



Projet d'audition

Aide à l'exécution UV-[n°]

Évaluation des dangers naturels gravitaires selon l'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau et l'ordonnance sur les forêts

Aide à l'exécution [...]

État :

[04/2025]

Préversions :

[aucune] ou [mm/aaaa]

Bases légales :

Art. 1 de la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau

Art. 1, 3 et 4 OACE

Art. 1 LFo

Art. 15 et 16 OFo

Annexe 1 OGéo

Annexe A

Informations techniques complémentaires

Annexe B

Bases légales

Domaines spécialisés concernés

Déchets	Sites contaminés	Biodiversité	Biotechnologie	Sols	Produits chimiques	Électromog et lumière	Climat	Paysage	Bruit	Air	Dangers naturels •	Droit	Accidents majeurs	EIE (étude de l'impact)	Forêts et bois	Eaux
---------	------------------	--------------	----------------	------	--------------------	-----------------------	--------	---------	-------	-----	--------------------	-------	-------------------	-------------------------	----------------	------



1 Impressum

2 Valeur juridique

3 La présente publication est une aide à l'exécution élaborée par l'OFEV en tant qu'autorité de surveillance. Destinée en
4 premier lieu aux autorités d'exécution, elle concrétise les exigences du droit fédéral de l'environnement (notions
5 juridiques indéterminées, portée et exercice du pouvoir d'appréciation) et favorise ainsi une application uniforme de la
6 législation. Si les autorités d'exécution en tiennent compte, elles peuvent partir du principe que leurs décisions seront
7 conformes au droit fédéral. D'autres solutions sont aussi licites dans la mesure où elles sont conformes au droit en
8 vigueur.

9 Éditeur

10 Office fédéral de l'environnement (OFEV)

11 L'OFEV est un office du Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
12 (DETEC).

13 Parties prenantes

14 Office fédéral de l'environnement (OFEV)

15 Services spécialisés des cantons du Valais, du Tessin et de Lucerne

16 Bureaux d'experts privés : geo7 AG, geoformer ipg AG, IMPULS AG

17 Téléchargement au format PDF

18 www.bafu.admin.ch > Publications, médias > Aides à l'exécution

19 Il n'est pas possible de commander une version imprimée.

20 Cette publication est également disponible en allemand et en italien.

21 La langue originale est l'allemand.

22 © OFEV 2025

23 Abstracts

24

25 En vertu de la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau, de la loi sur les forêts (LFo) et
26 de leur ordonnance respective (OACE et OFo), les cantons sont tenus d'évaluer les dangers
27 et de désigner les zones dangereuses correspondantes dans le cadre du relevé des données
28 sur les dangers naturels gravitaires (crues, mouvements de terrain, avalanches). La présente
29 aide à l'exécution expose la méthode de base et définit les produits à établir. Ceux-ci et les
30 vues d'ensemble des risques servent de base à la planification intégrale des mesures exigée
31 par ces ordonnances.

32

33 Testo italiano

34

35

36 text rumantsch

37

38

39 English text

40

41

42 Table des matières

43 AIDE À L'EXÉCUTION « ÉVALUATION DES DANGERS NATURELS GRAVITAIRES »

44	Résumé	5
45	1 Contexte général	7
46	1.1 Introduction	7
47	1.2 Bases légales	8
48	1.3 Intégration de l'aide à l'exécution dans le concept modulaire de l'OFEV	11
49	1.4 Contenu et délimitation de cette publication	12
50	2 Principes et définitions	14
51	2.1 Niveau de détail	14
52	2.2 Processus de danger naturel considérés	15
53	2.3 Définition du périmètre d'évaluation	18
54	2.4 Considération spécifique aux sources de processus	18
55	2.5 Établissement des documents de base sur les dangers pour plusieurs applications	19
56	2.6 Prise en compte des changements climatiques	19
57	2.7 Prise en compte des mesures de protection	20
58	2.8 Caractère actuel des évaluations des dangers	20
59	3 Procédure générale	22
60	4 Procédure pour le niveau de détail indicatif	24
61	5 Procédure pour le niveau de détail standard	25
62	5.1 Analyse de la situation	25
63	5.1.1 Définition du périmètre d'évaluation	25
64	5.1.2 Identification des sources de processus	26
65	5.1.3 Définition du périmètre d'étude	26
66	5.1.4 Analyse des données de base	27
67	5.1.5 Analyse des événements	27
68	5.1.6 Analyse de terrain	27
69	5.2 Définition des scénarios	28
70	5.2.1 Introduction	28
71	5.2.2 Définition des quatre scénarios de base	29
72	5.2.3 Scénarios supplémentaires	31
73	5.3 Analyse des effets	32
74	5.3.1 Méthode	32
75	5.3.1.1 Surfaces concernées et intensité par scénario de base choisi	33
76	5.3.1.2 Différenciation spatiale des probabilités dans le périmètre d'évaluation	33
77	5.3.2 Préparation des résultats	34
78	5.3.2.1 Paramètres et intensités	34
79	6 Produits de l'évaluation des dangers et leur documentation	40
80	6.1 Données de base spatiales	40
81	6.2 Données spatiales sur les résultats	41
82	6.2.1 Cartes indicatives des dangers	41
83	6.2.2 Cartes des intensités	42
84	6.2.2.1 Considération spécifique à la source de processus	42
85	6.2.2.2 Intensités synoptiques résultant de la superposition des différentes sources de processus	42
86	6.2.3 Carte des paramètres	43
87	6.2.4 Carte des dangers	43
88	6.3 Rapport technique	47
89	6.4 Publication	47
90	6.5 Disponibilité assurée dans la durée, historique et archivage des géodonnées	48
91	7 Glossaire	49
92	8 Références	54
93	ANNEXE A – Informations techniques complémentaires	53
94	ANNEXE B – Bases légales	65

96 Résumé

97 La présente aide à l'exécution est destinée principalement aux autorités d'exécution
98 (cf. « valeur juridique » dans l'impressum, p. 2). Il s'agit en l'espèce des services spécialisés
99 cantonaux qui sont chargés d'exécuter la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (ci-
100 après LACE) et la loi sur les forêts (LFo) dans le domaine des dangers naturels. Les cantons
101 confiant généralement les travaux techniques liés à l'évaluation des dangers à des bureaux
102 d'experts privés, cette publication constitue également une aide pratique pour ces derniers.

103 Sur le fond, la présente publication concerne la définition de principes et de méthodes pour
104 évaluer les dangers naturels gravitaires (crues, avalanches, glissements de terrain, chutes,
105 effondrements et affaissements), la préparation des résultats en vue de produits
106 correspondants prenant la forme de géodonnées et de cartes, notamment de cartes
107 d'intensité, ainsi que la documentation et la publication de ces résultats.

108 Les bases légales figurent sous « Études de base réalisées par les cantons » dans
109 l'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau (OACE) et sous « Études de base réalisées
110 par les cantons et désignation des zones dangereuses » dans l'ordonnance sur les forêts
111 (OFo). Ce mandat existe en substance dans ces ordonnances depuis 1994, et la
112 première évaluation en Suisse a été achevée dans l'intervalle. Les modifications des milieux
113 naturels et de la situation anthropique, les nouvelles connaissances méthodologiques et
114 scientifiques ainsi que les changements apportés dans l'aménagement du territoire
115 nécessitent des mises à jour et des contrôles réguliers ou ponctuels de ces évaluations. La
116 présente aide à l'exécution contribue en Suisse à une exécution uniforme des ordonnances
117 fédérales susmentionnées.

118 Compte tenu de l'entrée en vigueur de la version révisée de la LACE, de la LFo et de leur
119 ordonnance respective en 2025, le présent document a été élaboré en vue de leur exécution
120 (notamment celle des art. 4 OACE et 16 OFo) et publié cette même année après une audition
121 des cantons. Son contenu se fonde sur les trois publications suivantes :

- 122 • Office fédéral des forêts, Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches (1984) :
123 Richtlinien zur Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten (en
124 allemand uniquement), Davos et Berne [abrogé] ;
- 125 • Office fédéral de l'économie des eaux, Office fédéral de l'aménagement du territoire, Office
126 fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (1997) : Recommandations 1997 – Prise
127 en compte des dangers dues aux crues dans le cadre des activités de l'aménagement du
128 territoire, Bienne [abrogé] ;
- 129 • Office fédéral de l'environnement (2016) : Protection contre les dangers dus aux mouvements
130 de terrain. Aide à l'exécution concernant la gestion des dangers dus aux glissements de
131 terrain, aux chutes de pierres et aux coulées de boue. Office fédéral de l'environnement,
132 Berne. L'environnement pratique n° 1608 : 98 p.

133 Au moment de leur parution, l'accent était clairement mis sur les mesures d'aménagement du
134 territoire, raison pour laquelle la carte des dangers, qui avait été élaborée spécialement pour
135 la mise en œuvre des activités d'aménagement du territoire, était au cœur de ces publications.
136 Eu égard à la réorientation de la LACE et de la LFo, qui prévoient que toutes les mesures
137 soient fondées sur les risques et que la planification intégrale englobe tous les types de
138 mesures, l'évaluation des dangers se concentre désormais sur les cartes d'intensité, qui
139 constituent la base de toutes les mesures planifiées. À l'avenir, la carte des dangers servira
140 principalement à fournir une vue d'ensemble.

141 Sur le fond, les méthodes mentionnées dans les publications citées de 1984, 1997 et 2016 ont
142 été reprises, tout comme les éléments qui ont fait leurs preuves dans l'exécution et la pratique.

De légères modifications ont toutefois été apportées lorsque les expériences pratiques ont révélé que des changements étaient nécessaires. Les lacunes qui soulevaient régulièrement des questions ont été comblées dans la mesure du possible. Il en résulte une harmonisation des produits, et donc une meilleure interprétabilité. La réorientation vers des mesures fondées sur le risque et l'utilisation étendue des cartes d'intensité ont nécessité quelques ajouts : dans certains cas, il convient d'examiner des scénarios supplémentaires ou l'intégration d'autres biens à protéger ; la documentation veillera à la réutilisabilité des résultats et, dans la mesure du possible, la probabilité d'impacts directs sera déterminée de manière différenciée sur le plan spatial dans le périmètre d'évaluation afin de recenser les risques sur cette base. Enfin, toutes les réflexions doivent prendre en compte les changements climatiques, et les géodonnées collectées doivent être préparées et publiées conformément à la loi sur la géoinformation.

En vue de la mise en œuvre de la présente aide à l'exécution, l'OFEV élaborera des publications distinctes dans la série « Connaissance de l'environnement » pour les processus de dangers naturels que sont les avalanches, les crues et les mouvements de terrain (glissements de terrain, chutes) ainsi que pour la prise en compte des changements climatiques.

1 Contexte général

1.1 Introduction

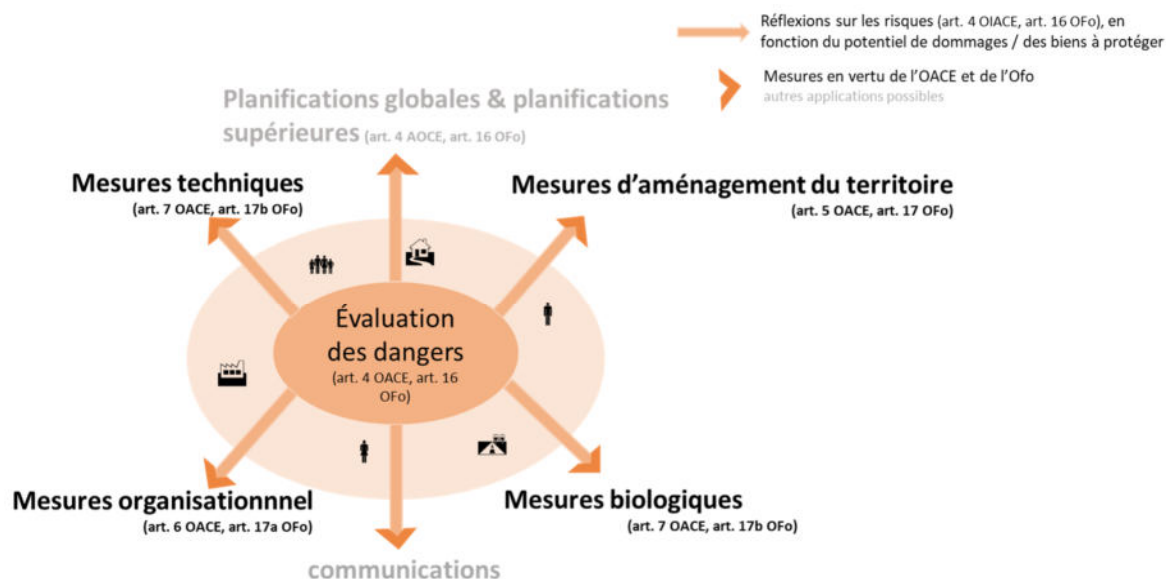
En vertu de l'ordonnance sur l'aménagement des cours d'eau (OACE) et de l'ordonnance sur les forêts (OFo), les mesures qui réduisent et limitent le risque lié aux dangers naturels gravitaires doivent être fondées sur les risques et planifiées de manière intégrée, tout en tenant compte des effets des changements climatiques (art. 3 OACE et 15 OFo). L'expression « fondée sur les risques » (art. 2 OACE) signifie que les risques actuels et futurs sont systématiquement déterminés, évalués et pris en compte de manière transparente lors de la mise en œuvre des mesures (art. 5, 6 et 7 OACE et 17, 17a et 17b OFo). On entend par planification intégrée une planification fondée sur la participation des milieux concernés, la prise en compte équilibrée des intérêts en jeu et la combinaison optimale de mesures (art. 2 OACE et 15 OFo). Cette prescription est conforme à la stratégie de PLANAT « Gestion des risques liés aux dangers naturels »¹.

Fruit du recensement des dangers, l'évaluation des dangers englobe les produits qui en découlent et fournit dès lors, pour un processus de danger naturel, des réponses à la question « que peut-il se passer ? », en indiquant quel événement peut se produire, où, son ampleur et sa fréquence. Ces résultats constituent une base importante pour recenser les risques. Le recensement et l'évaluation des dangers visent donc à identifier et à répertorier une menace éventuelle dans une zone en fonction de ses conséquences (intensité) et de sa probabilité (recenser les dangers, établir des évaluations des dangers et désigner les zones dangereuses, art. 4 OACE et 16 OFo). Les risques liés à l'affectation existante ou prévue (potentiel de dommages) peuvent ensuite être répertoriés et évalués. En d'autres termes, le recensement et l'évaluation des dangers et l'identification subséquente des risques servent de base à toute action décidée dans le cadre de la gestion intégrée des risques.

L'évaluation des risques permet de déterminer, avec la participation des milieux concernés, les risques qui sont acceptables et ceux qui ne le sont pas. La nécessité d'agir peut alors être définie sur cette base pour réduire et limiter les risques. La gestion des risques vise à diminuer les risques jusqu'à un niveau acceptable grâce à différentes mesures individuelles ou combinées (cf. figure 1).

¹ PLANAT, 2018 : Gestion des risques liés aux dangers naturels. Stratégie 2018. Plate-forme nationale Dangers naturels PLANAT, Berne.

Figure 1 : L'évaluation des dangers est au cœur de la gestion intégrée des risques



Les articles d'ordonnance indiqués dans la figure 1 définissent les tâches et les rôles de la Confédération et des cantons. Pour plus d'information sur ce sujet, veuillez consulter la publication « Gestion intégrée des risques liés aux dangers naturels gravitaires (OFEV 2025).

1.2 Bases légales

La présente aide à l'exécution définit et explique les termes et les méthodes qui figurent dans la loi fédérale sur l'aménagement des cours d'eau (LACE), la loi sur les forêts (LFor) et leur ordonnance respective (OACE et OFo) en relation avec le recensement des dangers, l'établissement d'une évaluation des dangers et la désignation des zones dangereuses, pour autant que cela soit nécessaire à une exécution uniforme et conforme à la loi.

Pour respecter leurs obligations légales, les **cantons** réalisent les études de base nécessaires à la protection de la population et des biens de valeur notable contre les catastrophes naturelles. En particulier, cette aide à l'exécution précise les aspects mentionnés dans le tableau ci-après :

204
205**Tableau 1 : Obligations légales des cantons qui sont précisées dans la présente aide à l'exécution et pour lesquelles la procédure subséquente est définie**

Texte d'ordonnance reposant sur un mandat légal	Article	Chapitre de l'aide à l'exécution	Objet de la précision
Les cantons [...] recensent les dangers [...].	Art. 4, al. 1, let. e, OACE et 16, al. 2, let. d, OFo <i>en relation avec les</i> art. 1 LACE, 1 OACE et 1 LFo	Chap. 2 à Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. ;	Procédure générale pour l'évaluation des dangers
		Point 2.2, tableau 2	Processus partiels à examiner
		Points 5.3.2.1 (notamment tableau 7) et 5.2.2 (définition des scénarios)	Critères : notamment paramètres et intensités pour certaines probabilités
Les cantons [...] établissent des évaluations des dangers [...].	Art. 4, al. 1, let. f, OACE et 16, al. 2, let. e, OFo	Chap. 6	Résultats requis, notamment cartes indicatives des dangers, cartes d'intensité, paramètres éventuels, rapport technique
Ils [les cantons] désignent les zones dangereuses.	Art. 4, al. 2, OACE et 16, al. 3, OFo	Point 6.2	Méthode d'agrégation pour les cartes d'intensité synoptiques, les cartes des dangers (y c. l'application du diagramme des degrés) et les cartes indicatives des dangers
Les cantons réduisent le risque lié aux crues / les risques liés aux catastrophes naturelles à un niveau acceptable et le / les limitent à long terme en inventoriant et en évaluant les études de base nécessaires [...]. Ils tiennent compte en particulier des effets des changements climatiques et de l'évolution de l'utilisation du territoire.	Art. 3 OACE et 15 OFo	Point 2.6	Prise en compte des changements climatiques dans l'évaluation des dangers
Ils [les cantons] tiennent compte [...] des aides à l'exécution de la Confédération.	Art. 4, al. 3, OACE et 16, al. 4, OFo		Prise en compte de l'aide à l'exécution relative à l'évaluation des dangers lors de leur recensement, de l'établissement des évaluations des dangers et de la désignation des zones dangereuses
Ils [les cantons] mettent les études de base à la disposition de tous gratuitement.	Art. 4, al. 4, OACE et 16, al. 5, OFo <i>en relation avec les</i> art. 10 LGéo, 21 et 22 OGéo et l'annexe 1 OGéo	Point 6.4	Publication des données et informations

206

Au sens de la présente aide à l'exécution, on entend par :

207

recenser les dangers :

208

en vertu des art. 4, al. 1, let. e, OACE et 16, al. 2, let. d, OFo, les cantons sont tenus de recenser les dangers et les risques liés aux dangers naturels visés respectivement à l'art. 1 OACE et à l'art. 1 LFo. À cet effet, il convient de tenir compte de différents scénarios ainsi que des changements de processus, des chaînes de processus et des événements combinés. Les processus dangereux peuvent changer en raison, par exemple, de modifications du terrain, des mesures mises en œuvre ou d'une variation des conditions

209

210

211

212

213

hydrologiques. Il faut donc contrôler régulièrement le caractère actuel des documents de base sur les dangers.

établir des évaluations des dangers :

Les art. 4, al. 1, let. f, OACE et 16, al. 2, let. e, OFo indiquent les produits qui résultent des activités citées sous « recenser les dangers ». L'évaluation des dangers englobe les scénarios, les intensités, les probabilités et l'étendue spatiale des processus dangereux. En font également partie le rapport technique, les cartes indicatives des dangers, les cartes d'intensité et, en tant que vue d'ensemble cartographique, la carte des dangers.

désigner les zones dangereuses :

Conformément aux art. 4, al. 2, OACE et 16, al. 3, OFo, les cantons sont tenus de désigner les zones dangereuses, c'est-à-dire les zones dans lesquelles des processus dangereux (p. ex. inondations, avalanches ou glissements de terrain) peuvent se produire. Ces zones sont définies (« désignées ») sur le plan spatial en se fondant sur le recensement et l'évaluation des dangers.

tenir compte des effets des changements climatiques :

En vertu des art. 3 OACE et 15 OFo, les cantons tiennent compte, notamment, des effets des changements climatiques lorsqu'ils inventorient les études de base.

tenir compte des aides à l'exécution de la Confédération :

Conformément aux art. 4, al. 3, OACE et 16, al. 4, OFo, les cantons tiennent compte des études de base (art. 29 OACE et 16 OFo) et des aides à l'exécution (art. 27 OACE) de la Confédération lorsqu'ils réalisent des études de base. Ces aides à l'exécution englobent notamment le Manuel sur les conventions-programmes dans le domaine de l'environnement et d'autres aides à l'exécution spécifiques sur différentes études de base, comme le présent document.

mettre les études de base à la disposition de tous gratuitement :

En vertu des art. 4, al. 4, OACE et 16, al. 5, OFo, les cantons mettent les études de base à la disposition de tous gratuitement. Cela est conforme à la stratégie « Open Government Data », selon laquelle la publication des données de l'administration en libre accès contribue à la transparence et à la participation. Un accès illimité aux informations est important dans la gestion intégrée des risques pour que les autres acteurs responsables (p. ex. maîtres d'ouvrage) puissent construire en tenant compte des dangers naturels et éviter ainsi de nouveaux risques. Des exceptions à l'accès susmentionné aux données sont envisageables lorsque des infrastructures sensibles sont concernées.

