent continuer de causer des avalanches de grande ampleur descendant jusque dans les vallées.
- **Glissements de terrain spontanés et coulées de boue:** Les hivers sont appelés à devenir plus pluvieux (et à connaître davantage de précipitations intenses) y compris dans les régions d'altitude élevée. Cela devrait logiquement se traduire par des quantités de neige plus importantes au-delà de 2000 mètres, et donc par des eaux de fonte elles aussi plus abondantes au printemps et au début de l'été. Sachant que l'eau est un facteur déterminant dans le déclenchement des mouvements de terrain, ce sont par conséquent les hivers, probablement plus chauds et présentant des précipitations plus abondantes, qui devraient avoir le plus d'impact sur la stabilité. L'évaporation étant faible en cette période de l'année, les quantités d'eau s'infiltrant dans le sol vont augmenter; la saturation, et par conséquent l'instabilité du sous-sol vont s'en trouver accrues en de nombreux endroits. Paradoxalement, la sécheresse croissante des étés ne devrait en revanche améliorer la situation ni du côté des glissements de terrain superficiels à semi-profonds (surface de glissement inférieure à une dizaine de mètres) ni du côté des coulées de boue (elles aussi en général peu profondes); en effet, ces processus peuvent aussi être déclenchés lors d'épisodes isolés de précipitations intenses. Dans les zones de pergélisol, il est probable que le dégel affecte des couches plus épaisses et qu'il

y ait davantage de processus de fluage et d'écoulement et, finalement, plus de coulées de boue ou de laves torrentielles.

- **Glissements de terrain permanents:** Les changements évoqués ci-dessus relatifs au régime hydrique des glissements de terrain spontanés et des coulées de boue ont le même type d'effets sur les glissements de terrain permanents, qui sont le plus souvent profonds (surface de glissement supérieure à 10 mètres). Leur impact reste toutefois minime par rapport à celui des conditions qui règnent dans le sous-sol profond (conditions géologiques, orientation des discontinuités, évolution de la nappe phréatique sur le long terme, etc.) et qui ont le pouvoir d'activer/de réactiver des zones de glissement ou d'accélérer des glissements en cours de façon locale et occasionnelle, sans que les changements climatiques soient impliqués. C'est pourquoi l'impact de ces changements sur les processus de glissement permanent est qualifié de « faible » à « moyen ».
- **Processus de chute:** Les modifications du rythme des cycles gel-dégel, l'allongement des périodes de chaleur et l'ampleur des précipitations ont un impact sur l'intensité de l'altération, qu'ils ont tendance à renforcer. Cela risque d'entraîner une augmentation de l'activité de chute de pierres en de maints endroits. Les fluctuations croissantes auxquelles sont soumis les niveaux d'eau fissurale, avec les changements des conditions de pression et la formation de nouveaux chemins d'écoulement, peuvent pour leur part conduire à une intensification de l'activité d'éboulement. La fonte des glaciers (décompression) et la dégradation du pergélisol contribuent eux aussi à accentuer les processus de chute dans les zones d'altitude élevée. Quant aux éboulements finissant leur course dans les lacs, ils sont capables de provoquer des vagues d'impact, qui peuvent à leur tour engendrer des inondations.
- **Altération de la fonction protectrice des forêts causée par les tempêtes, les ravageurs, les situations de stress hydrique et les incendies de forêts:** Les conséquences de l'augmentation des températures et de l'aggravation de la sécheresse (propagation des ravageurs, stress hydrique, incendies de forêts, etc.), ainsi que l'augmentation de la fréquence des tempêtes, altèrent la fonction protectrice des forêts. Les forêts protectrices critiques, c'est-à-dire celles présentant des problèmes de rajeunissement et de stabilité du peuplement, sont particulièrement touchées; ces forêts représentent environ un huitième de la surface totale de forêts protectrices.

2.3.4. Importance relative des changements induits par le climat concernant les processus de dangers naturels

Comme déjà évoqué au point 2.2, les dangers naturels ont de tout temps revêtu une importance significative en Suisse. Aussi faut-il bien garder à l'esprit, même s'il est presque exclusivement question dans la suite du texte du surcroît de risques et des conséquences à attendre des changements climatiques, que la charge de risques est déjà initialement élevée. Il est par conséquent primordial, pour le domaine des dangers naturels, de rapporter l'impact absolu des changements induits par le climat à son importance par rapport à la situation actuelle (cf. figures 4 et 5).