Les géodonnées collectées lors de l'établissement d'une évaluation des dangers et de la désignation des zones dangereuses faisant partie de l'annexe 1 OGéo (identificateurs 81 et 166), elles sont également soumises à la LGéo. En tant que service compétent visé à l'annexe 1 OGéo, les cantons garantissent la pérennité de la disponibilité des géodonnées (art. 9 LGéo). Eu égard au niveau d'autorisation d'accès A indiqué à l'annexe 1, il s'agit en l'espèce de géodonnées de base accessibles au public (art. 21 OGéo), dont l'accès est garanti et qui peuvent être utilisées par chacun, à moins que des intérêts publics ou privés prépondérants ne s'y opposent (art. 10 LGéo et 22 OGéo).

Par ailleurs, la LGéo et l'OGéo règlent la gestion des géodonnées de base en relation tant avec l'accès public qu'avec la disponibilité assurée dans la durée, l'établissement de l'historique et l'archivage (art. 9 LGéo et 13 à 16 OGéo). Ces aspects seront examinés plus en détail au point 6.5.

Dans le contexte de l'évaluation des dangers naturels gravitaires, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) a les obligations suivantes :

- Il alloue des indemnités aux cantons pour l'évaluation des dangers (art. 10 OACE et 39 OFo).
- Il prescrit les modèles de géodonnées et les modèles de représentation minimaux pour les géodonnées de base (art. 28 OACE et 66a OFo). Il s'agit de géodonnées de base accessibles au public pour lesquelles un service de téléchargement est prévu (annexe 1 OGéo).

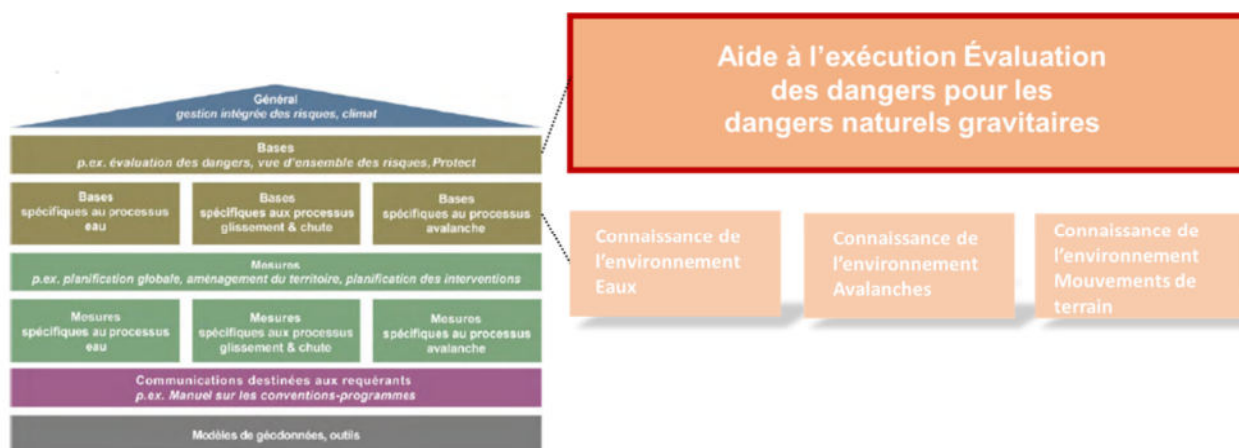
Les articles de loi et d'ordonnance importants dans le contexte de l'évaluation des dangers naturels gravitaires sont reproduits à l'ANNEXE B.

1.3 Intégration de l'aide à l'exécution dans le concept modulaire de l'OFEV

L'intégration de la présente aide à l'exécution dans le concept de publication modulaire de l'OFEV est exposée à la figure 2 en relation avec la gestion intégrée des risques liés aux dangers naturels.

Figure 2 : Intégration de la présente aide à l'exécution dans le concept de publication modulaire de l'OFEV

Sur le plan juridique, on opère une distinction entre les publications des collections « L'environnement pratique » et « Connaissance de l'environnement ».



La plupart des commentaires sur l'évaluation des dangers qui sont formulés dans la présente aide à l'exécution ne sont pas liés à un processus de danger naturel particulier (encadré rouge dans la figure 2).

Des commentaires détaillés figurent dans les publications de l'OFEV « Connaissance de l'environnement » spécifiques à un processus et à l'évaluation des dangers correspondants :

- Connaissance de l'environnement : évaluation des dangers d'avalanches
- Connaissance de l'environnement : évaluation des dangers eaux
- Connaissance de l'environnement : évaluation des dangers dus aux mouvements de terrain

Dans l'aperçu principal (fig. 2, à gauche, en brun), toutes les publications consacrées à l'« évaluation des dangers » sont regroupées sous « Bases » ou « Bases spécifiques aux processus ». Les mesures (fig. 2, à gauche, en vert) sont présentées dans des publications distinctes.

Les exigences posées aux cantons pour recevoir des indemnités de l'OFEV sont définies dans les communications destinées aux requérants – Manuel sur les conventions-programmes.

La présente aide à l'exécution est directement liée aux publications ci-après :

- Gestion des changements climatiques dans le domaine des dangers naturels gravitaires en Suisse : ce document de la collection « Connaissance de l'environnement » propose une méthodologie possible pour prendre en compte les changements climatiques dans l'évaluation des dangers ;
- PROTECTpraxis : cet ouvrage de la collection « Connaissance de l'environnement » fournit des informations pour évaluer l'efficacité des mesures de protection devant être prises en compte dans l'évaluation des dangers ;
- Standards minimaux pour les vues d'ensemble cantonales des risques : cette aide à l'exécution présente les standards relatifs au recensement des risques ;
- Documentation du modèle de données Évaluation des dangers : les exigences techniques relatives à la structure et au contenu précis des géodonnées y sont formulées.

1.4 Contenu et délimitation de cette publication

Le champ d'application de la LACE et de la LFo indique de manière exhaustive les dangers naturels à traiter.

L'art. 1 LACE en relation avec l'art. 1 OACE règle la protection des personnes et des biens matériels importants contre les dangers naturels suivants :

- a. inondations dues à des débordements des eaux, au ruissellement, à la résurgence des eaux souterraines ou à des vagues de vent ou des vagues impulsives débordant au-delà des berges des eaux ;
- b. laves torrentielles ;
- c. érosion et alluvionnements ;
- d. dépôts de matériaux flottants et embâcles.

Cette énumération comprend aussi bien des processus de danger naturel (processus partiels ; à savoir les « inondations dues à des débordements des eaux », le « ruissellement », la « résurgence des eaux souterraines », les « vagues impulsives débordant au-delà des berges des eaux », l'« érosion » au sens d'érosion du cours d'eau et les « laves torrentielles ») que des processus d'accompagnement (à savoir les « vagues de vent débordant au-delà des berges des eaux », l'« érosion des sédiments » au sens d'une mobilisation hors du cours d'eau, les « alluvionnements » et les « embâcles »). Pour une évaluation complète des dangers, il ne suffit pas de considérer uniquement les effets de l'eau. Selon le processus, les processus d'accompagnement résultant de l'écoulement de l'eau sont à considérer.

Conformément à l'art. 1 LFo, il convient de protéger la population et les biens d'une valeur notable contre les avalanches, les glissements de terrain, l'érosion et les chutes de pierres (catastrophes naturelles).

Les cantons doivent donc réaliser une évaluation des dangers au sens de la présente aide à l'exécution pour tous les dangers naturels susmentionnés.

Sur le plan technique, ces dangers naturels sont regroupés dans les principaux processus suivants :

- Eaux
- Avalanche / neige
- Glissement de terrain
- Chute
- Affaissement et effondrement

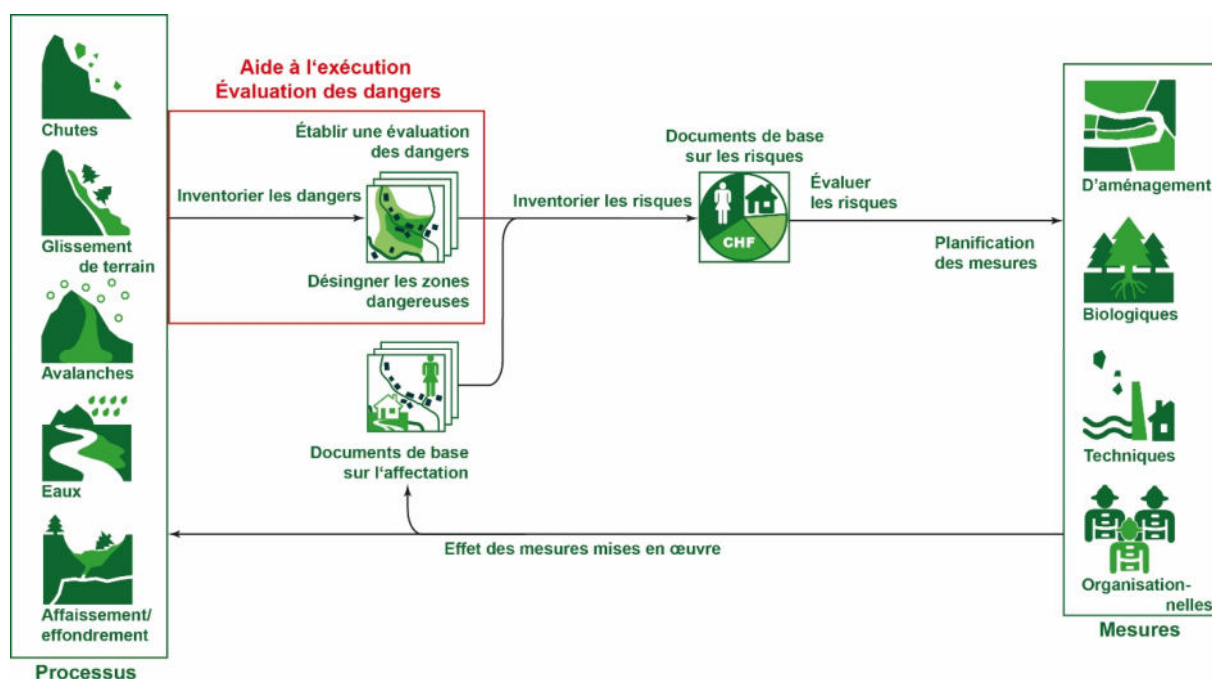
L'accent est mis sur les dangers naturels, et non sur les processus anthropiques (p. ex. rupture de conduites, mouvements de terrain dus à des berges artificielles, ouvrages mal entretenus

tels que de vieux murs en pierres sèches). La procédure pourrait toutefois être similaire pour les processus anthropiques.

Cette aide à l'exécution présente les activités *recenser les dangers* et *établir les documents de base sur les dangers* (encadré rouge dans la figure 3). La *désignation des zones dangereuses* (art. 4 OACE et 16 OFo) se fonde sur les documents de base sur les dangers. La procédure comprend les étapes de travail suivantes : analyse de la situation, élaboration de scénarios, analyse des effets et documentation.

Les considérations subséquentes sur les risques et la planification des mesures ne font pas partie de cette aide à l'exécution, mais elles peuvent s'appuyer sur les résultats de l'évaluation des dangers.

Figure 3 : Délimitation du contenu de la présente aide à l'exécution dans le contexte global de la gestion intégrée des risques



2 Principes et définitions

2.1 Niveau de détail

Plusieurs niveaux de détail sont nécessaires en fonction de l'utilisation et du traitement ultérieur d'une évaluation des dangers. Le classement en trois niveaux appelés M1, M2 et M3 s'est bien établi, mais l'échelle ayant engendré cette dénomination perd en importance. Désormais, le niveau de détail est plutôt déterminé à l'aide de critères relatifs au contenu, à la méthode et à la qualité.

L'aperçu ci-après fournit des informations générales sur les trois niveaux de détail en se fondant sur les exigences minimales. Les limites ne sont pas toujours strictes, et il n'est pas rare de passer d'un niveau à un autre. Le niveau de détail va croissant en partant d'M1 pour aller à M3. Lorsque les exigences minimales d'M2 ne sont pas respectées, le niveau M1 s'applique.

La présente aide à l'exécution met l'accent sur les niveaux M1 et M2. Ce dernier (M2 standard) est nécessaire à une planification des mesures intégrée et fondée sur les risques.

Niveau de détail indicatif (M1)

- Liste des dangers identifiés et localisés, mais qui n'ont pas forcément été analysés et évalués précisément (plausibilité). Vue d'ensemble de la survenance spatiale des processus dangereux (qu'est-ce qui peut se produire et où). Dans la mesure du possible, présentation de toutes les zones pouvant être concernées par les dangers naturels respectifs pour chaque processus principal et, si cela est judicieux et possible, pour chaque processus partiel (cf. point 2.2).
- Mention éventuelle mais pas systématique des degrés de danger définis en fonction de l'intensité et de la probabilité, mais au minimum indication d'une menace potentielle (classification oui / non). Possibilité de prises en compte plus différenciées.
- Dans la mesure du possible, couverture de tout le territoire concerné. Transposition de l'évaluation de type indicatif dans une carte indicative des dangers.
- La plupart du temps, utilisation de modélisations et de méthodes standardisées portant sur de vastes zones, de sorte qu'aucun contrôle de plausibilité sur le terrain ou à l'aide d'un cadastre des événements n'est en général réalisé pour tout le territoire.
- En général, aucune prise en compte des ouvrages de protection existants. Éventuelle prise en compte forfaitaire de certains facteurs pertinents comme les forêts protectrices pour des processus tels que les avalanches ou les chutes de pierres.

Niveau de détail standard (M2)

- Informations détaillées sur les déroulements éventuels, l'intensité, la probabilité et l'étendue spatiale de chaque processus partiel.
- Principaux résultats : intensités de chaque processus partiel, sources de processus (géodonnées et cartes) et rapport technique.
- Accroissement du niveau de détail (*pas au sens d'une échelle*) sur le plan qualitatif par rapport à M1. Évaluation précise des biens à protéger ; en d'autres termes, elle comprend des assertions sur certains de ces biens.
- Mesures de protection en vigueur prises en compte conformément à PROTECTpraxis.
- Informations fournies pour un périmètre d'évaluation sélectionné (cf. point 2.3).
- Contrôle de la plausibilité des résultats grâce à une méthode appropriée (en général, sur le terrain).
- Lorsque le périmètre d'évaluation ne présente aucune menace, on peut partir du principe qu'il n'y en a aucune à cet endroit (savoir qualifié).

Niveau de détail approfondi (M3)

- Traitement approfondi, par exemple pour des projets de construction ou d'intervention, des études détaillées et des expertises.
- En plus des résultats du niveau de détail M2, examen plus approfondi et plus détaillé d'une menace selon les exigences.
- Contrôle de la plausibilité des résultats grâce à une méthode appropriée.

2.2 Processus de danger naturel considérés

Le tableau 2 répertorie les processus de danger naturel à évaluer. L'évaluation des dangers est réalisée par processus partiel, en tenant compte des éventuelles chaînes de processus. Des exceptions sont possibles pour un niveau de détail indicatif (M1). L'affectation à un processus principal n'est pertinente que pour une présentation synoptique. En principe, tous les scénarios de base (cf. point 5.2.2) sont considérés pour tous les processus partiels. Les exceptions ou limitations éventuelles concernant l'évaluation des différents processus partiels doivent être indiquées dans chaque cas.

Les processus partiels sont classés et nommés en fonction de critères techniques, en s'appuyant sur les désignations visées aux art. 1 OACE et 1, al. 2, LFo.

Tableau 2 : Processus partiels à prendre en compte dans une évaluation des dangers

Processus principal	Processus partiel	Désignation selon l'OACE et l'Ofo	Description	Particularités / restrictions
Eaux *	Inondation due aux eaux (statique ou dynamique)	Inondations dues à des débordements des eaux y c. vagues de vent débordant au-delà des berges des eaux ; y c. érosion (au sens de mobilisation) et alluvionnements (ici : dans la zone d'inondation) ; y c. dépôts de matériaux flottants et embâcles	Processus statique ou dynamique. Recouvrement provisoire d'une surface extérieure au lit d'un cours d'eau ou d'un lac par de l'eau et, fréquemment, par des sédiments également Processus d'accompagnement potentiels : - alluvionnements hors du cours d'eau (épandage d'alluvions) - mobilisation d'alluvions hors du cours d'eau - vagues de vent se formant sur les lacs et engendrant une inondation supplémentaire	
	Débordement de laves torrentielles	Laves torrentielles y c. érosion (au sens de mobilisation) et alluvionnements (ici : dans la zone d'inondation) ; y c. dépôts de matériaux flottants et embâcles	Le processus englobe les conséquences des laves torrentielles (indépendamment de leur viscosité, donc y c. les laves torrentielles fluides) et les écoulements similaires à des laves torrentielles. Dépôts de laves torrentielles en dehors du cours d'eau.	

Processus principal	Processus partiel	Désignation selon l'OACE et l'Ofo	Description	Particularités / restrictions
			<p>Processus d'accompagnement potentiels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation d'alluvions hors du cours d'eau <p>Comprend également les aspects :</p> <ul style="list-style-type: none"> - choc ; - déviation de cours d'eau ; - inondation due à la lave torrentielle ou en décollant. 	
	Érosion du cours d'eau	Érosion	Retrait des matériaux du sol en raison de l'érosion du cours d'eau (érosion latérale et verticale).	<p>Niveau de détail indicatif M1 : pas nécessaire</p> <p>Niveau de détail standard M2 : l'érosion du cours d'eau doit toujours être évaluée.</p> <p>Concernant l'« érosion des berges du lac », il incombe aux cantons de déterminer au cas par cas si cet aspect est important pour l'évaluation.</p>
	Ruissellement (statique ou dynamique)	<p>Ruissellement</p> <p>y c. érosion (au sens de mobilisation) et alluvionnements (ici : dans la zone d'inondation) ;</p> <p>y c. dépôts de matériaux flottants et embâcles</p>	<p>Part des précipitations qui ruissellent ou s'accumulent directement à la surface du sol</p> <p>Processus d'accompagnement potentiels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - alluvionnements - mobilisation d'alluvions 	<p>Niveau de détail standard M2 :</p> <p>Exigence minimale : un scénario avec une période de retour d'env. 300 ans</p> <p>Le canton peut décider de prendre en compte d'autres scénarios.</p>
	Résurgence des eaux souterraines (statique)	<p>Résurgence des eaux souterraines</p> <p>y c. érosion (au sens de mobilisation) et alluvionnements (ici : dans les zones d'écoulement potentielles) ;</p> <p>y c. dépôts de matériaux flottants et embâcles (ici : dans les zones d'écoulement potentielles)</p>	<p>Conditions hydrologiques ou hydrogéologiques telles qu'un remplissage et un écoulement inhabituels des eaux souterraines, lors desquels le niveau des eaux souterraines peut remonter à la surface de la terre et provoquer des inondations (y compris les phénomènes d'accumulation et d'écoulement de surface).</p> <p>Processus d'accompagnement potentiels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - alluvionnements (dans la zone de dépôt) - mobilisation d'alluvions (dans la zone de dépôt) 	<p>Niveau de détail indicatif M1 : pas nécessaire</p> <p>Niveau de détail standard M2 : une évaluation doit être réalisée lorsque des événements passés sont connus ou que l'on s'attend à ces événements à l'avenir (p. ex. inondation des fonds de vallées par une résurgence des eaux souterraines en cas de conditions hydrogéologiques défavorables connues).</p> <p>En cas de risques considérables, des modélisations détaillées des eaux souterraines peuvent être nécessaires.</p>

Processus principal	Processus partiel	Désignation selon l'OACE et l'Ofo	Description	Particularités / restrictions
	Tsunami (dynamique)	Vagues impulsives débordant au-delà des berges des eaux y c. érosion (au sens de mobilisation) et alluvionnements (ici : dans la zone d'inondation) ; y c. dépôts de matériaux flottants et embâcles	Vagues impulsives dans un lac occasionnées par des mouvements de terrain subaquatiques (sous la surface de l'eau) ou à l'air libre (glissement de terrain ou chute dans le lac). Leur propagation et leurs effets au-delà de la ligne de rivage doivent figurer dans l'évaluation des dangers. Processus d'accompagnement potentiels : - alluvionnements - mobilisation d'alluvions	Le canton décide de la pertinence de ce processus pour l'évaluation des dangers.
Avalanche / neige	Avalanche coulante	Avalanches	Avalanche qui s'écoule, glisse.	
	Avalanche poudreuse	Avalanches	Avalanche constituée de neige fine, sèche ou légèrement humide, qui forme en cas de chute rapide un aérosol constitué de neige et d'air et développe de gros nuages de particules neigeuses.	
	Glissement du manteau neigeux	Avalanches	Mouvement lent du manteau neigeux vers le bas, allant de quelques mm à quelques m par jour.	
	Coulée de neige fondante	Avalanches	Avalanche de type torrentiel composée de neige et d'eau qui peut parcourir de vastes distances, y compris sur des pentes peu marquées.	Niveau de détail indicatif M1 : pas nécessaire Niveau de détail standard M2 : s'il existe des indices en ce sens (p. ex. événements passés)
	Avalanche de glace	Avalanches	Grandes quantités de glace se détachant d'un glacier et tombant d'un à-pic.	
Glissement de terrain	Glissement permanent et tassement	Glissements de terrain	Processus de glissement permanent du terrain meuble ou rocheux.	Il n'existe aucune classe de probabilité.
	Glissement spontané	Glissements de terrain	Processus de glissement spontané du terrain meuble ou rocheux.	
	Coulée de boue	Glissements de terrain, érosion	Processus d'écoulement comprenant un mélange de terre, de pierres et d'eau.	
Chute	Chute de pierres et de blocs	Chutes de pierres	Processus de chute de pierres ou blocs individuels sans interaction décisive entre les différents éléments de la chute.	

Processus principal	Processus partiel	Désignation selon l'OACE et l'Ofo	Description	Particularités / restrictions
	Éboulement et écoulement	Chutes de pierres	Processus de chute présentant un volume instable allant de 100 m ³ à plusieurs millions de m ³ et, en général, une interaction décisive entre les différents éléments de la chute.	
	Chute de glace	Chutes de pierres	Glace qui se détache des parois rocheuses	Niveau de détail indicatif M1 : pas nécessaire
Affaissement et effondrement	---	Érosion, glissements de terrain, chutes de pierres	Processus d'effondrement ou d'affaissement suite à la dissolution ou à l'érosion d'un sous-sol par l'action de l'eau	Niveau de détail indicatif M1 : pas nécessaire Niveau de détail standard M2 : il n'existe aucune classe de probabilité.

* Pour tous les processus partiels eaux, outre les processus d'accompagnement mentionnés dans le tableau, les phénomènes suivants peuvent se produire et renforcer le processus : *rupture de digue, rehaussement du lit, embâcle causé par du bois flottant et d'autres matériaux, formation d'affouillements, interactions entre cours d'eau.*

Crêtes :

Il ne s'agit pas d'un processus partiel, mais d'une forme de terrain. Les processus qui naissent au niveau des crêtes doivent être traités comme des cas particuliers des processus de chute et de glissement.

2.3 Définition du périmètre d'évaluation

Évaluation indicative (M1)

Lorsque cela est opportun et possible sur le plan méthodologique, les évaluations des dangers dites indicatives couvriront autant que possible tout le territoire du canton pour chaque processus (conformément au tableau 2).

Évaluation standard (M2)

Réalisée dans un périmètre d'évaluation défini au préalable, l'évaluation de type standard est établie par processus partiel pour les zones comportant des biens à protéger pertinents.

L'accent est mis sur les zones urbanisées, bien desservies ou appelées à se développer ainsi que sur les principales voies de communication.

La liste de contrôle figurant à l'ANNEXE A2 aide à sélectionner les zones pour le périmètre d'évaluation.

Évaluation approfondie (M3)

Projet concret (p. ex. projets de construction ou de protection, études détaillées, expertises).

2.4 Considération spécifique aux sources de processus

L'évaluation des dangers *standard (M2)* est spécifique à la source de processus. En d'autres termes, les scénarios sont établis et l'analyse des effets est réalisée pour chaque source de

processus afin de garantir la traçabilité de cette évaluation, le recensement correct des risques et une planification efficace des mesures.

On entend par source de processus une unité spatiale (surface, ligne, point) d'un ou de plusieurs lieux d'origine d'un processus partiel de danger naturel précis qui ont une incidence commune sur une zone de processus donnée. Il s'agit donc d'une zone présentant une prédisposition unique pour faire naître un danger.

Cela correspond généralement à la potentielle zone d'arrachement ou de rupture dans le cas des avalanches, des glissements de terrain et des processus de chute, par exemple, ou au cours d'eau, à un tronçon de ce dernier et/ou à son bassin versant pour les inondations dues à des cours d'eau.

La délimitation spatiale de la source de processus peut varier en fonction du niveau de détail. Ainsi, il est par exemple possible de délimiter des zones de rupture potentielles, soit individuellement, soit de manière générale pour l'ensemble de la pente.

La source de processus doit être localisée géographiquement dans chaque cas.

La *zone de processus* englobe tout l'espace potentiellement touché par un processus de danger naturel découlant d'une source de processus précise. Elle est synonyme de *périmètre d'incidence*.

À la fin, les résultats graphiques sont regroupés dans une vue synoptique intégrant toutes les sources de processus pour améliorer la vue d'ensemble et faciliter la communication.

2.5 Établissement des documents de base sur les dangers pour plusieurs applications

À des fins d'économie de moyens et dans la mesure du possible, l'évaluation des dangers sera planifiée et documentée clairement de telle sorte que les résultats puissent être réutilisés pour différentes applications et mesures, ainsi que pour des *niveaux de détail* différents. Les considérations et justifications importantes qui n'ont pas explicitement été prises en compte dans une évaluation des dangers réalisée seront également documentés, car elles peuvent être utiles à d'autres applications.

Il s'agit d'identifier le dénominateur commun et des points d'ancrage appropriés pour pouvoir examiner de nouveau les modules correspondants et, si nécessaire, les traiter de manière plus approfondie (cf. exemples à l'ANNEXE A.1). De plus, pour garantir la traçabilité et la crédibilité des évaluations des dangers, il est important que les hypothèses de base, notamment dans l'élaboration des scénarios, ne soient pas contradictoires lors d'évaluations de niveaux différents.

2.6 Prise en compte des changements climatiques

En vertu des art. 3 OACE et 15 OFo, les cantons tiennent également compte des effets des changements climatiques lorsqu'ils inventorient les études de base nécessaires à la réduction des risques. Les changements climatiques doivent donc être considérés lors du recensement et de l'évaluation des dangers. Les réflexions seront clairement motivées et documentées.

L'OFEV présente une approche possible dans la publication « *Gestion des changements climatiques dans le domaine des dangers naturels gravitaires en Suisse* ».

2.7 Prise en compte des mesures de protection

Conformément à la publication PROTECTpraxis, les mesures de protection d'ordre technique, biologique et organisationnel sont prises en compte en fonction de leur efficacité. Il en découle l'une des classifications suivantes : une mesure est très efficace, partiellement efficace, inefficace ou a une incidence défavorable sur le processus. Lorsqu'une mesure est pleinement ou partiellement efficace, il faut évaluer son influence éventuelle sur l'étendue spatiale, les intensités ou les autres facteurs importants pour le risque.

Le tableau 3 présente la mise en œuvre des différentes efficacités dans l'évaluation des dangers.

Tableau 3 : Prise en compte des mesures de protection dans l'évaluation des dangers selon PROTECTpraxis

Efficacité d'une mesure de protection selon PROTECTpraxis	Prise en compte dans l'évaluation des dangers
Mesure pleinement efficace	Prise en compte intégrale de la mesure de protection
Mesure partiellement efficace	Évaluation à l'aide de scénarios partiels supplémentaires (cf. point 5.2)
Aucun effet	Aucune prise en compte de la mesure de protection
Effet défavorable de la mesure	Prise en compte intégrale de l'effet défavorable de la mesure de protection

2.8 Caractère actuel des évaluations des dangers

Les évaluations des dangers doivent toujours être clairement datées. En cas de mises à jour, cela vaut également pour les différentes parties concernées par la révision. Quel que soit leur niveau de détail, ces évaluations doivent être complètes et tenues à jour pour pouvoir prendre à tout moment les meilleures décisions possibles concernant les mesures. Les évaluations des dangers doivent donc être vérifiées régulièrement et, le cas échéant, actualisées ou réalisées de nouveau si l'un des motifs ci-après se présente (tableau 4) :

Tableau 4 : Motifs de vérification, d'actualisation ou de nouvelle réalisation des évaluations des dangers (liste non exhaustive)

Motif	Niveau de détail indicatif (M1)	Niveau de détail standard (M2)	Niveau de détail approfondi (M3)
L'évaluation des dangers ne correspond plus à l'état de la technique (nouvelles méthodes disponibles).	X	X	Selon les besoins
Réalisation de mesures dans la zone de processus (évaluation des dangers « après mesures »)		X	Selon les besoins
Autres modifications anthropiques ou naturelles dans la zone de processus qui changent le déroulement ou la fréquence des processus de danger naturel	X*	X	Selon les besoins
Les données de base utilisées ne correspondent plus à l'état actuel (séries chronologiques plus longues ou nouvelles conclusions) et divergent dès lors sensiblement des valeurs d'entrée employées jusqu'à présent.	X	X	Selon les besoins
Un événement plus vaste s'est produit, d'où la nécessité d'une nouvelle évaluation.	X*	X	Selon les besoins
Biens à protéger en dehors de l'ancien périmètre d'évaluation		X	Selon les besoins
Planification de nouvelles mesures ou actualisation des mesures en vigueur (p. ex. révision du plan d'affectation ou du plan d'intervention)		X	Selon les besoins

* Vérifier la pertinence en fonction du critère de référence.

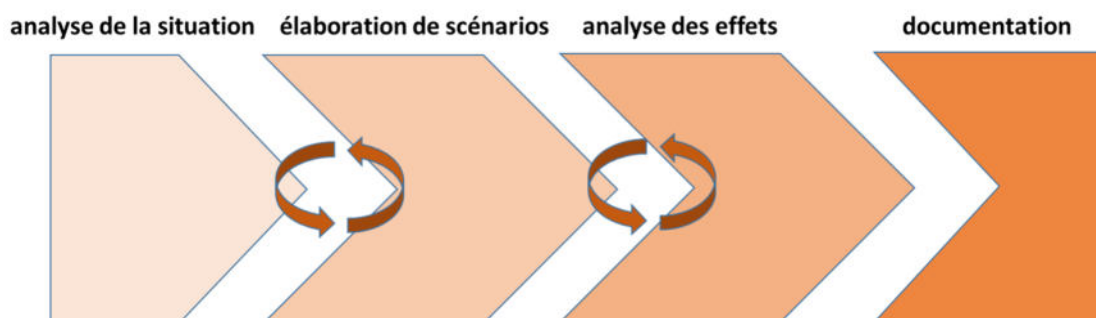
Après dix ans au plus, il convient de vérifier si les hypothèses et conditions sous-jacentes d'une évaluation des dangers sont encore valables ou s'il existe un motif de réévaluation complète ou partielle comme indiqué dans le tableau 4.

En principe, une évaluation des dangers est réalisée conformément à l'état systémique au moment de l'évaluation. Or, la zone examinée est soumise à des changements constants, de sorte que ce principe comporte des exceptions. Par exemple, les changements climatiques doivent être pris en considération en considérant les évolutions futures (cf. point 2.6). Lorsque d'autres modifications significatives (p. ex. état de la forêt protectrice) sont prévisibles pendant la période d'utilisation des résultats d'une évaluation des dangers, il est judicieux d'en tenir compte sous une forme appropriée (p. ex. à l'aide de scénarios supplémentaires).

3 Procédure générale

La procédure générale pour une évaluation des dangers s'applique à toutes les niveaux de détail, les différences concernant essentiellement le niveau de détail et, le cas échéant, le nombre ou le choix des scénarios. Elle englobe l'analyse de la situation, l'élaboration de scénarios, l'analyse des effets et la documentation (cf. fig. 4).

Figure 4 : Déroulement général d'une évaluation des dangers



Étapes de travail et résultats

L'analyse de la situation permet d'identifier les dangers naturels qui peuvent se produire et les aspects à évaluer. Elle englobe également la mise en commun et l'analyse des études de base existantes, voire l'ajout des compléments requis. De même, il est préférable d'effectuer les premières visites sur le terrain dès l'analyse de la situation.

Lors de l'élaboration des scénarios, les déroulements possibles d'un événement sont envisagés sur la base des résultats de cette analyse et, le cas échéant, classés en fonction des probabilités correspondantes.

Dans l'analyse des effets, les déroulements possibles des événements sont examinés et traités à l'aide de méthodes appropriées. La documentation comprend ensuite la présentation spatiale des résultats. Le rapport technique connexe expose toutes les considérations faites pendant les étapes de travail.

Contrôle de la plausibilité et processus itératif

En vérifiant la plausibilité de façon répétée après les étapes de travail importantes, la démarche devient itérative dans plusieurs parties de l'évaluation. On entend par plausibiliser la remise en question critique des données de base, des hypothèses ainsi que des résultats de la modélisation et de l'évaluation. Ce contrôle de plausibilité est réalisé tout au long des étapes de l'évaluation des dangers. Moins marqué pour le niveau de détail M1 que pour M2 et M3, il revêt une certaine importance pour le niveau M2, en particulier pour l'analyse des effets. Les résultats sont-ils réalistes et compréhensibles ? Cela concerne surtout le déroulement des processus et, partant, l'étendue spatiale, l'ampleur des effets du processus et la probabilité dans le périmètre d'incidence. Si nécessaire, les hypothèses et les paramètres, voire les valeurs d'entrée, doivent être modifiés, engendrant alors de nouveaux scénarios et déroulements.

Plusieurs méthodes de plausibilisation peuvent s'appliquer en fonction du niveau de détail et du processus : rapprochement des résultats avec des observations sur le terrain ou des constatations relatives à des événements passés (p. ex. cadastre des événements ou indicateurs d'événements passés) ; comparaison avec d'autres investigations ; vérification de la prise en compte de toutes les structures importantes sur le terrain qui influent de manière

déterminante sur le déroulement d'un événement ; évaluation des ordres de grandeur ; analyse des comportements modélisés, etc.

En résumé, il convient de vérifier la plausibilité, le bien-fondé et la fiabilité de tous les résultats des simulations et expertises ainsi que des scénarios.

Concrètement, il s'agit des aspects suivants :

- plausibilité des valeurs d'entrée ;
- plausibilité des hypothèses formulées
(en cas de modélisations : y c. la robustesse des modèles et des paramètres utilisés, notamment à l'aide d'analyses de sensibilité ; examen de l'incertitude tant du modèle que des paramètres) ;
- plausibilité des déroulements de l'événement ainsi obtenus ;
- vérification des résultats :
les zones concernées sont-elles délimitées de manière plausible et les effets sont-ils réalistes ?
- contrôle des probabilités dans le périmètre d'évaluation en les classant sur la base des données issues des observations passées (en particulier le cadastre des événements et les indicateurs d'événements passés) et en tenant compte d'autres considérations d'expert.

Prise en compte des incertitudes

L'évaluation des dangers naturels est empreinte d'incertitudes qui résultent de la complexité des processus de danger naturel et des chaînes de processus à évaluer, des données de base et des simplifications inhérentes à l'utilisation de modèles. Toute attribution statistique des séries de mesures s'accompagne d'incertitudes. Plus les séries de mesures analysées sont longues par rapport à la fréquence de l'événement à évaluer, plus ces incertitudes sont faibles. En général, celles-ci augmentent à mesure que la probabilité de certains événements décroît. Compte tenu de la longévité géologique et de la diversité spatiale de notre environnement, même des spécialistes des évaluations n'ont qu'une expérience très limitée. L'intégration de données empiriques permet de restreindre les incertitudes, mais pas de les éliminer totalement.

Il convient d'identifier les incertitudes et, dans la mesure du possible, de les réduire en appliquant des méthodes appropriées. Lorsqu'une réduction n'est pas possible, le résultat est moins précis en raison des incertitudes. Ces imprécisions peuvent être prises en considération lors de décisions ultérieures, à condition d'en connaître la portée. Pour ce faire, les incertitudes devraient être quantifiées autant que possible, communiquées clairement et documentées de manière compréhensible.

Voici les principales questions visant à apprécier les incertitudes lors de l'évaluation des processus de danger naturel :

- Les déroulements du processus, les chaînes de processus et les transitions de processus pertinents ont-ils été identifiés et pris en considération ?
- Les scénarios ont-ils été choisis correctement ?
- Tous les facteurs pouvant influencer sur les scénarios sélectionnés sont-ils pris en compte ?
- Les valeurs d'entrée utilisées pour les modélisations présentent-elles une qualité suffisante ?

4 Procédure pour le niveau de détail indicatif

Une évaluation des dangers de type *indicatif* vise à produire une vue d'ensemble de ce qui peut se produire et où. En dehors du périmètre d'évaluation de type *standard*, l'évaluation de type *indicatif* fournit des informations sur une menace éventuelle due à des dangers naturels. Une évaluation des dangers avec un niveau de détail *indicatif* met surtout l'accent sur une méthodologie uniforme qui s'applique à l'ensemble du périmètre d'évaluation (en général, tout le territoire du canton). Une procédure simplifiée est utilisée à cet effet, de sorte que les résultats de cette évaluation ont un caractère informatif. En d'autres termes, les surfaces indiquent une menace éventuelle. Les informations ne comportent pas toujours l'intensité et elles omettent fréquemment d'indiquer une probabilité. Une telle évaluation se borne à fournir des renseignements sur la présence éventuelle d'un processus de danger naturel.

Le résultat vise principalement à esquisser les contours d'une menace potentielle. Lorsqu'aucune menace n'est mise en évidence, on ne peut pas en conclure que ce lieu n'en présente aucune, mais uniquement qu'aucune menace n'y a été identifiée (contrairement au « savoir qualifié » d'un niveau de détail *standard*). Si une affectation est prévue dans une zone indicative de dangers (cf. biens à protéger selon le point 2.3 ou l'ANNEXE A2), une évaluation plus précise doit être réalisée.

Traditionnellement, une évaluation des dangers de type *indicatif* se traduit par une carte indicative des dangers, qui est établie séparément pour chaque processus partiel mentionné dans le tableau 2 (point 2.2) lorsque cela est opportun et possible (les exceptions y figurent également). Une éventuelle présentation synoptique de chaque processus principal contribue à la vue d'ensemble et à la communication.

La méthodologie doit correspondre à l'état de la technique. En principe, les étapes de travail sont similaires à celles de la procédure générale (analyse de la situation, élaboration de scénarios, analyse des effets, documentation ; cf. chap. 3), mais sous une forme plus simple que pour les niveaux de détail M2 et M3.

Les méthodes utilisées peuvent s'appuyer aussi bien sur des critères de prédisposition déduits à large échelle que sur des modélisations différenciées sur le plan spatial.

Le scénario choisi doit permettre d'illustrer toutes les zones potentiellement menacées. En général, on peut opter pour un scénario d'environ 300 ans comprenant en plus des hypothèses défavorables. À titre facultatif, il est possible d'indiquer d'autres probabilités ou d'effectuer une répartition selon plusieurs intensités. Lorsque des événements passés rares sont connus, mais pas encore illustrés avec le scénario retenu, ils sont ajoutés le cas échéant en tant que zones indicatives de danger.

Le résultat doit faire l'objet d'un contrôle de plausibilité sous une forme générale, mais pas nécessairement sur le terrain. Dans la mesure du possible, les événements passés qui figurent dans le cadastre des événements seront pris en compte. Dans tous les cas, ils serviront à vérifier la plausibilité de la carte indicative des dangers.

Aucune autre exigence n'est imposée en ce qui concerne le contenu pour ce niveau de détail.

5 Procédure pour le niveau de détail standard

Dans une évaluation des dangers de niveau *standard*, tous les processus partiels sont appréciés séparément et par source de processus. À cet effet, des cartes des intensités spécifiques sont établies pour les différentes probabilités (carte des intensités par probabilité du scénario de base, par processus partiel et par source de processus).

Sous certaines conditions, un processus partiel peut être déclaré « non pertinent » ou « inexistant » dans une zone, de sorte qu'elle sera réputée « non menacée » par celui-ci (p. ex. avalanches coulantes et poudreuses en plaine). Cela correspond en définitive à une évaluation des dangers présentant la classe d'intensité « aucune incidence » (cf. point 5.3.2.1). Cette déclaration peut s'appliquer à une unité territoriale plus vaste ou au périmètre d'évaluation examiné. Il est toutefois impératif qu'il n'y ait aucune source de processus. De plus, il ne doit y avoir ni indicateur d'événements passés ni entrée dans des archives ou un cadastre des événements qui demeure pertinent pour la situation en matière de danger.

Le périmètre d'évaluation est apprécié dans son ensemble. Lorsqu'aucune intensité n'est indiquée, une menace due à un processus partiel peut y être exclue pour un scénario donné, en l'état actuel de l'évaluation.

Une évaluation des dangers de type *standard* fournit des informations spatiales sur les incidences, sous la forme de paramètres et d'intensités (cf. point 5.3.2.1, notamment le tableau 7), pour différents scénarios avec mention de la probabilité, et des renseignements sur le scénario extrême. Le niveau de détail exigé sur le plan spatial découle du fait que des indications doivent pouvoir être fournies sur l'exposition éventuelle de certains biens à protéger. Les cartes des intensités par source de processus constituent le principal produit d'un niveau de détail M2 (cf. point 6.2.2).

Les différentes étapes de travail sont identiques pour tous les processus partiels, mais leur chronologie peut présenter des divergences minimales. La présente publication appréhende ces étapes de travail de manière générale. Pour des informations plus détaillées, il est renvoyé aux publications spécifiques à un processus qui font partie de la collection « Connaissance de l'environnement ».