Cette importance relative se mesure, d'une part, à l'aune du potentiel de dommages, de la vulnérabilité ainsi que des conséquences et coûts potentiels supplémentaires, et d'autre part, en fonction des mesures supplémentaires nécessaires et des coûts liés à ces mesures (cf. tableau 1)

Tableau 1: Définition de l'importance relative des changements induits par le climat pour les processus de dangers naturels

Importance relative	Potentiel de dommages, vulnérabilité, conséquences/coûts potentiels supplémentaires	Mesures supplémentaires nécessaires et coûts liés à ces mesures
Elevée	<p>Augmentation significative, par rapport à aujourd'hui,</p> <ul style="list-style-type: none"> • des dangers pour la vie humaine/des destructions: <ul style="list-style-type: none"> – possibilité de multiplication des destructions de bâtiments et d'infrastructures (transport, conduites, etc.) – mise en danger d'un nombre accru de vies humaines (dans les bâtiments et/ou les moyens de transport) <p>et/ou</p> <ul style="list-style-type: none"> • des dommages matériels/conséquences économiques: <ul style="list-style-type: none"> – possibilité de dommages matériels plus graves, plus fréquents, et étendus à de vastes régions et/ou – possibilité de dommages plus graves et plus fréquents à des infrastructures importantes et/ou – possibilité d'interruptions de transport plus fréquentes sur des artères importantes 	<p>Implique et exige, par rapport à aujourd'hui,</p> <ul style="list-style-type: none"> • d'axer la stratégie non plus sur l'adaptabilité des ouvrages de protection mais sur l'aménagement du territoire, la prévention et la préparation. Cela peut également conduire à renoncer à des utilisations importantes ou à fermer des zones étendues (les ouvrages de protection et mesures d'intervention ne suffisant souvent plus à réduire les risques à un niveau acceptable).
Moyenne	<p>Augmentation, par rapport à aujourd'hui,</p> <ul style="list-style-type: none"> • des dommages matériels/conséquences économiques: <ul style="list-style-type: none"> – possibilité de dommages matériels plus fréquents et/ou – possibilité de dommages plus fréquents à des infrastructures importantes et/ou – possibilité d'interruptions de transport plus fréquentes 	<p>Implique et exige, par rapport à aujourd'hui,</p> <ul style="list-style-type: none"> • de mettre en œuvre la stratégie de façon plus rapide et à une large échelle • de prendre des mesures d'intervention supplémentaires
Faible	<p>Augmentation minime, par rapport à aujourd'hui,</p> <ul style="list-style-type: none"> • des dommages matériels/conséquences économiques: <ul style="list-style-type: none"> – possibilité de dommages matériels limités et/ou – possibilité de dommages plus fréquents, mais limités, à des infrastructures impor- 	<p>Implique et exige, par rapport à aujourd'hui,</p> <ul style="list-style-type: none"> • de prendre des mesures d'intervention supplémentaires

	tantes et/ou - possibilité d'interruptions de transport plus fréquentes	
--	--	--

Le poids relatif des différents processus de dangers naturels varie d'une région à l'autre, en fonction notamment de l'altitude. En outre, tous les territoires ne sont pas utilisés de la même façon, ni avec la même densité. C'est pourquoi il a été décidé, aux figures 4 et 5, de classer les risques liés aux processus de dangers naturels non pas pour tout le pays pris dans sa globalité mais pour deux grandes régions très grossièrement délimitées, à savoir pour « le Plateau et le Jura » d'un côté, et pour « l'espace alpin » de l'autre.