5.1 Analyse de la situation

Lors de cette première étape de l'évaluation des dangers, la zone dans laquelle on souhaite connaître la menace de manière différenciée est définie à l'aide des objets à protéger (périmètre d'évaluation). Ensuite, toutes les sources de processus pouvant avoir une incidence sur le périmètre d'évaluation sont identifiées, permettant ainsi de déterminer le périmètre d'étude. L'analyse de la situation englobe également celle des bases et des événements passés pour mieux pouvoir catégoriser le système. De préférence, les premières visites sur le terrain sont réalisées à cette étape.

5.1.1 Définition du périmètre d'évaluation

Le périmètre d'évaluation est la zone dans laquelle on souhaite connaître la menace, soit en général un territoire fortement exploité comprenant des biens à protéger (cf. fig. 5). Pour définir ce périmètre, il est renvoyé au point 2.3.

5.1.2 Identification des sources de processus

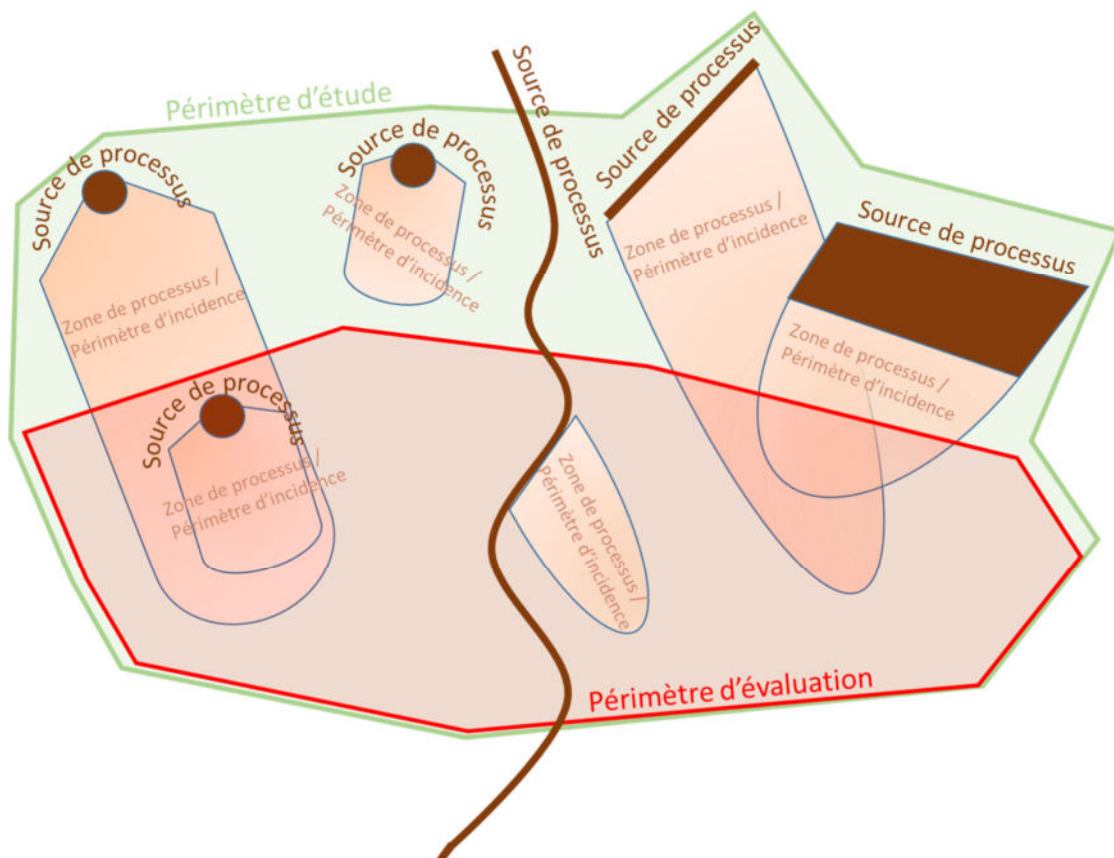
Au cours de cette étape, il faut identifier toutes les sources de processus (cf. point **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) qui pourraient avoir une incidence sur le périmètre d'évaluation, y compris dans des conditions extrêmes et en tenant compte des éventuelles chaînes de processus. Il se peut également qu'une évaluation révèle que la zone de processus d'une source de processus potentielle n'atteint pas le périmètre d'évaluation. Dans ce cas, cette source de processus est néanmoins intégrée à l'évaluation des dangers et fournit des informations importantes. Les sources de processus sont ensuite attribuées à un processus partiel, nommées et localisées dans l'espace à l'aide d'un point, d'une ligne ou d'un polygone.

Lorsqu'un processus partiel ne se produit pas, il faut également le consigner et le documenter en conséquence.

5.1.3 Définition du périmètre d'étude

Le périmètre d'étude comprend l'ensemble des sources de processus et des zones de processus qui s'étendent jusque dans le périmètre d'évaluation ainsi que ce dernier (cf. fig. 5).

Figure 5 : Relation entre les sources de processus, les zones de processus ou périmètres d'incidence, le périmètre d'évaluation et le périmètre d'étude



5.1.4 Analyse des données de base

Pour mieux comprendre le système, il faut consulter au préalable les données de base suivantes :

- évaluations des dangers précédentes, y compris leurs rapports techniques et, le cas échéant, d'autres documentations (même celles provenant d'autres services chargés de la sécurité) ;
- cartes des phénomènes existantes ;
- cartes topographiques, thématiques et historiques, y compris photographies aériennes et données de télédétection (sous forme physique ou numérique) ;
- rapports, études, expertises, documentations, documents de projet ;
- données de mesure et séries de mesure ;
- personnes locales connaissant la région et le lieu et ayant des connaissances sur les dangers naturels (p. ex. conseillères ou conseillers locaux en dangers naturels) ;
- photographies ;
- mesures de protection en vigueur, y compris une évaluation éventuelle de leur efficacité (cf. PROTECTpraxis)
(remarque : les mesures techniques de protection sont généralement documentées dans le cadastre des ouvrages de protection) ;
- informations sur les événements passés, en particulier le cadastre des événements (cf. section suivante) ;
- autres bases éventuelles.

5.1.5 Analyse des événements

Les connaissances relatives aux événements passés constituent une base importante pour chaque évaluation des dangers. Elles sont indispensables pour pouvoir classer les probabilités et l'ampleur des événements éventuels, acquérir de précieuses informations sur les déroulements possibles et en tirer des enseignements. Elles contribuent également à l'élaboration de scénarios et au contrôle de la plausibilité des modélisations et des résultats d'expertise. Il convient toutefois de noter qu'en raison des changements concernant la topographie, la couverture du sol, le climat et la présence d'ouvrages de protection, les indications passées ne correspondront pas nécessairement à la situation actuelle ou future, de sorte que les événements devront être interprétés en conséquence.

Il est essentiel de consulter tous les registres disponibles sur les événements naturels, de faire des recherches dans les archives et d'interroger les témoins correspondants. Dans la plupart des cas, le cadastre des événements naturels StorMe, dans lequel les cantons et d'autres acteurs peuvent recenser des événements naturels passés, devrait constituer une source d'information majeure.

5.1.6 Analyse de terrain

Les analyses de terrain et les visions locales sont importantes lors des différentes étapes du traitement. Pendant l'analyse de la situation, elles permettent de découvrir la situation sur le terrain, de vérifier les premiers résultats de l'analyse des données de base, voire de l'analyse des événements, et de les compléter par d'autres observations. En l'espèce, il convient de prêter attention notamment aux éventuelles sources de processus pertinentes et à la manière dont un événement potentiel peut se déclencher sur le terrain.

De plus, il s'agit de déterminer les déroulements éventuels d'un événement en raison de la situation sur le terrain et les chaînes de processus qui pourraient se produire. Par ailleurs, il est important d'identifier les endroits-clés et les points faibles ainsi que, pour les processus liés aux eaux, les vôtages, les ponts et les petites structures pertinentes.

Les indicateurs des événements passés (témoins muets) sont à identifier dans toute la zone de processus et ils doivent être représentés sur la carte des phénomènes, soit en mettant à jour une carte existante, soit en établissant une nouvelle. Les instructions correspondantes figurent dans la publication (PLANAT, OFEG, OFEFP 2000). La légende modulable (OFEG, OFEFP, 1995) est disponible à cet effet en tant qu'aide numérique ou cartographique.

5.2 Élaboration de scénarios

5.2.1 Introduction

Les scénarios illustrent les déroulements éventuels d'un événement potentiel. Il s'agit en l'espèce d'événements liés à des processus de danger naturel qui sont importants pour l'évaluation des dangers au sens de la présente aide à l'exécution.

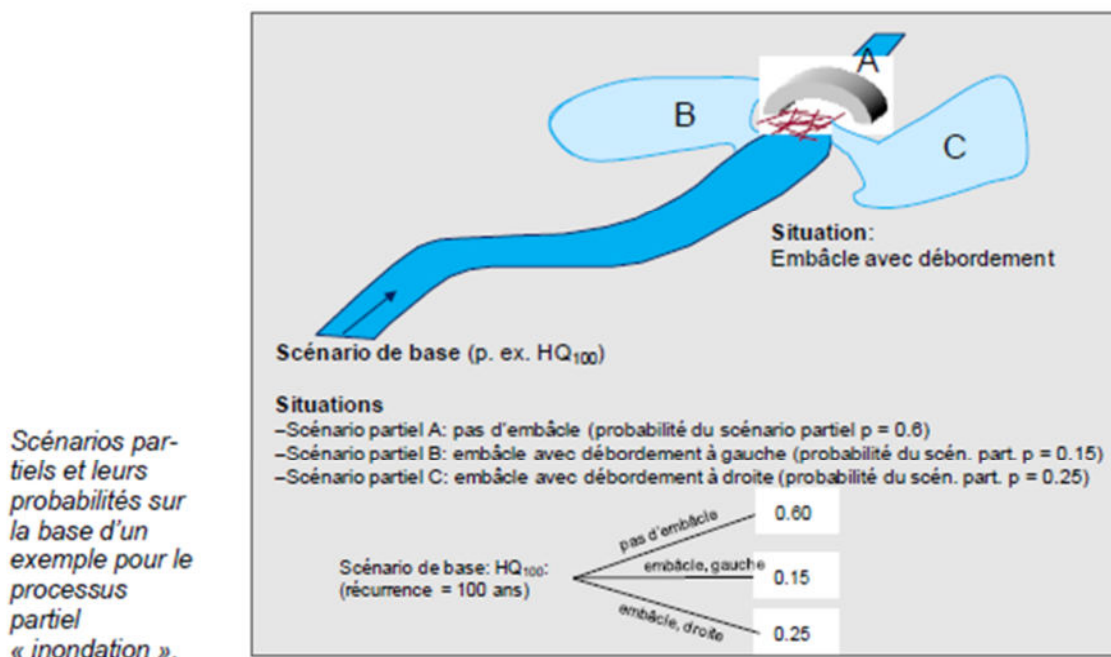
L'élaboration de scénarios se fonde sur l'analyse de la situation. Les études de base recueillies sont évaluées et des hypothèses concernant les événements qui peuvent se produire dans le périmètre d'étude, leurs conditions de déclenchement et leur déroulement sur le plan qualitatif sont formulées. Il est alors possible que certains aspects de l'analyse de la situation doivent être réexaminés de manière approfondie. Le résultat de l'élaboration des scénarios sert de base à l'analyse subséquente des effets, qui étudie la façon dont les scénarios ainsi définis déploient leurs effets dans les différentes zones de processus. Un processus itératif est souvent judicieux en la matière, si un premier examen sommaire révèle que des scénarios supplémentaires ou différents de ceux qui ont été définis initialement sont déterminants.

L'élaboration de scénarios dépend de l'approche fondamentale de l'analyse des effets. Selon la pratique en vigueur dans la technique des scénarios, les effets de plusieurs scénarios caractéristiques et représentatifs sont examinés lors de l'évaluation des dangers. À cet effet, des scénarios de base sont définis pour différents temps de retour et leur déroulement est étudié de manière déterministe, en tenant compte des incertitudes.

Lorsqu'un événement peut se dérouler de manière sensiblement différente à certains endroits, plusieurs scénarios partiels sont examinés, puis un scénario partiel déterminant est choisi comme scénario de base. Les scénarios partiels sont spécifiques à un processus et dépendent des particularités locales. Ils permettent également d'appréhender l'impact des mesures de protection ou l'influence mutuelle des processus issus de plusieurs sources (p. ex. effets de remous du débit entrant dans un cours d'eau récepteur en crue). Un aperçu détaillé des facteurs d'influence éventuels qui peuvent être utilisés pour élaborer des scénarios partiels figure à l'ANNEXE A4.

Des arbres d'événements sont souvent utilisés pour prendre en considération des scénarios partiels, les probabilités de ces derniers étant évaluées aux différentes intersections. Les scénarios de base influent tant sur l'étendue d'un événement que sur sa probabilité. Cette notion est illustrée à la figure 6 à l'aide d'un exemple.

Figure 6 : Notion de probabilité des scénarios partiels, illustrée par l'exemple d'un embâcle



En principe, cette partie de l'évaluation des dangers (élaboration de scénarios et analyse des effets) peut également être exécutée en se fondant sur des approches probabilistes (cf. commentaire correspondant à l'ANNEXE A.5). La présente aide à l'exécution met toutefois l'accent sur la technique des scénarios, car cette approche correspond à la pratique actuellement dominante. La méthodologie peut cependant être choisie librement. Lorsque des approches probabilistes sont utilisées, les principes relatifs à l'élaboration de scénarios et à l'analyse des effets (cf. points 5.2 et 5.3) s'appliquent par analogie.

5.2.2 Définition des quatre scénarios de base

Pour exécuter de manière uniforme et comparable les art. 4, al. 1, let. e, OACE et 16, al. 2, let. d, OFo (« Les cantons recensent les dangers »), il est indispensable de définir les scénarios de base en appliquant les mêmes principes. Ceux-ci sont exposés dans la présente section.

Les scénarios de base décrivent un événement avec une probabilité définie ou un événement extrême lorsqu'il se produit dans le périmètre d'évaluation. En général, la probabilité que le scénario considéré se concrétise dans ce périmètre ne correspond pas à la probabilité de déclenchement.

De même, la probabilité d'un scénario donné n'est pas uniforme sur l'ensemble du périmètre d'évaluation, car un événement peut se dérouler de différentes façons au sein de ce périmètre. Cet aspect n'est cependant pris en compte qu'au moment de l'analyse des effets, la procédure correspondante étant exposée dans la section concernée (cf. point 5.3.1.2).

Pour définir les scénarios de base, il faut tout d'abord choisir **un lieu représentatif au sein du périmètre d'évaluation** où les scénarios « fréquent », « moyen » et « rare » peuvent se produire. De plus, il convient de toujours envisager un scénario « très rare », c'est-à-dire un scénario extrême. Un scénario fréquent se concrétise en moyenne tous les 30 ans, un scénario moyen tous les 100 ans, un scénario rare tous les 300 ans et un scénario extrême,

encore plus rarement. Ce dernier n'a pas de probabilité définie ; il vise principalement à couvrir les déroulements d'événement défavorables, sans toutefois aller jusqu'au pire cas possible sur le plan physique (« worst case »). Un lieu représentatif judicieux est souvent le point d'entrée dans le périmètre d'évaluation ou l'endroit jusqu'où un scénario présente un déroulement uniforme. Celui-ci doit être documenté dans tous les cas pour garantir la traçabilité.

La notion de « probabilité » utilisée dans ce contexte désigne la « probabilité d'occurrence annuelle ». Les expressions « période de retour » et « temps de retour » sont également employées comme synonymes. Elles présentent une relation de réciprocité sur le plan mathématique :

$$\text{probabilité d'occurrence annuelle} = \text{probabilité d'occurrence [année}^{-1}] = \frac{1}{\text{période de retour}} = \frac{1}{\text{temps de retour en années}}$$

On obtient ainsi la relation suivante entre les probabilités, les périodes de retour et la fréquence associée pour définir les scénarios de base :

Tableau 5 : Relation entre probabilités et fréquences dans les scénarios de base à examiner

Caractéristique				
Probabilité en lettres	élevée	moyenne	faible	très faible
Probabilité d'occurrence P	1/30 par année	1/100 par année	1/300 par année	< 1/300 par année
Période de retour T / temps de retour	T ≈ 30 ans	T ≈ 100 ans	T ≈ 300 ans	> 300 ans
Scénario de base en lettre	fréquent	moyen	rare	très rare / extrême
Probabilité d'occurrence en lettres	élevée	moyenne	faible	très faible

La définition des scénarios de base fréquents, moyens et rares diverge de celle du scénario extrême sur les points suivants (cf. fig. 7) :

Scénarios de base fréquents, moyens et rares :

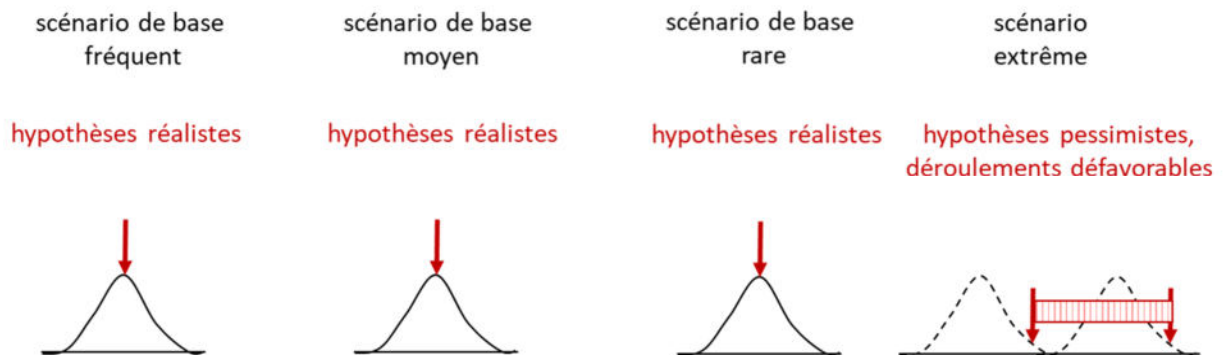
- Pour ce type de scénarios, des hypothèses réalistes sont formulées ou des déroulements réalistes sont retenus (contrairement à l'approche pessimiste d'un scénario extrême).
- Les scénarios doivent être choisis de telle sorte que les probabilités dans le périmètre d'évaluation correspondent à peu près à celles du tableau 5.

Scénarios extrêmes :

- Un scénario extrême examine des hypothèses pessimistes, en particulier au niveau des valeurs d'entrée, et se fonde sur des déroulements d'événement, des chaînes de processus et des hypothèses défavorables sur les incertitudes (pour les paramètres et les modèles). En l'espèce, il convient surtout de déterminer les situations qui pourraient se produire en cas de déroulement défavorable et qui ne sont pas déjà couvertes par les autres scénarios.
- Sur le plan méthodologique, il est possible de s'appuyer sur le scénario de base rare, mais en examinant les hypothèses et déroulements défavorables susmentionnés. Lorsque cela est opportun, un scénario plus rare intégrant également ces hypothèses et déroulements défavorables peut être défini.
- La possibilité d'un scénario extrême doit toujours être examinée. On peut renoncer à une analyse séparée lorsque le scénario rare et le scénario extrême ne présentent guère de

- différences. Dans ce cas, les mêmes produits (p. ex. carte des intensités) peuvent être utilisés pour les deux scénarios, à condition de le documenter en conséquence.
- La méthodologie ne permet pas de définir une période de retour pour le scénario extrême. Lorsqu'un ordre de grandeur peut néanmoins être estimé, il doit figurer dans le rapport technique.
- Sinon, à des fins de comparaison, il est usuel d'utiliser une valeur de 1000 ans pour les analyses de risques.

Figure 7 : Définition des scénarios de base



5.2.3 Scénarios supplémentaires

Il est recommandé d'élaborer des scénarios supplémentaires pour mettre en évidence différents déroulements d'événement, ce qui peut être utile à la planification des interventions, et pour mieux connaître les caractéristiques du risque, comme indiqué brièvement ci-après :

Les scénarios de base donnent des informations sur l'ampleur de processus pour quatre probabilités différentes (cf. fig. 8). La mise en relation mutuelle de ces informations au sein d'une fonction se traduit par une courbe des dommages (l'étendue étant alors assimilée aux dommages). On décrit ainsi les caractéristiques du risque, qui servent à leur tour de base à une combinaison optimale des mesures. Les probabilités et, partant, les scénarios sont des éléments importants dans une courbe des dommages. D'autres scénarios sont utiles, en plus des quatre scénarios de base, pour représenter cette courbe avec davantage de précision. Par exemple, il est judicieux de connaître le début de l'effet et la forme exacte de la courbe. Des scénarios supplémentaires devraient être considérés lorsque l'un des points suivants ou les deux sont constatés :

- des risques importants ou particuliers ou un fort potentiel de dommage existent ;
- le déroulement du processus présente des particularités spécifiques (p. ex. sauts d'une grande portée).

Ces scénarios supplémentaires sont exposés ci-après :

Scénario très fréquent

On entend par scénario très fréquent des périodes de retour comprises entre 1 et 10 ans. Ces scénarios comportent une part considérable de risque et constituent dès lors des compléments opportuns.

Scénarios en cas de saut important pour l'ampleur

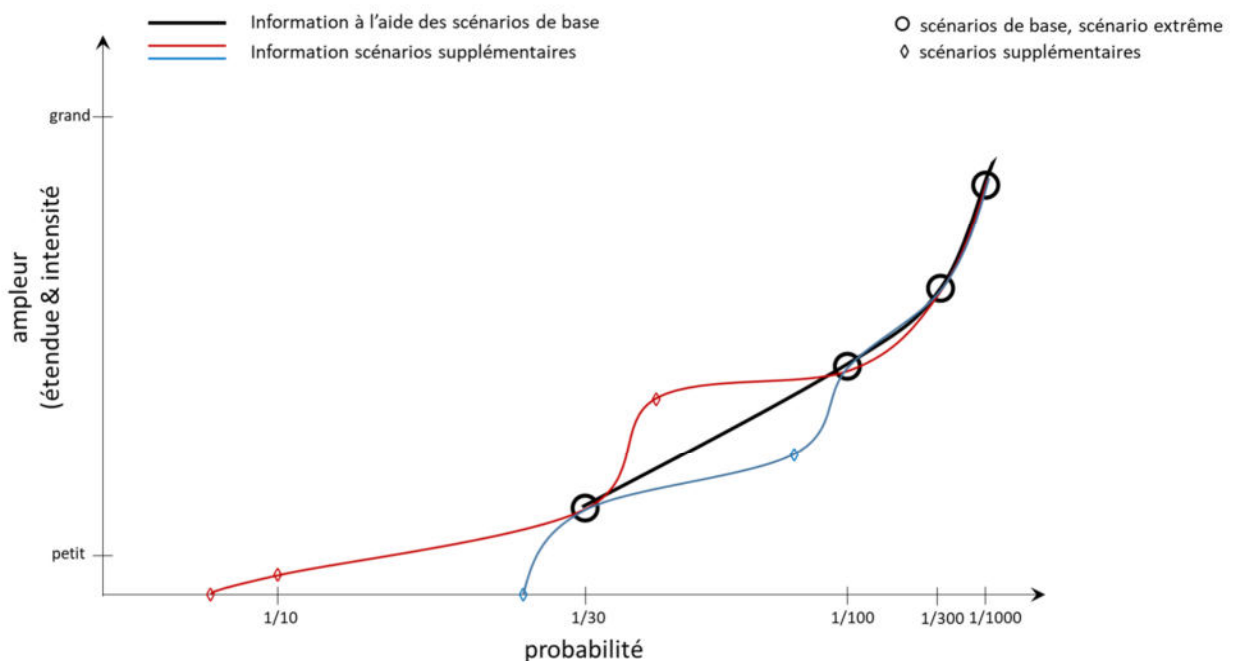
Ils permettent de préciser l'évolution de la courbe des dommages. Au lieu d'une simple interpolation entre les points d'ancrage des quatre scénarios de base, il peut être utile et

judicieux, selon le processus, de montrer cette évolution à l'aide de scénarios supplémentaires. Ici aussi, on portera une attention accrue aux zones présentant des événements fréquents, car elles seront plus fortement pondérées dans le calcul du risque.

De plus, il est préférable de connaître le **début de l'effet**, c'est-à-dire le point zéro de la courbe des dommages. Il s'agit en l'occurrence de déterminer la probabilité ou la période de retour à partir de laquelle le périmètre d'évaluation est concerné par un processus partiel précis ou une source de processus donnée. Dans de nombreux cas, seul un processus itératif permet de définir ce début ; il convient alors d'examiner si un scénario très fréquent supplémentaire pourrait suffire en la matière.

Déterminer le début de l'effet n'implique pas nécessairement de tenir compte d'un scénario complet. Seule l'indication de la probabilité est pertinente ; elle doit être documentée en conséquence.

Figure 9 : Évolution de la courbe des dommages en fonction des scénarios supplémentaires



Pertinence des différents déroulements d'événement pour le plan d'intervention

Il peut être utile d'examiner plusieurs déroulements d'événement, même s'ils se traduisent par la même probabilité du scénario de base dans le périmètre d'évaluation. Les connaissances acquises sur ces déroulements et sur les lignes d'écoulement sont importantes, en particulier lors de la planification des interventions. Il est par exemple envisageable que deux scénarios partiels distincts présentent des étendues spatiales et des intensités maximales similaires, mais une temporalité sensiblement différente.

5.3 Analyse des effets

5.3.1 Méthode

L'analyse des effets comprend l'examen des scénarios établis au préalable, c'est-à-dire celui des déroulements d'événement, la détermination des surfaces (périmètre d'incidence) concernées par le processus de danger naturel (processus partiel), le niveau de l'incidence

(intensités) et sa répartition spatiale sur l'ensemble de la surface en question, ainsi que la probabilité correspondante. La préparation des résultats fait également partie de cette analyse. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées en fonction du processus de danger naturel. Elles vont des évaluations d'experts à l'usage de modèles complexes, en passant par l'application de formules empiriques. Il est important que la méthode choisie corresponde à l'état de la technique et que l'évaluation se fonde sur des critères précis.

Lors de l'application de la technique des scénarios, il est capital pour le plan d'intervention, notamment, que les différents déroulements d'événement soient clairement identifiables pour l'interprétation. En revanche, il est essentiel de connaître la probabilité effective d'un processus de danger naturel aux différents endroits du périmètre d'évaluation pour prendre en compte les risques. Il convient de procéder comme suit pour répondre à ces deux exigences :

5.3.1.1 Surfaces concernées et intensité par scénario de base choisi

Pour chaque scénario de base et, le cas échéant, pour les scénarios supplémentaires éventuels mentionnés au point 5.2.3, la surface concernée par le processus partiel considéré est représentée dans le périmètre d'évaluation en fonction de ses valeurs caractéristiques et des intensités correspondantes. La probabilité du scénario de base s'applique (cf. points 6.2.3 et 6.2.2).

5.3.1.2 Différenciation spatiale des probabilités dans le périmètre d'évaluation

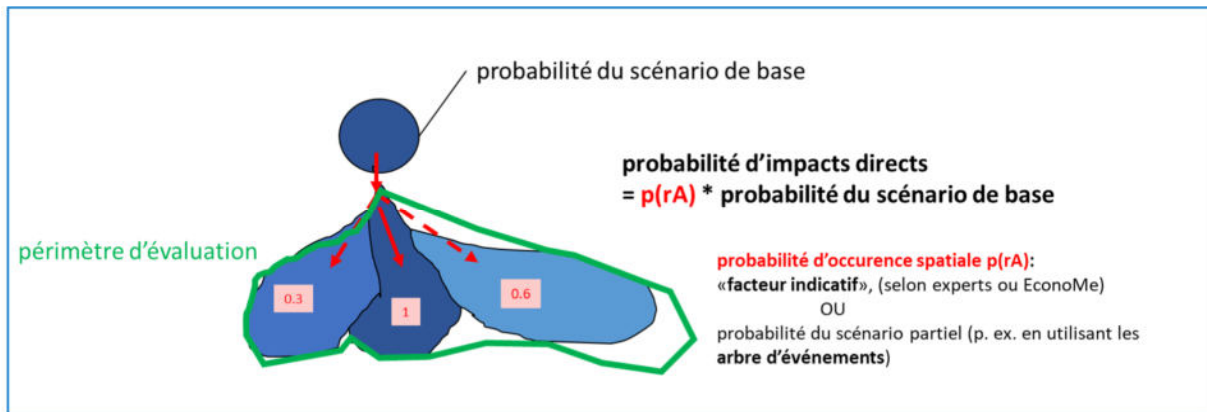
Souvent, la probabilité n'est pas la même sur l'ensemble du périmètre d'évaluation. L'analyse des effets peut y être affinée et considérer les probabilités de manière différenciée sur le plan spatial grâce à la probabilité d'occurrence spatiale $p(rA)$ qui, avec la probabilité du scénario de base, permet de déterminer la **probabilité d'impacts directs** (cf. fig. 10). Cette dernière, qui correspond à la probabilité spatiale différenciée dans le périmètre d'évaluation, est calculée comme suit :

$$\text{probabilité d'impacts directs} = \text{probabilité du scénario de base} * \text{probabilité d'occurrence spatiale}$$

La $p(rA)$ peut être obtenue de la façon suivante :

- Lorsque plusieurs déroulements d'événement (p. ex. voies d'écoulement) sont possibles au sein d'un périmètre d'évaluation, ils peuvent de nouveau être déterminés grâce aux arbres des événements et aux probabilités correspondantes du scénario partiel, par exemple. Dans ce cas, la probabilité d'occurrence spatiale découle de la probabilité qui résulte de l'arbre des événements correspondant.
- EconoMe comprend des valeurs indicatives pour la probabilité d'occurrence spatiale de chaque processus partiel. Cette probabilité peut également être déterminée séparément grâce à des calculs ou à des hypothèses d'experts, puis être différenciée sur le plan spatial.

Figure 11 : Différenciation spatiale de la probabilité dans le périmètre d'évaluation



Il convient de noter les points suivants :

- Il est recommandé de différencier la probabilité dans le périmètre d'évaluation. Lorsque des efforts raisonnables ne permettent pas d'obtenir cette différenciation ou une estimation de la probabilité, il faut au moins utiliser les valeurs indicatives $p(rA)$ d'EconoMe (qui peuvent être égales à 1).
- Il est important de documenter ce qui a été ou non réalisé.
- Il est possible d'employer des approches probabilistes plutôt que des valeurs $p(rA)$ forfaitaires ou des arbres des événements.

Des exemples d'utilisation des probabilités d'occurrence spatiale figurent à l'ANNEXE A.3.

Certains processus partiels sans probabilité (p. ex. glissement permanent) restreignent l'usage de la procédure susmentionnée.

5.3.2 Préparation des résultats

L'analyse des effets se termine par la préparation des résultats de l'évaluation, qui consiste en grande partie à établir des données réparties sur le plan spatial (géodonnées), la présentation à l'aide de cartes étant exposée au point 6.6. La délimitation spatiale des zones potentiellement concernées par les dangers naturels, l'intensité et les indications relatives à la probabilité d'occurrence de ces derniers ont de l'importance dans l'évaluation des dangers. Ces renseignements sont fournis grâce à des paramètres et à leur agrégation en intensités.

5.3.2.1 Paramètres et intensités

Comme indiqué dans la présente section 5.3.2.1, la définition des intensités et des paramètres utilisés à cet effet est essentielle pour une interprétation correcte des résultats au sens d'une exécution uniforme des art. 4, al. 1, let. e, OACE et 16, al. 2, let. d, OFo (« recensement des dangers »).

Les paramètres et les intensités (y c. leur étendue spatiale) sont déterminés pour chaque processus partiel et chaque source de processus dans les différents scénarios (scénarios de base et éventuels scénarios supplémentaires), puis préparés en vue des divers produits récapitulatifs.

Paramètres

Les paramètres sont des grandeurs physiques qui décrivent la nature et l'ampleur de l'impact d'un processus de danger naturel sur un objet à protéger (p. ex. hauteur d'écoulement).

Intensités

Dans la plupart des processus partiels, les paramètres sont classés directement dans les intensités *faibles*, *moyennes* ou *fortes*. En revanche, dans les processus partiels liés à l'eau notamment, plusieurs paramètres sont agrégés en vue de l'affectation à une classe d'intensité. Cette méthode est exposée dans la dernière colonne du tableau 7.

Les intensités servent à catégoriser et à présenter la menace induite par les effets d'un processus de danger naturel. En l'espèce, l'accent est mis sur la mise en danger éventuelle des personnes à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments. La répartition est réalisée comme suit (tableau 6).

Tableau 6 : Les classes d'intensité et leur signification

Classe d'intensité	Signification / effet dommageable
Aucune incidence	La zone n'est pas impactée.
Intensité faible	Zone concernée par le processus. En général, aucun danger pour les personnes tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments*. De manière générale, la structure des bâtiments** n'est pas menacée, mais des dommages matériels considérables sur et <u>dans le</u> bâtiment peuvent se produire.
Intensité moyenne	Mise en danger des personnes à l'extérieur des bâtiments**, mais en général pas à l'intérieur*. De manière générale, les bâtiments subissent des dommages structurels.
Intensité forte	Mise en danger des personnes tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments. Ceux-ci peuvent être détruits immédiatement.

* Exceptions en particulier en cas d'inondations de sous-sols et de processus de chute à l'air libre ; en cas de glissements permanents, les bâtiments peuvent menacer de s'effondrer et devenir inhabitables.

** Si la construction est adaptée au risque concerné.




Le tableau 7 répertorie les paramètres standards des différents processus partiels ainsi que leur classification et leur agrégation en intensités. Certains processus partiels comprennent encore d'autres paramètres qui ne servent pas à déterminer les intensités (p. ex. direction d'écoulement).

974 *Tableau 7 : Paramètres et intensités*

975 *Les différents paramètres sont déterminés et documentés pour chaque processus partiel. Les paramètres des*
976 *processus d'accompagnement sont évalués uniquement si le processus d'accompagnement est pertinent. Les*
977 *intensités par processus partiel sont ensuite calculées sur cette base.*

Processus principal	Processus partiel	Paramètres	Classe d'intensité			Calcul de l'intensité du processus partiel
			faible	moyenne	forte	
Eaux	Inondation *	Hauteur d'eau (statique) ou hauteur de la lame d'eau (dynamique) : h	$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	La classe d'intensité la plus élevée des quatre paramètres (h , $v * h$, h_A et h_{ER}) est déterminante pour l'intensité du processus partiel.
		Débit spécifique : $v * h$ [avec v = vitesse d'écoulement et h = hauteur de la lame d'eau (dynamique) ou hauteur d'eau (statique)]	$\leq 0,5$ m ² /s	de 0,5 m ² /s à 2 m ² /s	> 2 m ² /s	
		Processus d'accompagnement : Épaisseur des dépôts h_A [alluvions sans eau]	$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	
		Processus d'accompagnement : Profondeur d'érosion : h_{ER} [distance verticale par rapport à la surface du sol]	$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	
		Vitesse d'écoulement : v	---	---		pertinente uniquement selon le modèle de données, pas pour classer l'intensité
	Débordement de laves torrentielles	Épaisseur des dépôts de laves torrentielles ou hauteur des laves torrentielles dans la zone d'écoulement : h_A	$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	La classe d'intensité la plus élevée des trois paramètres (h_A , $v * h_A$ et h_{ER}) est déterminante pour l'intensité du processus partiel.
		Débit spécifique de la lave torrentielle : $v * h_A$ [avec v = vitesse d'écoulement et h_A = hauteur des laves torrentielles dans la zone d'écoulement]	$\leq 0,25$ m ² /s	de 0,25 m ² /s à 1 m ² /s	> 1 m ² /s	
		Processus d'accompagnement : Profondeur d'érosion : h_{ER} [distance verticale par rapport à la surface du sol]	$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	
		Vitesse d'écoulement : v				(pertinente uniquement selon le modèle de données), pas pour classer l'intensité
	Érosion du cours d'eau	Profondeur moyenne de l'érosion : t	$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	Est évaluée séparément pour l'érosion latérale et pour l'érosion verticale.
	Ruissellement	Hauteur d'eau (statique) ou hauteur de la lame d'eau (dynamique) : h	$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	La classe d'intensité la plus élevée des quatre paramètres (h , $v * h$, h_A et h_{ER}) est déterminante pour
		Débit spécifique : $v * h$ [avec v = vitesse d'écoulement et h = hauteur de la lame d'eau]	$\leq 0,5$ m ² /s	de 0,5 m ² /s à 2 m ² /s	> 2 m ² /s	

			$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	
	(dynamique) ou hauteur d'eau (statique)]					l'intensité du processus partiel.
	<i>Processus d'accompagnement :</i> Épaisseur des dépôts h_A		$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	
	[alluvions sans eau]					
	<i>Processus d'accompagnement :</i> Profondeur d'érosion : h_{ER}		$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	
	[distance verticale par rapport à la surface du sol]					
	Vitesse d'écoulement : v					pertinente uniquement selon le modèle de données, pas pour classer l'intensité
Résurgence des eaux souterraines	Niveau d'eau h		$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	Le niveau des eaux h est pris en compte dans les cuvettes (eaux stagnantes), et le débit spécifique $v * h$, là où l'eau s'écoule.
	Débit spécifique $v * h$ (uniquement si opportun)		$\leq 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$	de $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ à $2 \text{ m}^2/\text{s}$	> $2 \text{ m}^2/\text{s}$	
Tsunami	Hauteur de la lame d'eau (dynamique) : h		$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	La classe d'intensité la plus élevée des quatre paramètres (h , $v * h$, h_A et h_{ER}) est déterminante pour l'intensité du processus partiel.
	Débit spécifique : $v * h$ [avec v = vitesse d'écoulement et h = hauteur de la lame d'eau (dynamique)]		$\leq 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$	de $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ à $2 \text{ m}^2/\text{s}$	> $2 \text{ m}^2/\text{s}$	
	<i>Processus d'accompagnement :</i> Épaisseur des dépôts h_A		$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	
	[alluvions sans eau]					
	<i>Processus d'accompagnement :</i> Profondeur d'érosion : h_{ER}		$\leq 0,5$ m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	
	[distance verticale par rapport à la surface du sol]					
Avalanche / neige	Avalanche coulante	Pression de l'avalanche p	$\leq 3 \text{ kN/m}^2$ (en général, hauteur d'écoulement > 0,2 m)	de 3 à 30 kN/m^2 (hauteur d'écoulement > 0,2 m)	> 30 kN/m^2 (en général, hauteur d'écoulement > 0,4 m)	
	Avalanche poudreuse	Pression de l'avalanche p	$\leq 3 \text{ kN/m}^2$	de 3 à 30 kN/m^2	> 30 kN/m^2	
	Glissement du manteau neigeux	Pression de la neige p	$\leq 3 \text{ kN/m}^2$	de 3 à 30 kN/m^2	> 30 kN/m^2	
		Pression de l'avalanche p	$\leq 3 \text{ kN/m}^2$	de 3 à 30 kN/m^2	> 30 kN/m^2	La classe d'intensité la plus

Glissement de terrain	Coulée de neige fondante	Épaisseur des dépôts ou hauteur d'écoulement h	≤ 0,5 m	de 0,5 m à 2 m	> 2 m	élevée des trois paramètres (p , h et v * h) est déterminante pour l'intensité du processus partiel.
		Débit spécifique v * h	≤ 0,5 m ² /s	de 0,5 m ² /s à 2 m ² /s	> 2 m ² /s	
	Avalanche de glace	Pression de l'avalanche	≤ 3 kN/m ²	de 3 à 30 kN/m ²	> 30 kN/m ²	Cf. commentaires figurant à l'ANNEXE A.6 ou dans l'aide à l'exécution Protection contre les dangers dus aux mouvements de terrain (OFEV, 2016).
	Glissement permanent et tassement	Vitesse moyenne (pluriannuelle) du glissement v (critère de base)	≤ 2 cm/an	de 2 à 10 cm/an	> 10 cm/an	
		Vitesse maximale du glissement v_{max}				
		Mouvements différentiels pendant une période de 80 ans md				
		Profondeur de la surface de glissement, épaisseur du glissement p				
	Glissement spontané	Épaisseur de l'arrachement E	≤ 0,5 m	de 0,5 à 2 m	> 2 m	En général, l'un des deux paramètres est réputé déterminant.
		Hauteur du dépôt h	≤ 0,25 m	de 0,25 m à 1 m	> 1 m	
	Coulée de boue	Épaisseur de l'arrachement E	≤ 0,5 m	de 0,5 à 2 m	> 2 m	En général, l'un des deux paramètres est réputé déterminant.
		Hauteur du dépôt h	≤ 0,25 m	de 0,25 m à 1 m	> 1 m	
Chute	Chute de pierres et de blocs	Énergie du corps de chute E	≤ 30 kJ	de 30 à 300 kJ	> 300 kJ	
	Éboulement et écoulement	Énergie du corps de chute E	---	---	> 300 kJ	
	Chute de glace	Énergie du corps de chute E	≤ 30 kJ	de 30 à 300 kJ	> 300 kJ	
Affaissement et effondrement	Affaissement et effondrement (aucune distinction entre processus principal et processus partiel)	Prédisposition (qualitative)	Présence possible de dolines ou roche soluble	Présence avérée de dolines	Présence de dolines et danger d'effondrement avérés	

6 Produits de l'évaluation des dangers et leur documentation

Conformément aux art. 4, al. 1, let. f, OACE et 16, al. 2, let. e, OFo, les cantons sont tenus d'établir des évaluations des dangers. On entend par là les produits de l'analyse de la situation, de l'élaboration de scénarios et de l'analyse des effets qui ont été réalisées précédemment (« recensement des dangers » au sens des art. 4, al. 1, let. e, OACE et 16, al. 2, let. d, OFo). Le présent chapitre apporte des précisions sur ces produits, en particulier sur la carte indicative des dangers, la carte des intensités, la carte des paramètres (si nécessaire) et le rapport technique.