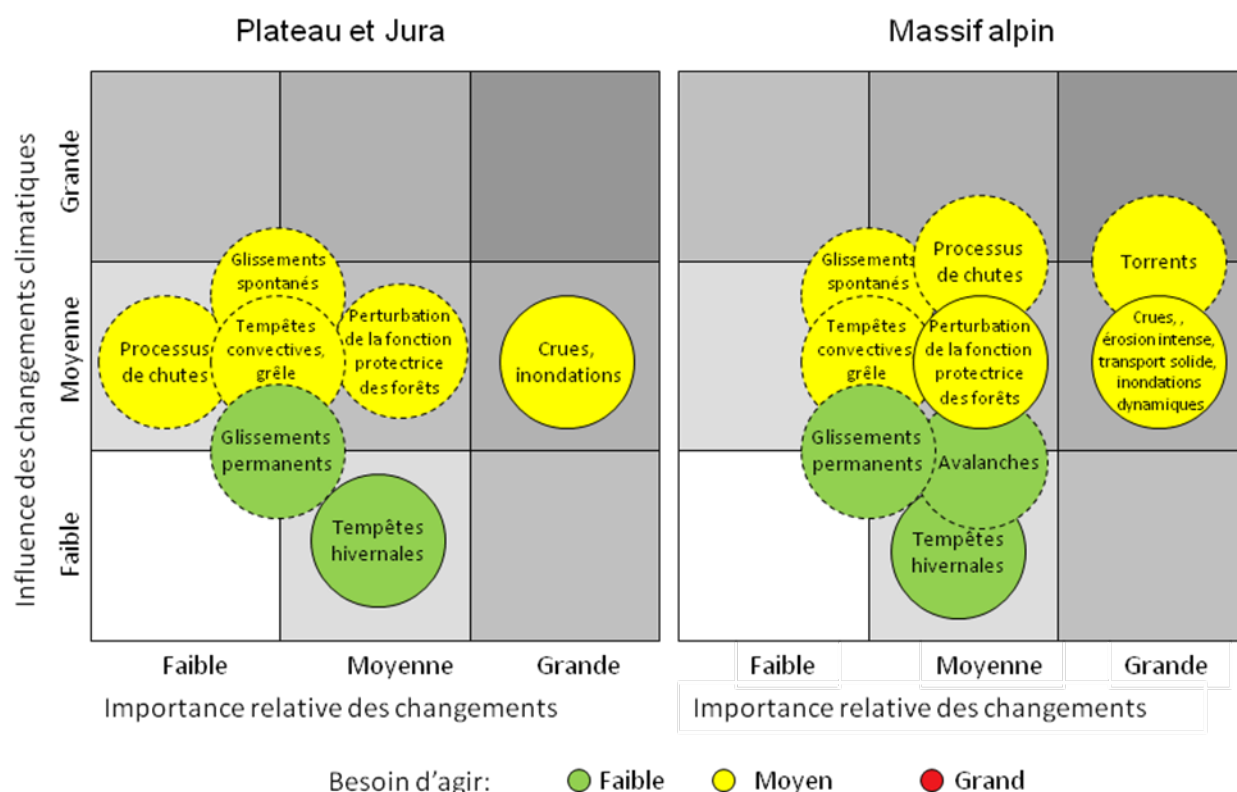


Figure 4: Classement des risques liés aux processus de dangers naturels pour le Plateau dans le Jura

Figure 5: Classement des risques liés aux processus de dangers naturels pour l'espace alpin

Le besoin d'action indiqué aux figures 4 et 5 (couleurs jaune et verte) vient en réalité s'ajouter à un besoin d'action en soi déjà « élevé », indépendamment des changements climatiques. D'un point de vue absolu, il correspond donc à un surcroît de besoin d'action appelant à renforcer les efforts de gestion des risques de façon considérable lorsqu'il est qualifié de moyen (couleur jaune) et, dans bien des cas, de façon non négligeable, même lorsqu'il est qualifié de faible (couleur verte).

Ainsi il ressort des figures 4 et 5 que les champs d'action/processus de dangers prioritaires sont les suivants:

- les inondations dues à des crues de cours d'eau de vallée et de lacs (N1/N2) et
- les crues accompagnées de fortes érosions, de transport solide et d'inondations dynamiques (N1/N2), puis

- les processus torrentiels (laves torrentielles comprises) (N3),
- les processus de chute (pour l'espace alpin) (N4), et enfin
- l'altération de la fonction protectrice des forêts (N5).

Les inondations et les crues touchent en principe toutes les régions du pays, y compris donc les agglomérations du Plateau et les infrastructures importantes qui s'y trouvent. Elles s'étendent parfois sur de grandes superficies et sont capables de causer des dommages matériels considérables. Les processus et laves torrentiels, au contraire, ne se produisent que dans les régions montagneuses et accidentées, et se limitent en outre à des zones plutôt restreintes. Localement, ils peuvent malgré tout engendrer de très gros dommages matériels et mettre des vies en danger. Les processus de chute, quant à eux, sont relativement ponctuels, mais ont des conséquences majeures lorsqu'ils affectent des zones d'habitation ou des infrastructures de transport et de communication. Du point de vue de la prévention des dangers naturels, le surcroît de besoin d'action est par conséquent plus important dans ces trois champs d'action que dans celui de l'altération de la fonction protectrice des forêts. Aussi convient-il de se référer, pour avoir une analyse détaillée des conséquences des changements climatiques sur les forêts protectrices critiques, à la stratégie sectorielle Economie forestière.

3. Stratégie d'adaptation dans le secteur des dangers naturels

3.1. Objectifs stratégiques

La stratégie « Dangers naturels en Suisse » formulée par PLANAT (PLANAT, 2005) poursuit les trois grands objectifs suivants:

- un niveau de sécurité accepté est garanti par l'application de critères uniformes;
- les risques existants sont réduits et l'apparition de nouveaux risques est évitée;
- les moyens financiers à disposition sont utilisés efficacement pour réduire les risques existants de façon optimale et éviter l'apparition de nouveaux risques.

Les analyses qui ont suivi les crues de 2005 et de 2007 montrent que la prévention, l'intervention et l'augmentation de la capacité de la population de se protéger elle-même présentent de gros potentiels pour améliorer la gestion des risques résiduels:

- promotion et encouragement de la responsabilité individuelle (formation des maîtres d'ouvrage, sensibilisation de la population);
- promotion et soutien des architectes, des planificateurs, etc. (formation quant aux mesures de protection des objets et aux normes de sécurité);
- promotion de mesures organisationnelles (concepts et plans d'urgence) et optimisation de l'intervention, y compris de mesures d'alerte et d'alarme pour améliorer la gestion des risques résiduels.

Définition de cinq domaines centraux dans la stratégie « Dangers naturels en Suisse » formulée par PLANAT (PLANAT, 2005: 1):

- analyse des risques (que peut-il se passer?),
- évaluation des risques (que peut-on accepter?),
- planification intégrée des mesures (que doit-on faire?),
- dialogue sur les risques (nécessaire pour conscientiser et responsabiliser le public),
- controlling stratégique (monitoring de l'évolution), comprenant un calcul périodique des coûts, des risques et des dommages pouvant servir de base à la redéfinition des priorités dans le futur.

La stratégie « Dangers naturels en Suisse » reste par conséquent appropriée pour faire face aux nouveaux défis posés par les changements climatiques, en particulier grâce aux mesures qu'elle prévoit pour assurer un « controlling stratégique (monitoring de l'évolution), comprenant un calcul périodique des coûts, des risques et des dommages pouvant servir de base à la redéfinition des priorités dans le futur » et qui montrent que cette stratégie tient déjà explicitement compte de la nécessité de s'adapter à ces changements. C'est pourquoi il convient globalement d'en viser la mise en œuvre systématique.

Dans le cadre du mandat confié par le Conseil fédéral concernant l'analyse des risques liés au climat et la définition d'objectifs stratégiques, il a été procédé à un examen de la stratégie « Dangers naturels en Suisse » sous l'angle précis des changements climatiques, puis à l'intégration des réorientations que cet examen a fait ressortir comme nécessaires dans la stratégie d'adaptation du secteur des dangers naturels. Les synergies et conflits d'objectifs entre cette stratégie et les autres stratégies sectorielles ont eux aussi été analysés.

3.2. Options d'action et points d'ancrage possibles

La stratégie formulée par PLANAT, les conclusions des analyses des intempéries de 2005 et 2007 (Bezzola & Hegg, 2008; Bezzola & Ruf, 2009), ainsi que l'analyse des champs d'action prioritaires de la stratégie sectorielle Dangers naturels, soulignent toutes la nécessité de mettre en œuvre avec détermination plusieurs options d'action prioritaires (domaines d'activités et de mesures). Ces dernières concernent tout spécialement les zones désignées par l'ARE (villes et agglomérations du Plateau, grandes vallées alpines, zones alpines urbanisées) et leurs principales voies de communication. Il s'agit de:

- gestion intégrée des risques;
- adaptation et optimisation des bases et instruments;
- examen des compétences et responsabilités, et dialogue sur les risques;
- controlling au niveau stratégique;
- renforcement international des capacités..