En vertu des art. 4, al. 2, OACE et 16, al. 3, OFo, les cantons sont tenus de désigner les zones dangereuses. Celles-ci ainsi que les vues d'ensemble des risques et les autres recensements des risques sont nécessaires pour les différents types de mesures et leur planification. Les zones dangereuses sont mentionnées explicitement aux art. 5, al. 1, OACE et 17, al. 1, OFo en relation avec les mesures d'aménagement du territoire, puisque les cantons en tiennent compte dans les plans directeurs et les plans d'affectation ainsi que dans les autres activités ayant des effets sur l'organisation du territoire.

La réalisation des évaluations des dangers est plus détaillée en ce qui concerne les produits, tandis que la désignation des zones dangereuses consiste à concrétiser certains résultats de ces évaluations. Les dangers sont évalués avec différents niveaux de détail, mais pas de manière simultanée sur l'ensemble du territoire cantonal. On entend par désignation des zones dangereuses le fait de préparer les données de telle sorte qu'une information la plus récente possible sur l'existence éventuelle d'une menace, le niveau de détail de l'évaluation réalisée ainsi que la probabilité et l'intensité de ce danger (en cas de niveau détail M2) soit disponible pour chaque processus partiel et lieu du territoire considéré. Cette information est obtenue en combinant les renseignements les plus récents sur les indications de dangers (point 6.2) et les intensités synoptiques (point 6.2.2.2). Pour agréger les informations sur les cartes synoptiques des intensités, les préparer de manière subséquente sous la forme de cartes des dangers à l'aide d'un diagramme des degrés et interpréter correctement ces produits, il est indispensable de toujours appliquer uniformément la méthode exposée ici.

Le recensement et l'évaluation des dangers visent essentiellement à répondre à la question « qu'est-ce qui se passe, où et avec quelle intensité et probabilité ? ». On utilise à cette fin des données concernant le territoire et le rapport technique. Les informations qui y figurent doivent être préparées et documentées de manière à garantir la traçabilité et la reproductibilité des assertions et des résultats.

L'analyse de la situation génère différentes données spatiales de base, tandis que l'analyse d'impact génère des données spatiales de résultat, qui seront ensuite synthétisées dans des vues d'ensemble.

6.1 Données de base spatiales

Carte des phénomènes

La carte des phénomènes (PLANAT, OFEG, OFEFP 2000) localise et documente la prédisposition à des processus dangereux et les indicateurs d'événements passés sur le terrain qui sont directement ou indirectement pertinents pour l'évaluation des dangers. Elle doit être mise à jour lors de l'examen d'une situation dangereuse ou d'une nouvelle évaluation des dangers. Dotée d'une légende uniforme spécifique, cette carte est présentée à une échelle comprise entre 1:2000 et 1:25 000 en fonction de son usage (Légende modulable pour la cartographie des phénomènes, OFEG et OFEFP 1995).

1023 **Points faibles et voûtages**

1024 Les points faibles tels que les ponts ou les voûtages sont analysés sur le terrain et documentés
1025 dans les processus liés à l'eau notamment, car ils présentent une importance considérable
1026 dans le déroulement d'un événement. Des embâcles éventuels ou des débâcles peuvent en
1027 effet s'y produire. La localisation sous forme de géodonnées peut être représentée par un
1028 point, une ligne ou une surface, en particulier sur une carte ; les dimensions correspondantes
1029 sont également mentionnées.

1030 **Autres données de base**

1031 Selon la situation, d'autres données de base peuvent être obtenues ; elles doivent être
1032 documentées en conséquence.

1033 **6.2 Données spatiales sur les résultats**

1034 Les données spatiales relatives aux résultats (indications de danger, paramètres, intensités et
1035 leurs probabilités d'occurrence, degrés de danger) sont préparées en tant que produits
1036 standards. Il s'agit en premier lieu de géodonnées présentées sous forme de cartes. Elles sont
1037 exposées plus avant dans la documentation du modèle minimum de géodonnées (ID 166.1)
1038 Cartographie des dangers (OFEV, 2017) ; base légale : annexe 1 OGéo) et doivent être
1039 fournies sous la forme qui y est prescrite. De plus, il est renvoyé au point 6.2.4 pour la carte
1040 des dangers.

1041 **6.2.1 Cartes indicatives des dangers**

1042 Les cartes indicatives des dangers (cf. chap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) sont établies pour les territoires dans lesquels aucune évaluation des dangers selon
1043 le niveau de détail standard n'a été réalisée.

1045 Les informations indiquées ci-après qui ont été obtenues dans le cadre d'une évaluation
1046 standard (M2) peuvent figurer dans ces cartes :

1047 **Informations spatiales dont la plausibilité n'est pas vérifiée**

1048 La plupart du temps, les sources de processus sont situées à l'extérieur du périmètre
1049 d'évaluation. Le territoire compris entre ces sources et le périmètre d'évaluation recèle donc
1050 souvent des informations spatiales (p. ex. paramètres, intensités) sur des parties de la zone
1051 de processus. La plausibilité de ces informations n'a pas nécessairement été vérifiée, mais
1052 ces dernières sont toutefois généralement plus pertinentes que d'éventuelles cartes
1053 indicatives des dangers. Elles constituent dès lors un complément précieux et sont au moins
1054 consignées en tant qu'enveloppe avec l'indication « Présence / absence de danger ». Dans la
1055 mesure du possible, elles devraient être enrichies par des métadonnées provenant, par
1056 exemple, de modélisations.

1057 Il est possible de reporter ces informations sur la carte indicative des dangers et à remplacer
1058 la zone correspondante. Il faut alors veiller à ce que toutes les sources de processus aient été
1059 couvertes.

1060 Le principe suivant permet de déterminer si une transposition dans la carte indicative des
1061 dangers est ou non nécessaire : la meilleure évaluation des dangers sur le plan qualitatif
1062 devrait être disponible facilement et sans obstacle pour chaque lieu du territoire concerné.

6.2.2 Cartes des intensités

6.2.2.1 Considération spécifique à la source de processus

Cartes des intensités par source de processus et par processus partiel

Un jeu de données et, partant, une carte sont établis par source de processus et par processus partiel pour chacun des quatre scénarios de base (fig. 12). Si les résultats du scénario extrême et du scénario rare devaient être identiques dans un cas précis, les deux produits seraient néanmoins réalisés. Les classes d'intensité du tableau 7 sont représentées conformément à la légende figurant au tableau 8.

Tableau 8 : Représentation des intensités

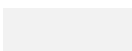



Classe d'intensité	Représentation
Aucune incidence	 gris clair
Intensité faible	 vert clair
Intensité moyenne	 vert
Intensité forte	 vert foncé

Figure 12 : Cartes des intensités des scénarios de base fréquent, moyen, rare et extrême, y compris leur légende

Probabilité d'occurrence spatiale $p(rA)$

Une fois disponibles (y c. lorsqu'ils sont égaux à 1 de manière constante), les facteurs relatifs à la probabilité d'occurrence spatiale sont représentés avec leur propre couche pour tenir compte de la différenciation spatiale de la probabilité dans le périmètre d'évaluation. On obtient cette probabilité d'impacts directs en superposant les deux couches (intensité par probabilité du scénario de base et couche de la $p(rA)$) et en multipliant les deux valeurs.

$$\text{probabilité d'impacts directs} = \text{probabilité du scénario de base} * \text{probabilité d'occurrence spatiale } p(rA)$$

6.2.2.2 Intensités synoptiques résultant de la superposition des différentes sources de processus

Cartes synoptiques des intensités par processus partiel

L'étape suivante consiste à établir des cartes synoptiques des intensités par processus partiel en superposant les sources de processus, afin d'obtenir une meilleure vue d'ensemble. La superposition des périmètres d'incidence des différentes sources de processus est réalisée comme suit :

Les probabilités des périmètres d'incidence à superposer sont conservées lorsqu'elles sont identiques. Si elles divergent, la plus élevée l'emporte. Chaque périmètre d'incidence est délimité pour une meilleure traçabilité. On voit ainsi clairement lorsque plusieurs périmètres se chevauchent. Pour des informations plus détaillées, on peut alors se référer à la carte des intensités par source de processus. L'intensité la plus élevée et l'étendue spatiale la plus vaste sont toujours représentées.

Par ailleurs, il convient de tenir compte des points suivants :

- 1095 • Le chevauchement des périmètres d'incidence peut dépendre du scénario choisi. Il est
1096 par exemple possible que les périmètres d'incidence ne se chevauchent pas pour des
1097 événements fréquents, mais le fassent pour des événements rares ou extrêmes.
- 1098 • Lorsque les effets de plusieurs sources de processus s'influencent en cas de
1099 survenance potentiellement simultanée (p. ex. pour les avalanches, présence de
1100 dépôts résultant d'une avalanche précédente liée à une autre source de processus),
1101 les scénarios élaborés doivent en tenir compte (cf. point 5.2.1). La méthode décrite ici
1102 traite uniquement du chevauchement des périmètres d'incidence sans influence
1103 mutuelle éventuelle.

1104 **Probabilité d'occurrence spatiale $p(rA)$**

1105 Une couche présentant la $p(rA)$ peut également figurer dans une carte synoptique des intensités,
1106 notamment lorsque cette dernière sert à formuler des hypothèses sur les risques. La méthode est la
1107 même que celle décrite ci-dessus.

1108 **6.2.3 Carte des paramètres**

1109 Par souci de traçabilité, les paramètres seront présentés dans une carte lorsque les
1110 deux conditions suivantes sont réunies :

- 1111 • Les paramètres ont été modélisés et soumis à un contrôle de plausibilité.
- 1112 • Plusieurs paramètres déterminent l'intensité lors de l'élaboration des cartes des intensités
1113 (p. ex. pour les inondations ou les débordements de lave torrentielle).

1114 Dans tous les autres cas, aucune carte des paramètres n'est nécessaire. Dès lors, aucune
1115 présentation spatiale n'est prévue lorsque les paramètres ont été définis sur la base
1116 d'expertises.

1117 En général, les cartes des paramètres ont une échelle plus précise que les classes d'intensité
1118 correspondantes du tableau 7 (cf. modèle de géodonnées).

1119 En outre, elles peuvent être établies pour des vitesses d'écoulement, bien qu'elles ne soient
1120 pas nécessaires à l'élaboration des cartes des intensités en cas d'inondations et de
1121 débordements de lave torrentielle.

1122 **6.2.4 Carte des dangers**

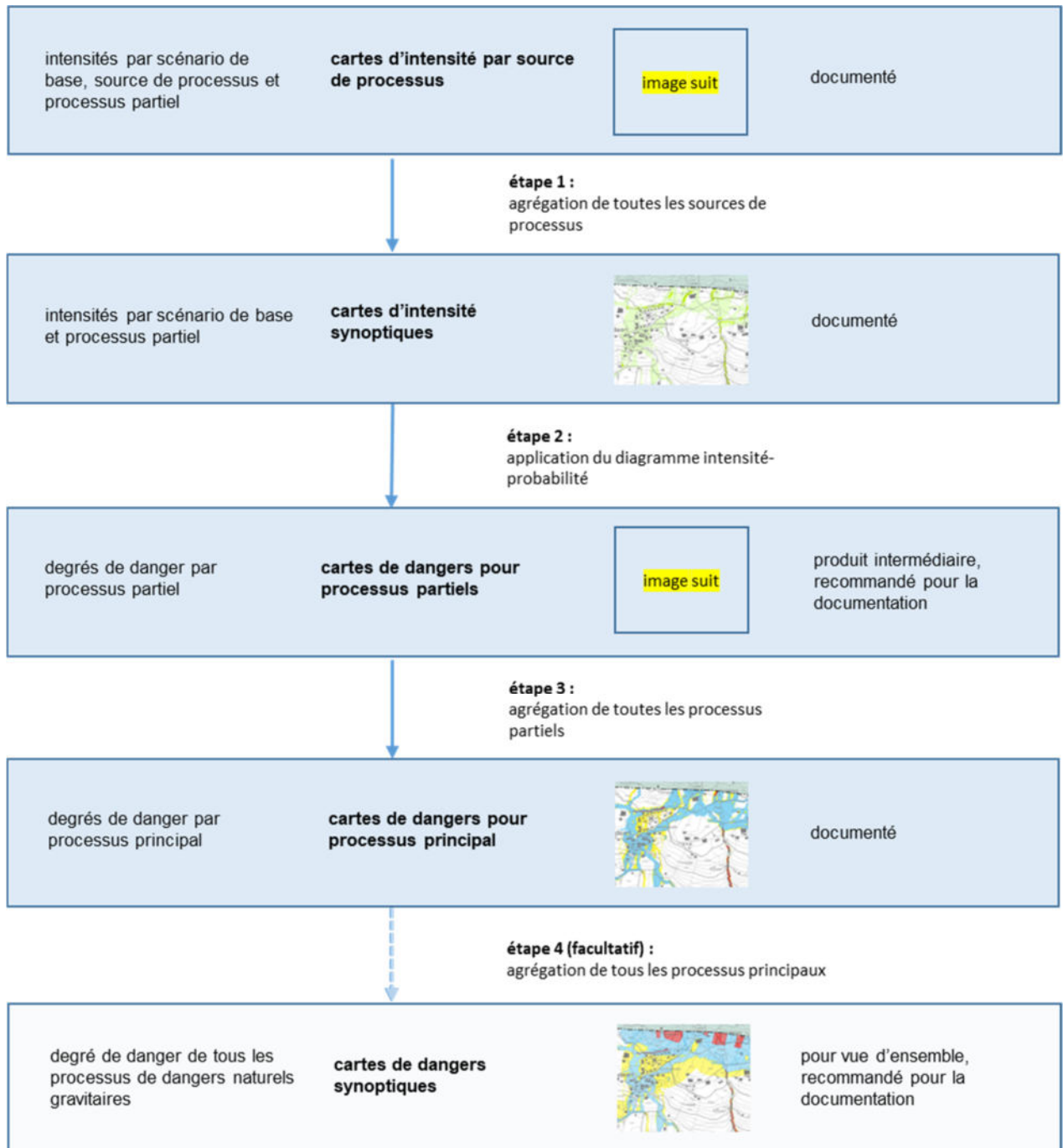
1123 Afin de présenter les intensités de manière simplifiée, la carte des dangers est établie comme
1124 une vue d'ensemble pour les applications et mesures ultérieures ainsi que pour la
1125 communication avec la population. À cet effet, les informations issues des cartes des intensités
1126 sont densifiées et agrégées en associant l'intensité et la probabilité pour former des degrés de
1127 danger.

1128 **Définition des degrés de danger**

1129 Pour la représentation sous forme de cartes des dangers, les degrés de danger doivent être
1130 agrégés au niveau des processus principaux (eau, glissement, chute, avalanche,
1131 effondrement/affaissement). Pour ce faire, il faut procéder par étapes. Dans le territoire
1132 considéré, les produits initiaux correspondent aux intensités synoptiques, c'est-à-dire aux
1133 intensités par processus partiel, qui découlent d'une agrégation des intensités par source de
1134 processus. En d'autres termes, une carte des intensités par scénario de base et par processus
1135 partiel est nécessaire.

1136 Sur la base des intensités synoptiques, les degrés de danger sont essentiellement déterminés
1137 en deux étapes successives (cf. fig. 13) :

1138 **Figure 13 : Étapes pour déterminer les degrés de danger et élaborer la carte des dangers**



1139

1140

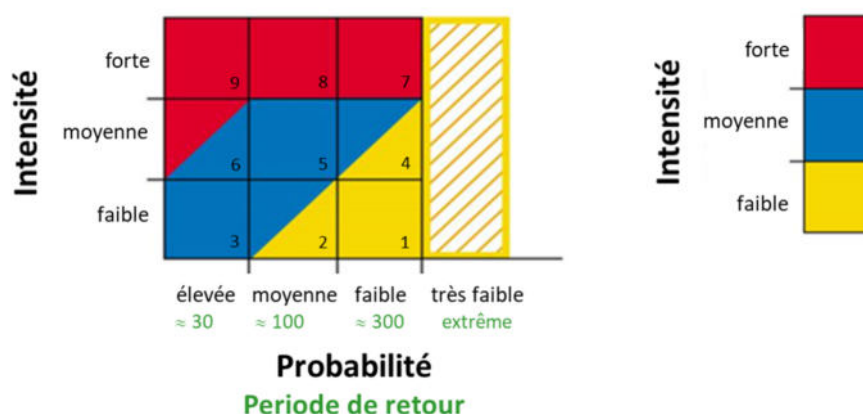
1141 La première étape a déjà été exécutée en déterminant les intensités synoptiques. Dans un
 1142 **deuxième temps**, le niveau de danger est défini à partir de l'intensité et de sa probabilité à
 1143 l'aide du diagramme intensité-probabilité (également appelé diagramme des degrés de
 1144 danger). Le niveau de danger le plus élevé ainsi défini est déterminant pour chaque point. On
 1145 obtient alors une **carte des dangers par processus partiel**.

1146 La figure 14 présente le diagramme intensité-probabilité utilisé à cette fin. En particulier,
 1147 deux principes sont déterminants pour attribuer les degrés de danger. Ils doivent être
 1148 considérés avec la même attention :

- le principe de précaution pour le bien à protéger le plus important que sont les personnes (en cas de forte intensité, la vie des personnes est menacée tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments, raison pour laquelle un danger élevé est défini de manière globale) ;
- le principe du risque applicable aux biens matériels, qui tient compte du fait qu'à un endroit précis concerné par un processus de danger naturel, l'association de l'intensité et de la probabilité occasionnera potentiellement des dommages sur le long terme pour une utilisation correspondante (niveau de danger plus élevé à mesure que l'intensité et la probabilité augmentent).

Figure 14 : Diagramme intensité-probabilité (diagramme des degrés de danger) pour déterminer le niveau de danger par processus partiel

La signification des couleurs inhérentes aux degrés de danger est expliquée dans le tableau 9.



Tous les processus partiels sauf glissement permanent, Glissement permanent, effondrement et affaissement
effondrement et affaissement

Aucune probabilité ne pouvant être déterminée pour les glissements permanents et pour les processus d'affaissement et d'effondrement, on utilise alors un diagramme simplifié dans lequel seules les intensités sont déterminantes pour les degrés de danger.

Procédure pour les cases bicolores du diagramme :

Certains champs du diagramme intensité-probabilité comportent deux couleurs différentes ; ils sont donc affectés à deux degrés de danger. En l'espèce, il incombe à la personne qui réalise l'évaluation d'opter pour l'une de ces deux possibilités en fonction de la situation. Les risques présents dans un cas concret sont déterminants en la matière. Le niveau de danger choisi doit correspondre sur le fond à la légende du diagramme pour les cartes des dangers concernant les personnes et les biens (voir ci-dessous).

Indices :

Outre le niveau de danger, l'indice correspondant, qui donne une information supplémentaire pour les représentations destinées aux spécialistes, est déterminé conformément au diagramme intensité-probabilité. Le champ du diagramme qui est déterminant pour définir le niveau de danger s'accompagne d'une valeur d'indice. Lorsque plusieurs champs affichent la même couleur pour le niveau de danger calculé, la valeur d'indice la plus élevée s'applique. En l'espèce, les intensités les plus hautes sont déterminantes. Si le résultat n'est pas clair, les probabilités les plus grandes ont davantage de poids que celles qui sont plus faibles.

Lors d'une **troisième étape**, les degrés de danger de chaque processus principal sont déterminés grâce au chevauchement spatial des degrés de danger des différents processus partiels, le niveau de danger le plus élevé s'appliquant aux endroits concernés. Les indices

demeurent inchangés. Le produit final correspond à la **carte des dangers par processus principal**.





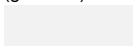
Une agrégation subséquente de tous les processus principaux est possible, si elle est souhaitée et opportune. On obtient alors une **carte synoptique des dangers de tous les processus principaux**.

Légende et signification de la carte des dangers

Les degrés de danger sont présentés et documentés en tant que produit sous la forme de cartes des dangers (produits cartographiques et géodonnées). La légende utilisée à cet effet et la signification des différents degrés de la carte des dangers sont présentées ci-après.

Les degrés de danger se fondent aussi bien sur les dommages corporels éventuels, résultant de l'intensité maximale possible, que sur l'ampleur potentielle des dommages matériels, qui comprend des considérations sur le risque indépendant de l'utilisation en combinant la probabilité et l'intensité. Lorsqu'une assertion est formulée, on ne peut donc savoir clairement, sans consulter les cartes des intensités, quel aspect a été déterminant pour l'attribution au niveau de danger respectif. La légende suivante s'applique aux degrés de danger :

Tableau 9 : Légende applicable aux degrés de danger

Niveau de danger	Bien à protéger	Description de la menace
Danger élevé (rouge) 	Personnes	Les personnes sont en danger aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments ; ou un danger de moindre ampleur se produit fréquemment, de sorte qu'elles sont surtout en danger à l'extérieur des bâtiments.
	OU	
	Biens matériels	Il faut s'attendre à une destruction immédiate des bâtiments***.
Danger moyen (bleu) 	Personnes	Mise en danger des personnes à l'extérieur des bâtiments**, mais en général pas à l'intérieur*.
	OU	
	Biens matériels	Il faut s'attendre à des dommages structurels aux bâtiments. Lorsqu'un danger se produit avec une probabilité élevée, les dommages éventuels se traduisent par un classement en « danger moyen ».
Danger faible (jaune) 	Personnes	En général, aucune mise en danger des personnes à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments*.
	ET	
	Biens matériels	Les événements ne se produisent pas souvent. En général, la structure des bâtiments** est faiblement endommagée et, dans de rares cas, les dommages sont moyennement graves. En revanche, il n'y a aucun dommage considérable <u>sur</u> et <u>dans</u> les bâtiments.
Danger résiduel (jaune-blanc) 		Danger présentant une probabilité d'occurrence très faible. L'intensité peut varier de faible à forte ; elle figure dans la carte des intensités du scénario extrême.
Aucun danger (gris clair) 		Selon l'évaluation en vigueur, les personnes ou les biens ne sont pas menacés.

* Exceptions en particulier en cas d'inondations de sous-sols et de processus de chute à l'air libre ; en cas de glissements permanents, les bâtiments peuvent menacer de s'effondrer et devenir inhabitables.

1200 *** Si la construction est conforme au danger concerné.*

1201 **** Il est fréquent que le danger de dommages structurels aux bâtiments entraîne le cas échéant une classification sous*
 1202 *« danger élevé ». Ce cas doit être extrait de la carte d'intensité pour un scénario fréquent.*

1203 **6.3 Rapport technique**

1204 Le rapport technique fait partie intégrante de l'évaluation des dangers. Il comprend les
 1205 informations nécessaires à une interprétation claire et correcte de cette évaluation, ainsi qu'un
 1206 résumé compréhensible par les profanes. Les éléments suivants, notamment, doivent être
 1207 documentés :

- 1208 • la tâche à effectuer (dans quels buts l'évaluation a-t-elle été réalisée ?) ;
- 1209 • la date ou la période d'évaluation ;
- 1210 • la liste des données de base utilisées, y compris leur état ;
- 1211 • une description des méthodes et modèles utilisés ;
- 1212 • une présentation détaillée des scénarios de base, y compris des éventuels scénarios partiels,
 1213 et de la zone représentative au sein du périmètre d'évaluation ;
- 1214 • des informations sur le scénario extrême et les scénarios supplémentaires ;
- 1215 • une documentation de toutes les hypothèses, réflexions et justifications pertinentes pour
 1216 toutes les étapes de travail ;
- 1217 • une documentation de la prise en compte des changements climatiques ;
- 1218 • les particularités des visites sur le terrain, de la modélisation ou de l'expertise ;
- 1219 • les réflexions concernant l'extension des probabilités des scénarios partiels, les probabilités
 1220 d'occurrence spatiales et la transposition des effets des différentes sources de processus
 1221 (simultanéité des résultats, influence des fréquences, etc.) ;
- 1222 • une documentation des points forts et des points faibles ;
- 1223 • des informations sur les incertitudes significatives, les imprécisions en résultant et leur gestion
 1224 correspondante (justification des décisions) ;
- 1225 • des informations sur les données de résultats (ampleur, traçabilité de l'élaboration, etc.) ;
- 1226 • selon la situation, les autres points considérés comme significatifs.

1227 **6.4 Publication**

1228 Conformément aux art. 4, al. 4, OACE et 16, al. 5, OFo, les cantons doivent mettre les
 1229 informations de l'évaluation des dangers à la disposition de tous gratuitement. Par ailleurs, ils
 1230 sont tenus en vertu de l'art. 10 LGéo et des art. 21 et 22 OGéo de garantir à la population
 1231 l'accès aux géodonnées des documents de base sur les dangers qui sont répertoriés au
 1232 point 6.2 en tant que « Données spatiales sur les résultats » (cartes indicatives des dangers,
 1233 cartes des intensités, carte des paramètres, carte des dangers) ainsi que leur utilisation, à
 1234 moins que des intérêts publics ou privés prépondérants s'y opposent.

1235 Comme indiqué précédemment, conformément aux art. 4, al. 4, OACE et 16, al. 5, OFo, les
 1236 résultats de l'évaluation des dangers doivent être mis à la disposition de tous gratuitement. En
 1237 d'autres termes, les informations d'intérêt général sont publiées activement, tandis que les
 1238 autres doivent être fournies sur demande. Présentent un intérêt général au minimum les
 1239 résultats d'une évaluation des dangers de type *indicatif* (M1) et *standard* (M2) ainsi que les
 1240 données et informations nécessaires à leur compréhension et à leur interprétation correcte.
 1241 En cas d'évaluations *détaillées* (M3), il faut examiner chaque fois s'il existe un intérêt public.

1242 Les informations présentant un intérêt général englobent notamment :

- 1243 • toutes les données selon le modèle de données ID 166.1 Évaluation des dangers ;
- 1244 • le rapport technique ;

- 1245 • les études de base, dans la mesure où elles ne sont ni disponibles dans la durée ni
1246 consultables d'une autre manière et sont pertinentes pour la compréhension et l'interprétation
1247 des résultats.

1248 La mise à disposition des géodonnées selon le modèle de données ID 166.1 Évaluation des
1249 dangers a lieu sans qu'elle doive revêtir un intérêt spécifique. Les dispositions de la LGéo et
1250 de l'OGéo s'appliquent.

1251 **6.5 Disponibilité assurée dans la durée, historique et archivage des géodonnées**

1252 Conformément à l'annexe 1 OGéo, ID 81 et 166, les données de résultats sur le territoire
1253 provenant de l'évaluation des dangers (cf. point 6.2), à savoir les cartes indicatives des
1254 dangers, les cartes des intensités et les cartes des paramètres (si nécessaire), font partie des
1255 géodonnées qui relèvent de la compétence des cantons. En vertu de l'art. 9 LGéo, l'OFEV,
1256 qui est le service compétent de la Confédération, définit la structure et le niveau de détail du
1257 contenu des données dans la description du modèle de données « Évaluation des dangers
1258 naturels gravitaires ».

1259 Les commentaires ci-après relatifs à la disponibilité assurée dans la durée, à l'établissement
1260 de l'historique et à l'archivage se réfèrent à ce jeu de géodonnées de base.

1261 **Disponibilité assurée dans la durée**

1262 En tant que service chargé des géodonnées de base dans le cadre de cette aide à l'exécution,
1263 les cantons garantissent la pérennité de leur disponibilité, conformément à l'art. 9 LGéo. Il
1264 s'agit en l'espèce des données de résultats sur le territoire (cartes indicatives des dangers,
1265 cartes des intensités, cartes des paramètres si nécessaire et cartes des dangers ; cf.
1266 point 6.2). À cet effet, les cantons conservent les géodonnées de base de façon à assurer le
1267 maintien de leur état et de leur qualité (art. 14 OGéo). Ils les sauvegardent dans le respect de
1268 normes reconnues et conformément à l'état de la technique, veillent notamment à leur transfert
1269 périodique dans des formats appropriés et conservent les données ainsi transférées en toute
1270 sécurité.

1271 **Établissement de l'historique**

1272 Conformément à l'art. 13 OGéo, l'historique des géodonnées de base qui reproduisent des
1273 décisions liant des propriétaires ou des autorités est établi de façon à pouvoir reconstruire
1274 dans un délai raisonnable tout état de droit avec une sécurité suffisante, moyennant une
1275 charge de travail acceptable. La méthode d'établissement de l'historique fait l'objet d'une
1276 documentation.

1277 En fonction du droit ou des particularités des cantons, les zones dangereuses désignées selon
1278 les art. 4, al. 2, OACE et 16, al. 3, OFo (cf. annexe 1 OGéo, ID 166) lient directement des
1279 propriétaires ou uniquement des autorités. Cette distinction n'a donc aucune incidence sur
1280 l'obligation d'établir l'historique de ces données.

1281 **Archivage**

1282 Les géodonnées de base exposées ici relevant de la compétence des cantons, ceux-ci
1283 désignent le service chargé de l'archivage dans leur législation, conformément à l'art. 15,
1284 al. 2, OGéo. En vertu de l'art. 16, al. 2, OGéo, ce service élabore un concept d'archivage
1285 valant pour toutes les géodonnées concernées et comprenant au moins les éléments
1286 énumérés dans cet alinéa.

1287 **7 Glossaire**

1288

Arbre d'événements	Outil graphique permettant de représenter les scénarios possibles à la suite d'un événement et indiquant leur probabilité. <i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i>
Bien à protéger	Valeur pour laquelle le risque doit être limité à un niveau acceptable. <i>D'après PLANAT, Niveau de sécurité, 2013</i>
Carte d'intensité	Carte indiquant l'extension spatiale d'un événement naturel présentant une probabilité d'occurrence précise et sur laquelle on distingue les différentes classes d'intensité. <i>D'après Dictionnaire de la protection contre les crues [538]</i>
Carte des dangers	Carte, établie sur la base de critères scientifiques, qui à l'intérieur d'un périmètre d'évaluation contient des indications portant sur le type de danger, le niveau de danger et l'étendue géographique des processus dangereux. <i>Dictionnaire de la protection contre les crues [540]</i>
Carte indicative des dangers	Carte synoptique établie selon des critères scientifiques et renseignant sur les dangers qui ont été identifiés, mais non analysés ou évalués en détail. <i>Dictionnaire de la protection contre les crues [537]</i>
Catégorie de mesures	Classe réunissant de mesures de gestion des risques liés aux dangers naturels auxquelles la même importance est attribuée et qui sont combinées de façon optimale dans la planification intégrée des mesures. <i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i>
Classe d'intensité	Catégorie utilisée pour répartir les intensités en fonction de leur action dommageable. On distingue quatre classes : aucune incidence, intensité faible, moyenne ou forte. <i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i>
Construction adaptée aux dangers	xxx.
Danger	État, circonstance ou processus pouvant être à l'origine d'un dommage pour l'homme, l'environnement ou les biens matériels. <i>Dictionnaire de la protection contre les crues [475]</i>
Documents de base sur les dangers	Ensemble des informations sur les processus dangereux qui sont utilisées dans la gestion intégrée des risques.

	OFEV, Ereignisanalyse Hochwasser 2005, vol. 2, 2008
Évaluation des dangers	Analyse consistant à déterminer le type, l'intensité, la probabilité et l'étendue géographique de dangers naturels. OFEV, division Prévention des dangers, 2024
Évaluation du risque, appréciation du risque	Appréciation des résultats d'une analyse de risque du point de vue de l'acceptabilité, d'après des critères personnels ou collectifs. D'après Dictionnaire de la protection contre les crues [528]
Gestion intégrée des risques	Mode de gestion des risques qui considère tous les types de dangers naturels et de mesures et qui implique tous les responsables dans la planification, la conception et la mise en œuvre des mesures, dans une perspective durable des points de vue écologique, économique et social. PLANAT, Niveau de sécurité, 2013
Intensité	Grandeur physique d'un événement naturel. Dictionnaire de la protection contre les crues [523]
Inventaire des risques, analyse des risques	Étude qui permet de caractériser un risque sur la base de sa probabilité d'occurrence et de l'ampleur prévisible des dommages. Dictionnaire de la protection contre les crues [527]
Mesure de protection	Toute mesure visant à réduire ou éliminer un risque. Dictionnaire de la protection contre les crues [597]
Niveau de danger	Classification d'un processus dangereux obtenue par combinaison de l'intensité et de la probabilité d'occurrence. Dictionnaire de la protection contre les crues [541]
Niveau de détail	Degré de précision appliqué à l'évaluation des dangers ; peut être indicatif, standard ou approfondi. OFEV, division Prévention des dangers, 2024
Paramètre	Grandeur physique mesurée d'un processus partiel qui sert de base pour la détermination des intensités et la planification des mesures. Par exemple : hauteur d'eau, énergie cinétique D'après OFEV, Modèle de données pour la cartographie des dangers, 2021
Périmètre d'étude	Espace à étudier pour obtenir un tableau des dangers naturels dans le périmètre d'évaluation ; inclut ce dernier et toutes les zones de processus associées, y compris les sources de processus.

	OFEV, division Prévention des dangers, 2024
Périmètre d'évaluation	Espace pour lequel un danger naturel gravitaire est évalué de manière standard et différenciée. Est inclus dans le périmètre d'étude. OFEV, division Prévention des dangers, 2024
Plausibiliser	Contrôler à l'aide de méthodes adéquates et juger réaliste en connaissance de cause. OFEV, division Prévention des dangers, 2024
Potentiel de dommages	Ampleur des dommages possibles dans la zone dangereuse considérée. Dictionnaire de la protection contre les crues [563]
Prédisposition	Ensemble des caractéristiques d'une région susceptible d'être à l'origine d'un processus dangereux. Dictionnaire de la protection contre les crues [552]
Probabilité d'impacts directs	Probabilité effective qu'un lieu précis soit touché par un processus de danger naturel pour une probabilité donnée du scénario de base, en tenant compte de la probabilité d'occurrence spatiale. OFEV, division Prévention des dangers, 2024
Probabilité d'occurrence	Probabilité qu'un événement naturel égal ou supérieur à une certaine grandeur se produise pendant un intervalle de temps donné. Dictionnaire de la protection contre les crues [518]
Probabilité d'occurrence spatiale $p(rA)$	Facteur permettant de différencier spatialement la probabilité du scénario de base dans un périmètre d'évaluation afin de déterminer la probabilité d'impacts directs. OFEV, division Prévention des dangers, 2024
Processus de danger, processus de danger naturel	Processus naturel qui contribue à la formation de la surface de la Terre et peut causer des dommages. D'après Dictionnaire de la protection contre les crues [493]
Processus partiel	Processus de danger naturel gravitaire pour lequel une évaluation des dangers est exécutée séparément. Subdivision plus détaillée des quatre processus principaux. OFEV, division Prévention des dangers, 2024

Processus principal	<p>Processus de danger naturel gravitaire auquel sont attribués plusieurs processus partiels, à savoir eaux, avalanche / neige, glissement de terrain, chute, affaissement et effondrement.</p> <p><i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i></p>
Risque	<p>Au sens large : possibilité de survenance d'un dommage. Au sens strict : grandeur et probabilité d'occurrence d'un dommage possible. Est exprimé comme le produit de l'aléa et du potentiel de dommages.</p> <p><i>Dictionnaire de la protection contre les crues [478]</i></p>
Scénario	<p>Déroulement présumé d'un processus dangereux.</p> <p><i>Dictionnaire de la protection contre les crues [499]</i></p>
Scénario de base	<p>Scénario avec une probabilité définie ou scénario extrême décrivant un événement survenant dans le périmètre d'évaluation et pour lequel la situation de danger doit être évaluée.</p> <p><i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i></p>
Scénario extrême	<p>Scénario de base décrivant un événement au déroulement défavorable qui se produit tous les plus de 300 ans.</p> <p><i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i></p>
Scénarios partiels	<p>Scénario décrivant d'autres déroulements et modalités possibles par rapport à un scénario de base.</p> <p><i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i></p>
Source de processus	<p>Unité spatiale correspondant à un ou plusieurs lieux d'origine d'un processus partiel de danger naturel précis qui ont une incidence commune sur une zone de processus donnée. En d'autres termes, zone présentant une prédisposition unique pour faire naître un danger.</p> <p><i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i></p>
Technique des scénarios	<p>Méthode permettant d'évaluer une menace éventuelle en fonction du déroulement potentiel d'événements sélectionnés.</p> <p><i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i></p>
Zone de processus / périmètre d'incidence	<p>Espace potentiellement touché par un processus de danger naturel.</p> <p><i>OFEV, division Prévention des dangers, 2024</i></p>

8 Références

- OFEF, OFAT, OFEFP 1997 : Prise en compte des dangers dus aux crues dans le cadre des activités d'aménagement du territoire, Office fédéral de l'économie des eaux (OFEF) Office fédéral de l'aménagement du territoire (OFAT) Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/publications-etudes/publications/prise-compte-dangers-dus-crues-cadre-activites-amenagement-territoire.html>
- OFEF, OFEFP 1995 : Recommandations – Légende modulable pour la cartographie des phénomènes. Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEF), Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/publications-etudes/publications/legende-modulable-cartographie-phenomenes.html>
- OFEV 2016 : Protection contre les dangers dus aux mouvements de terrain. Aide à l'exécution concernant la gestion des dangers dus aux glissements de terrain, aux chutes de pierres et aux coulées de boue. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne.
L'environnement pratique n° 1608.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/publications-etudes/publications/protection-contre-les-dangers-dus-aux-mouvements-de-terrain.html>
- OFEV 2017 : Modèle de géodonnées Cartographie des dangers (ID 166.1). Version 1.2 : 23 juin 2017, Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/etat/donnees/modeles-geodonnees/dangers-naturels--modeles-de-geodonnees.html>
- OFEV 2020 : Standards minimaux. Vues d'ensemble cantonales des risques liés aux dangers naturels gravitaires. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne .
www.bafu.admin.ch/vuesdesrisques
- OFEV 2023 : Manuel sur les conventions-programmes 2025-2028 dans le domaine de l'environnement. Communication de l'OFEV en tant qu'autorité d'exécution. Office fédéral de l'environnement, Berne. L'environnement pratique n° 1817.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/droit/execution-et-surveillance/recht-vzh.html>
- OFEV 2023 : Gestion des changements climatiques dans le domaine des dangers naturels gravitaires en Suisse. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne .
<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/naturgefahren/fachinfo-daten/umgang-klimawandel-im-bereich-gravitative-naturgefahren.pdf>
<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/naturgefahren/fachinfo-daten/schluesselfragen.xlsx>
- OFEV 2024 : EconoMe 5.2. Efficacité et rentabilité des mesures de protection contre les dangers naturels. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne .
https://econome.ch/eco_work/index.php
- OFEV 2025 : Gestion intégrée des risques liés aux dangers naturels gravitaires. Connaissance de l'environnement. Office fédéral de l'environnement (OFEV), Berne . (pas encore publié)

- 1337 Office fédéral des forêts, Institut pour l'étude de la neige et des avalanches 1984 : Richtlinien zur
1338 Berücksichtigung der Lawinengefahr bei raumwirksamen Tätigkeiten. Office central fédéral des
1339 imprimés et du matériel (OCFIM), Berne. En allemand uniquement
1340 [https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/publikationen-](https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/publikationen-studien/publikationen/beruecksichtigung-lawinengefahr-raumwirksamen-taetigkeiten.html)
1341 [studien/publikationen/beruecksichtigung-lawinengefahr-raumwirksamen-taetigkeiten.html](https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/publikationen-studien/publikationen/beruecksichtigung-lawinengefahr-raumwirksamen-taetigkeiten.html)
1342
1343 PLANAT 2018 : Gestion des risques liés aux dangers naturels. Stratégie 2018. Plate-forme nationale
1344 « Dangers naturels » (PLANAT), Berne.
1345 <https://www.planat.ch/fr/>
1346
1347 PLANAT, OFEG, OFEFP 2000 : Vom Gelände zur Karte der Phänomene, Plate-forme nationale
1348 « Dangers naturels » (PLANAT), Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), Office fédéral de
1349 l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne. En allemand uniquement
1350 [https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/donnees-de-base-et-utilisation-du-](https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/donnees-de-base-et-utilisation-du-territoire/naturgefahren-karten/dangers-naturels--carte-des-phenomenes.html)
1351 [territoire/naturgefahren-karten/dangers-naturels--carte-des-phenomenes.html](https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels/donnees-de-base-et-utilisation-du-territoire/naturgefahren-karten/dangers-naturels--carte-des-phenomenes.html)
1352
1353 FAN, PROTECTpraxis (en cours d'élaboration, pas encore publié)
1354
1355 BAFU, Connaissance de l'environnement : évaluation des dangers eaux (en cours d'élaboration, pas
1356 encore publié)
1357
1358 BAFU, Connaissance de l'environnement : évaluation des dangers d'avalanches (en cours
1359 d'élaboration, pas encore publié)
1360
1361 BAFU, Connaissance de l'environnement : évaluation des dangers dus aux mouvements de terrain
1362 (en cours de planification)
1363

ANNEXE A – Informations techniques complémentaires

Les informations figurant dans la présente annexe A ne précisent pas directement les dispositions de la loi ou de l'ordonnance, mais sont étroitement liées sur le fond aux assertions formulées dans la partie principale. Elles expliquent ou complètent ces dernières ou servent d'exemples.

Table des matières

1. Réutilisabilité des documents de base sur les dangers.....	55
2. Liste de contrôle pour définir le périmètre d'évaluation à l'aide des biens à protéger	56
3. Lien entre la probabilité de déclenchement, la probabilité au sein du périmètre d'évaluation et la probabilité d'occurrence spatiale	57
4. Facteurs influant sur le déroulement de l'événement et élaboration de scénarios partiels	61
5. Approches probabilistes	62
6. Critères d'intensité des glissements permanents.....	63

1. Réutilisabilité des documents de base sur les dangers

*Des documents de base sur les dangers sont nécessaires pour différentes mesures et pour différents niveaux de détail. Lorsque cela est possible et judicieux, les résultats des précédentes évaluations des dangers devraient pouvoir être réutilisés entièrement ou au moins partiellement, comme précisé ci-après (cf. **point 2.5** : Établissement des documents de base sur les dangers pour plusieurs applications).*

Une évaluation des dangers comprend plusieurs étapes de travail (analyse de la situation, élaboration de scénarios, analyse des effets, documentation ; cf. point 3). Chacune de ces étapes peut fournir un point d'ancrage pour réutiliser des résultats d'études précédentes. Selon l'application et le niveau de détail, aucune nouvelle analyse de la situation ne devra être réalisée ou les mêmes scénarios pourront être réutilisés. L'analyse des effets présente elle aussi un potentiel de synergie, par exemple pour les mesures d'organisation ou d'aménagement du territoire. Les mêmes études de base peuvent être réemployées pour le plan d'affectation ou l'élaboration d'un plan d'intervention. Même lorsque les mesures prévues à l'échelon *détail (M3)* et une mise à jour du niveau de détail *standard (M2)* sont proches dans le temps, il convient de travailler autant que possible dans le périmètre commun concerné avec un niveau de détail pertinent pour les applications respectives. Les exigences relatives aux différentes applications résultent des paramètres et des intensités, qui sont exposés plus avant au point 5.3.2.1. Une documentation appropriée et compréhensible des hypothèses, des réflexions et des justifications à chaque étape du traitement est indispensable pour réutiliser des études de base.