Le tableau 2 ci-dessous répertorie et explique toutes les options d'action que l'analyse de ces cinq points prioritaires, et plus généralement des expériences et réflexions qui ont pu être menées, a fait ressortir comme importantes (à des degrés parfois un peu différents d'une catégorie de dangers à l'autre) pour le secteur précis des dangers naturels.

Tableau 2: Options d'action pour le secteur des dangers naturels

Options d'action	Explications succinctes (surcroît de besoin d'action)
Monitoring des processus de dangers et des événements	<ul style="list-style-type: none"> • Développement et amélioration, en concertation avec les pays voisins, des méthodes destinées à détecter les nouveaux processus de dangers naturels induits par les changements climatiques ainsi que les évolutions causées par ces changements aux endroits connus comme dangereux (nouveaux processus à seuils possibles, détection et surveillance des lacs glaciaires) • Monitoring continu de tous les développements importants concernant les processus dangereux et les événements, les risques, et les effets des mesures mises en œuvre (p. ex. contrôle périodique de l'efficacité des ouvrages de protection existants) • Optimisation de l'organisation et des instruments des réseaux de mesure et d'observation existants • Documentation systématique des événements et réalisation d'analyses ciblées y compris le long des infrastructures de transport (→ recherche)
Evaluation des dangers et des risques	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation des dangers et des risques, y compris des dangers et des risques liés aux scénarios exceptionnels • Actualisation permanente des cartes de dangers et mise en œuvre de ces cartes dans l'aménagement du territoire (plans directeurs et plans d'affectation)
Alerte et alarme	<ul style="list-style-type: none"> • Optimisation de l'organisation et des instruments (mise en œuvre du projet OWARNA⁵)
Prévention et préparation à l'intervention	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion d'une planification intégrée des mesures, tenant compte des effets des changements climatiques à travers des scénarios adaptés • Encouragement à l'adoption de solutions robustes et adaptables, dimensionnées en fonction de paramètres intégrant les incertitudes actuelles de façon appropriée (débits, écoulements, quantités charriées et fréquence de l'extraction des matériaux charriés) • Mise en œuvre de mesures relevant de l'aménagement du territoire (éviter les secteurs dangereux, utiliser le territoire selon une approche basée sur les risques, maintenir libres certains espaces pour les scénarios tenant compte des changements climatiques) • Entretien, maintenance et optimisation des mesures biologiques et techniques (prise en compte ce faisant des cas potentiels de surcharge) • Promotion et encouragement de la responsabilité individuelle (formation des maîtres d'ouvrages, des architectes, des planificateurs et de la population en général; mise en œuvre de mesures de protection des objets adaptées) • Promotion de mesures organisationnelles (concepts et plans d'urgence) de gestion des risques résiduels, y compris de mesures d'alerte et d'alarme (formation et entraînement des forces d'intervention aux événements naturels ainsi qu'à la préparation et à l'entretien des ressources matérielles) • Clarification du rôle des sociétés d'assurance et des propriétaires d'immeubles dans la prévention des dangers naturels

⁵ Projet portant sur l'optimisation de l'alerte et de l'alarme dans le domaine des dangers naturels. Ce projet est mené conjointement par l'OFEV, l'OFPP, MétéoSuisse, l'Institut du WSL pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF) ainsi que le Service sismologique suisse; sa poursuite a été assurée le 26 mai 2010 par décision du Conseil fédéral.

Communication (« communication sur les risques », « dialogue sur les risques »)	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisation et formation du public aux effets des changements climatiques sur les dangers naturels (objectif: chacun doit être au fait des dangers existants et des actions possibles pour les contrer, et peut donc agir en toute responsabilité) • Dialogue sur les risques avec tous les acteurs impliqués • Encouragement à l'adoption d'approches participatives dans tous les domaines où cela est possible et judicieux • Conduite d'un travail rigoureux et pragmatique auprès des médias
Recherche et évaluation	<ul style="list-style-type: none"> • Développement de la recherche destinée à améliorer les bases servant à l'appréciation des processus de dangers, et évaluation ciblée de l'efficacité des mesures d'adaptation aux changements climatiques, en collaboration avec les autres pays de la région alpine (harmonisation des données/de la terminologie et échange d'expériences)
Bases légales	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la coordination entre tous les domaines de droit concernés • Garantie des bases juridiques nécessaires au financement de la prévention des dangers
Structures administratives	<ul style="list-style-type: none"> • Optimisation (et éventuellement adaptation en fonction du rapport de suivi du projet OWARNA) des structures administratives de la Confédération
Action internationale	<ul style="list-style-type: none"> • Exécution des engagements pris par la Suisse dans le cadre des conventions internationales • Aide au renforcement de la capacité de résilience (résistance et moyens de défense) des pays fragiles et exposés
Controlling de la stratégie et de sa mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse des événements majeurs • Inventaire périodique et méthodique des risques et des moyens mis au service de la protection contre les dangers naturels • Contrôle périodique des objectifs (controlling stratégique)

Importance relative des options d'action (domaines d'activités et de mesures) au niveau stratégique	Elevée		
	Moyenne		
	Modérée		
		Sans les changements climatiques	Avec les changements climatiques

Figure 6: Importance relative des options d'action dans le secteur des dangers naturels (cf. explications tableau 2)

La figure 6 classe les options d'action listées dans le tableau 2, d'un côté en fonction de l'importance qui est la leur aujourd'hui sans les changements climatiques, et de l'autre en fonction de l'importance qui sera la leur lorsque se poseront les nouveaux défis liés à ces changements. Les **trois flèches** mettent en évidence les trois options d'action pour lesquelles ces mêmes changements vont engendrer le plus gros **surcroît de besoin d'action** et exiger des **efforts supplémentaires**:

- Le **controlling de la stratégie et de sa mise en œuvre** comprend essentiellement le recensement périodique et méthodique des risques liés aux dangers naturels, l'analyse spécifique des événements majeurs, et le recensement périodique et méthodique des moyens mis au service de la protection contre les dangers naturels. Sachant que les changements climatiques peuvent entraîner une augmentation des risques naturels en un nombre croissant d'endroits, il convient d'accorder au controlling une importance accrue. Tout comme il semble indiqué de contrôler les objectifs (controlling stratégique) de façon régulière.
- L'une des conditions préalables pour garantir un controlling pertinent et efficient est de suivre la façon dont évoluent par exemple les dangers, les risques et les effets des mesures mises en œuvre sur un certain nombre de points appropriés. Cela implique notamment d'effectuer un **monitoring des processus dangereux et des événements**, et de leur évolution, y compris sur de longues périodes. L'optimisation de l'organisation et des instruments des réseaux de mesure et d'observation, de même que des services d'analyse, de prévision et d'alerte situés en aval de ces réseaux, devrait en outre améliorer les conditions de mise en œuvre des mesures devant répondre à la multiplication et l'intensification des processus de dangers naturels.

- L'intensification de l'**action internationale** doit avant tout porter sur l'aide au renforcement de la capacité de résilience (résistance et moyens de défense) des pays fragiles et exposés. Disposant d'une stratégie de gestion des dangers naturels largement élaborée, ainsi que d'un vaste savoir-faire en matière de mesures et d'intervention, la Suisse a en effet de bons outils en main pour offrir un soutien plus marqué dans ce domaine.

3.3. Bases légales dans le domaine des dangers naturels

La liste qui suit donne un aperçu des bases légales qui régissent le domaine des dangers naturels et fournissent autant de points d'ancrage possibles pour les adaptations qui pourraient être décidées:

- art. 76 et 77 de la Constitution fédérale de la Confédération suisse du 18 avril 1999 (Cst., RS 101),
- loi fédérale du 21 juin 1991 sur l'aménagement des cours d'eau (RS 721.100),
- ordonnance du 2 novembre 1994 sur l'aménagement des cours d'eau (OACE, RS 721.100.1),
- loi fédérale du 4 octobre 1991 sur les forêts (LFo, RS 921),
- ordonnance du 30 novembre 1992 sur les forêts (OFo, RS 921.01).

Les mesures de protection contre les dangers naturels doivent être mises en œuvre dans le respect des bases légales précitées, tout en tenant compte des nombreuses autres lois, en particulier de la loi sur l'aménagement du territoire (LAT, RS 700), de la loi sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20), de la loi sur la protection de la nature et du paysage (LPN, RS 451) et de la loi sur l'agriculture (LAgr, RS 910.1).

L'avis de droit relatif au fondement juridique de la gestion intégrée des risques en matière de protection contre les dangers naturels (Hepperle, 2011) fournit une vue d'ensemble complète de toutes les bases qui existent à l'échelle fédérale. L'ouvrage traite des aspects juridiques de cette gestion et de son application. Il contient des remarques fort utiles pour la mise en œuvre, et montre en outre les difficultés posées par cette dernière du point de vue du droit.

Un autre avis de droit élaboré sur mandat de l'OFEV (Hepperle, 2008) révèle que la base constitutionnelle actuelle concernant les différents dangers naturels est à la fois fragmentée et lacunaire. Dans cette optique, le cadre offert par les discussions sur la pérennisation du financement de la prévention des dangers (projet FIGEP) constitue une opportunité d'étudier les moyens d'introduire dans la Constitution un article qui engloberait tous les dangers naturels et fournirait une base solide à la mise en œuvre de la gestion intégrée des risques.

4. Bibliographie

Bezzola G.R., Ruf W. (Ed.) (2009): Ereignisanalyse Hochwasser August 2007. Analyse der Meteo- und Abflussvorhersagen; vertiefte Analyse der Hochwasserregulierung der Jurarandgewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 0927: 209 S.

- Bezzola, G.R., Hegg, C. (Ed.) (2008): Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil2 – Analyse von Prozessen, Massnahmen und Gefahregrundlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern; Eidg. Forschungsanst. WSL, Birmensdorf. Umwelt-Wissen Nr. 0825: 429 S.
- Bründl, M. (Ed.) (2009): Guide du concept de risque. Plate-forme nationale « Dangers naturels » PLANAT, Berne. 416 p.
- C2SM: http://www.c2sm.ethz.ch/news/scen_workshop/presentations (27.09.10)
- CH2011 (2011): Swiss Climate Change Scenarios CH2011, published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC, Zurich, Switzerland, 88 pp. ISBN: 978-3-033-03065-7.
- CIPC (2007): Auswirkungen der Klimaänderung auf den Hochwasserschutz in der Schweiz. Ein Standortpapier der Kommission Hochwasserschutz im Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband (KOHS). Wasser Energie Luft, 2007; 99(1): 55-57.
- Groupe de travail « dangers naturels » du canton de Berne (2010): Faits et scénarios relatifs au changement climatique et aux dangers naturels dans le canton de Berne. OFOR, Division des dangers naturels, Interlaken.
- Hepperle (2011): Rechtliche Verankerung des integralen Risikomanagements beim Schutz vor Naturgefahren. Rechtsgutachten. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1117: 125 S.
- Hepperle, E. (2008): Schutzauftrag und Subventionierung bei Naturgefahren. Rechtsgutachten. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 0821: 121 S.
- OcCC (2003): Événements extrêmes et changements climatiques.
http://www.occc.ch/reports/Extremereignisse03/PDF_F/9-00-Rapport.pdf
- OcCC/ProClim (2007): Les changements climatiques et la Suisse en 2050. Impacts attendus sur l'environnement, la société et l'économie.
- OFEV (2001): Protection contre les crues des cours d'eau, directives 2001. Office fédéral des eaux et de la géologie, Bienne, aujourd'hui OFEV, Berne.
- OFEV (2009): Klimasensitivität Naturgefahren - Beurteilung auf der Basis der SilvaProtect-CH Daten. Bericht Phase 1 (3.6.2009). Bundesamt für Umwelt, Sektion Rutschungen, Lawinen und Schutzwald, Bern.
- OFEV (2011): Vivre avec les dangers naturels: objectifs et axes d'action prioritaires de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) en matière de gestion des crues, des mouvements de terrain, des avalanches et des séismes.
- OFEV/OFS (éd.) (2009): Environnement Suisse 2009. Berne et Neuchâtel 2009.
- OFPP (2010): Analyse nationale des dangers « Risques Suisse », inventaire des dangers. Office fédéral de la protection de la population, Berne.
- PLANAT (2005): Stratégie « Dangers naturels en Suisse », rapport de synthèse. PLANAT, Berne
- PLANAT (2009): Strategie Naturgefahren Schweiz, Aktionsplan 2005 - 2008 Berichterstattung, PLANAT, Bern.
- PLANAT: <http://www.planat.ch/fr/home/>

Schädler, B., Frei, Ch., Grebner, D., Willi, H.P. (2007): Grundlagen zum Klima. Wasser Energie Luft, 2007; 99(1):58-59.