2. Liste de contrôle pour définir le périmètre d'évaluation à l'aide des biens à protéger

*Le périmètre d'évaluation est défini de manière à englober sur le plan spatial les biens à protéger pertinents. La figure 15 présente une liste de contrôle non exhaustive des éventuels biens à protéger pertinents qui doivent être pris en compte (cf. **point 5.1.1** : Définition du périmètre d'évaluation).*

Figure 15 : Liste de contrôle pour définir le périmètre d'évaluation à l'aide des biens à protéger pertinents

Liste de contrôle pour le périmètre d'évaluation (biens à protéger importants potentiels ; non exhaustif) :

- **Zones :**

- Zones à bâtir (bâties ou non)
- Zones prévues comme zones à bâtir dans la planification sectorielle, la planification directrice ainsi que les programmes de développement cantonaux et régionaux
- Territoires urbanisés fermés
- Zones agricoles avec potentiel de dommages élevé ou revêtant une importance particulière (il est recommandé, en vue de l'évaluation ultérieure des risques, d'intégrer toutes les surfaces agricoles utiles, hormis les alpages, dans le périmètre d'évaluation)

- **Hors des zones listées ci-dessus :**

- Groupes de bâtiments d'habitation utilisés en permanence ou non, bâtiments spécifiques (au cas par cas)
- Installations à usage commercial
- Infrastructures critiques
- Zones où il faut s'attendre à de fréquents et importants rassemblements (p. ex. installations de loisirs, terrains de festival, sites touristiques, campings temporaires)

- **Voies de communication publiques :**

- Routes d'importance cantonale ou régionale
- Chemins de fer
- Chemins de fer de montagne avec fonction de desserte pour la population résidente

3. Lien entre la probabilité de déclenchement, la probabilité au sein du périmètre d'évaluation et la probabilité d'occurrence spatiale

*Le lien entre les différentes probabilités des scénarios, depuis le déclenchement au niveau de la source de processus jusqu'à la répartition spatiale de l'événement dans le périmètre d'évaluation, est expliqué ici plus en détail selon des perspectives techniques (cf. **point 5.2** : Élaboration de scénarios ; **point 5.2.1** : Introduction ; **point 5.3.1.2** : Différenciation spatiale des probabilités dans le périmètre d'évaluation).*

Le déplacement des probabilités des scénarios depuis le déclenchement au niveau de la source de processus jusqu'à la différenciation spatiale dans le périmètre d'évaluation est exposé ci-après en deux étapes : 1. du déclenchement jusqu'à l'entrée dans le périmètre d'évaluation ; 2. la différenciation spatiale au sein de ce dernier (probabilité d'impacts directs et probabilité d'occurrence spatiale).

Probabilité de déclenchement et probabilité dans le périmètre d'évaluation

Pertinente pour l'évaluation des dangers et toutes les applications et activités subséquentes, la probabilité dans le périmètre d'évaluation ne doit pas nécessairement correspondre à la probabilité de déclenchement retenue au niveau de la source de processus (ou de la précipitation), car de nombreux facteurs d'influence non linéaires déterminent les déroulements des événements. Dans la mesure du possible, la probabilité du scénario de base sera choisie de telle sorte que la probabilité d'occurrence dans le périmètre d'évaluation soit élevée (période de retour d'env. 30 ans), moyenne (période de retour d'env. 100 ans) faible (période de retour d'env. 300 ans) ou extrême (période de retour > 300 ans) dans la plage de probabilité souhaitée. Il convient donc dans un premier temps de déterminer la relation entre la probabilité de déclenchement et la probabilité souhaitée dans le périmètre d'évaluation.

Il existe en principe deux cas selon la méthode utilisée :

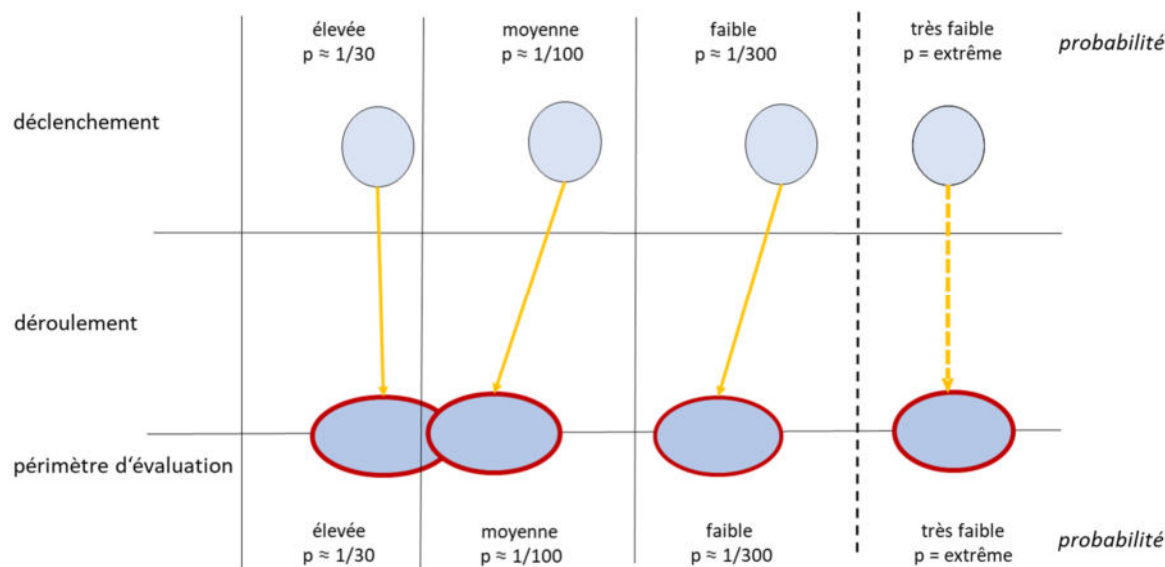
A : la probabilité est estimée en se fondant sur des observations ou des données dans le périmètre d'évaluation.

C'est par exemple le cas lorsqu'une station de mesure du débit se situe à un point faible, à l'entrée du périmètre d'évaluation. La probabilité de déclenchement ne joue alors aucun rôle et la relation susmentionnée ne doit pas être considérée de manière spécifique.

B : pour prendre en compte la probabilité, on commence par la probabilité de déclenchement, puis on estime la plage de probabilité dans le périmètre d'évaluation à laquelle le scénario correspondant sera attribué.

On peut citer comme exemple la période de retour de la progression des hauteurs de neige dans la zone d'arrachement des avalanches. En général, un processus itératif est théoriquement nécessaire en la matière. La règle suivante s'applique dans la pratique : la probabilité de déclenchement peut être utilisée comme probabilité dans le périmètre d'évaluation lorsqu'il n'existe aucun indice de son déplacement significatif vers la probabilité dans le périmètre d'incidence ou que ce déplacement ne peut pas être estimé (cf. fig. 16). Les réflexions correspondantes doivent être documentées.

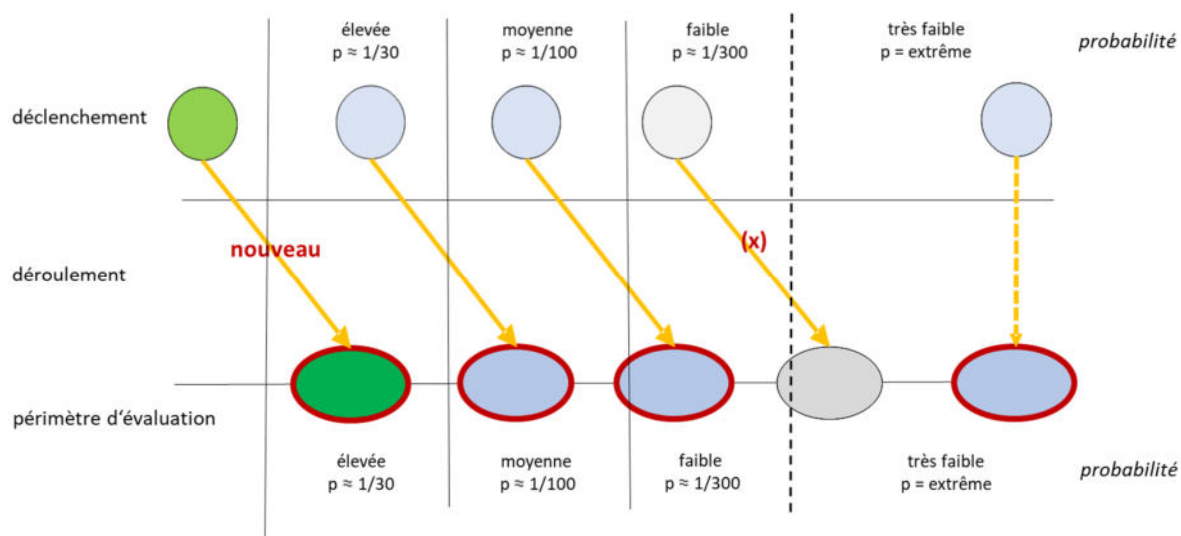
Figure 16 : Exemple lorsque les probabilités de déclenchement des différents scénarios correspondent toutes à peu près aux probabilités des scénarios de base (en relation avec le périmètre d'évaluation) ou sont réputées similaires



Lorsque des indices d'un déplacement existent et que celui-ci peut être estimé, on utilise une probabilité de déclenchement qui diverge de celle définie pour une période de retour d'environ 30 ans, 100 ans et 300 ans, de sorte que les probabilités dans le périmètre d'évaluation se situent dans la plage souhaitée (cf. fig. 17).

Figure 17 : Exemple en cas de déplacement de la probabilité de déclenchement et de celle du scénario de base (en relation avec le périmètre d'évaluation)

Dans cet exemple, le scénario présentant une probabilité de déclenchement élevée de $1/30 \text{ an}^{-1}$ peut être utilisé pour le scénario de base affichant une probabilité moyenne. De même, le scénario avec une probabilité de déclenchement moyenne peut servir pour un scénario de base dont la probabilité est faible. Le scénario ayant une probabilité de déclenchement faible ne peut pas être utilisé comme scénario de base. De plus, un nouveau scénario avec une probabilité de déclenchement plus élevée doit être défini pour élaborer un scénario de base à la probabilité élevée.



Lorsque la probabilité est susceptible d'évoluer en raison de nouvelles connaissances ou des changements climatiques, il faut examiner lors de la mise à jour de l'évaluation des dangers si la nouvelle probabilité correspond encore à peu près à l'ancienne ou s'il y a un déplacement éventuel, de sorte qu'un scénario existant puisse être réutilisé (p. ex. le scénario d'un événement se produisant tous les 300 ans env. devient celui d'un événement recensé tous les 100 ans env.).

Probabilité dans le périmètre d'évaluation et probabilité d'occurrence spatiale

Même au sein du périmètre d'évaluation, il est possible qu'un événement se déroule de plusieurs façons ou emprunte différentes voies sur le plan spatial. Par conséquent, la probabilité d'un scénario de base vaut, au sens strict, uniquement pour le point ou la ligne de ce périmètre où le déroulement du processus commence à s'étendre ou à se développer différemment sur le plan spatial. En général, ce point ou cette ligne sont définis de telle sorte que les déroulements du scénario demeurent reconnaissables en tant que tels comme une unité. À titre d'exemple, on peut citer l'embâcle d'un pont au sein du périmètre d'évaluation, l'eau pouvant s'écouler à droite, à gauche ou des deux côtés. Dans les trois cas, la probabilité ne sera pas égale à 1, mais correspondra à une probabilité réduite. L'unité des déroulements du scénario est importante pour la traçabilité, la compréhension et, en particulier, le plan d'intervention. La réduction spatiale différenciée de la probabilité joue toutefois un rôle dans les évaluations des risques. Sur le plan méthodologique, cette situation est prise en compte grâce à la notion de probabilité d'occurrence spatiale $p(rA)$ (cf. point 5.3.1.2). Lorsque l'on applique ce principe, le point ou la ligne où la probabilité du scénario de base doit être comprise dans la plage prédéfinie devrait plutôt se situer à la limite supérieure du périmètre d'évaluation.

Exemples concernant la probabilité d'occurrence spatiale

La $p(rA)$ est placée, en tant que propre représentation superficielle, au-dessus des résultats des intensités ou des paramètres pour déterminer ainsi la probabilité d'impacts directs. Compte tenu des particularités inhérentes au périmètre d'évaluation et de la méthodologie choisie, plusieurs cas peuvent se produire. Ils sont présentés ci-après à titre d'exemple et ne sont donc pas exhaustifs.

Un scénario concerne de manière similaire l'ensemble du périmètre d'évaluation

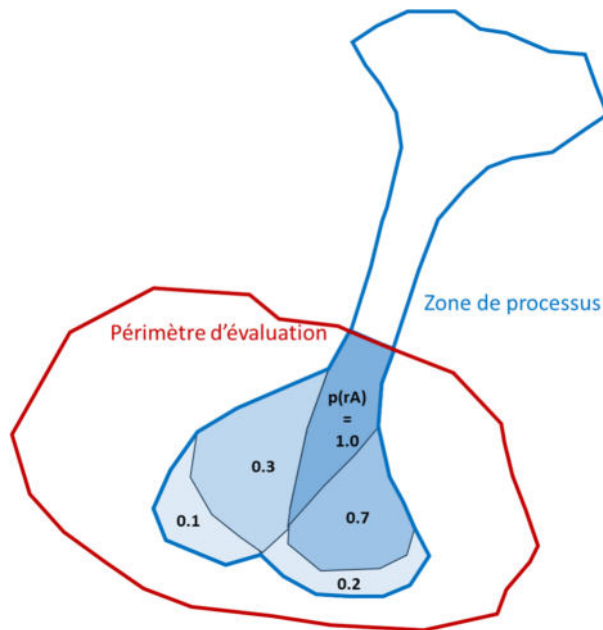
Lorsque le déroulement du processus ne présente aucune différenciation spatiale, la probabilité d'impacts directs dans tout le périmètre d'évaluation correspond à la probabilité du scénario de base. Par conséquent, la probabilité d'occurrence spatiale est égale à 1 dans l'ensemble du périmètre. Une couche correspondante est également créée dans ce cas.

Différenciation spatiale liée aux modélisations ou aux estimations d'experts

Dans certains cas, la probabilité d'occurrence ne diminue à large échelle que dans une partie inférieure du périmètre d'incidence. On peut citer à titre d'exemple l'extrémité des branches d'une avalanche coulante dans sa zone d'accumulation sur un cône d'alluvions. En l'espèce, l'avalanche ne couvrira pas tout le cône ; la probabilité d'accumulation est la plus élevée au centre et va en décroissant vers les bords (cf. fig. 18).

Selon la situation, la répartition spatiale de la $p(rA)$ peut être déterminée grâce à l'estimation d'un expert, à la prise en compte de scénarios partiels dans le cadre d'arbres des événements ou à des approches probabilistes.

1518 **Figure 18 : Exemple de répartition spatiale différenciée de la probabilité d'occurrence spatiale $p(rA)$ à**
 1519 **l'extrémité d'une avalanche coulante sur un cône d'alluvions**



1520
 1521 *Valeurs empiriques destinées à certains processus partiels*

1522 Lorsqu'aucune étude détaillée ou réflexion correspondante sur la différenciation de la $p(rA)$ ne
 1523 peut être réalisée avec une charge de travail raisonnable, il est possible d'utiliser des valeurs
 1524 empiriques uniformes pour la $p(rA)$ sur l'ensemble de la surface. On peut citer à titre d'exemple
 1525 les valeurs $p(rA)$ d'EconoMe, qui sont disponibles pour différents processus partiels. La
 1526 probabilité d'impacts directs est ainsi corrigée de manière homogène et systématique en
 1527 relation avec la probabilité du scénario de base sur l'ensemble de la surface, mais pas sur le
 1528 plan spatial à un endroit précis du périmètre d'évaluation. La formulation de ces valeurs
 1529 empiriques est expliquée à l'aide de la figure 19.

1530 **Figure 19 : Exemple d'une coulée de boue et d'un glissement spontané pour formuler la probabilité**
 1531 **d'occurrence spatiale $p(rA)$ selon l'approche d'EconoMe**

1532 *On ne peut pas prédire quelles parties d'une pente donnée seront concernées par un événement précis. On part*
 1533 *du principe qu'une certaine fraction de la surface sera affectée par des événements de même type. Dans le*
 1534 *périmètre en question, cette fraction est déduite de la probabilité d'impacts directs par rapport à la probabilité du*
 1535 *scénario de base. Dans ce cas précis, elle correspond à la valeur de la probabilité d'occurrence spatiale $p(rA)$.*



$$p(rA) = \frac{a_{j,1}}{a_j} = 0.4$$

1536

1537 4. Facteurs influant sur le déroulement de l'événement et élaboration de 1538 scénarios partiels

1539 *Plusieurs types de facteurs influent sur le déroulement des scénarios. Nombre d'entre eux*
 1540 *peuvent être étudiés sous la forme de scénarios partiels – ou à l'aide d'analyses de sensibilité*
 1541 *dans le cadre de modélisations. Dans les approches probabilistes (cf. ANNEXE A.5), il s'agit de*
 1542 *facteurs dont la caractéristique peut être supposée grâce à une fonction de probabilité*
 1543 *[cf. **point 5.2.1** : Introduction (Élaboration de scénarios)].*

1544 Les scénarios se jouent toujours dans une zone de processus précise. Les déroulements des
 1545 événements sont déterminés par les facteurs d'influence suivants, indépendamment du fait
 1546 que l'évaluation se fonde sur des modélisations ou une expertise : (a) valeurs d'entrée,
 1547 (b) paramètres d'état constants, (c) paramètres d'état variables et (d) critères du déroulement.
 1548 En théorie, cela peut se traduire par un très grand nombre de déroulements possibles. Une
 1549 définition, des commentaires et des exemples figurent dans le tableau 10.

1550 **Tableau 10 : Facteurs influant sur le déroulement d'un événement**

Facteur d'influence	Description	Exemples	Commentaire
Valeurs d'entrée	Valeurs qui alimentent ou déterminent le déclenchement d'un événement naturel, chacune présentant en général sa propre distribution aléatoire	Pointe de débit ; volumes de débit ; quantité de neige fraîche ; volume d'une masse risquant de tomber	Dans la plupart des cas, une probabilité (de déclenchement) est attribuée à ces valeurs d'entrée.
Paramètres d'état constants	Dans la zone de processus, paramètres constants pour tous les déroulements d'événements et scénarios considérés	Topographie (à l'exception des zones modifiées par le processus) ; bâtiments sur le terrain ; rugosité des sols pour les processus de chute ou les avalanches, les surfaces forestières, les glaciers	En général, la topographie de la Suisse est bien connue (exception : ruissellements pour lesquels de légères modifications temporelles peuvent déjà exercer une influence notable sur le comportement du débit). Les connaissances relatives aux autres paramètres d'état constants (p. ex. rugosité des sols) sont souvent insuffisantes. En l'espèce, des analyses de sensibilité sont réalisées ou plusieurs déroulements d'événements possibles (scénarios partiels) sont considérés.
Paramètres d'état variables	Valeurs (généralement réparties) dans la zone de processus qui peuvent changer en fonction de la situation initiale et influencer de manière décisive sur le déroulement d'un événement	Humidité des sols (pour les comportements de débit ou les coulées de boue), teneur en humidité du manteau neigeux, ampleur de la neige entraînée (<i>snow entrainment</i>)	La variabilité des paramètres d'état se traduit par une modification éventuelle du déroulement d'un événement. On peut en tenir compte grâce à des scénarios partiels ou à des paramètres constants et des analyses de sensibilité subséquentes.
Critères du déroulement	Phénomènes la plupart du temps localisés qui peuvent modifier le déroulement d'un événement (en général, critères oui / non)	Embâcle des ponts ; alluvionnement des matériaux charriés ; présence d'une avalanche précédente dans la trajectoire de chute ; liquéfaction d'un glissement spontané ; avalanches secondaires ; déclenchement d'une chaîne de processus ou de processus secondaires ; efficacité des mesures de protection en vigueur	En théorie, une probabilité ou une distribution aléatoire peut être attribuée à chaque critère du déroulement. En général, ces critères n'influent pas progressivement sur le déroulement d'un événement, mais de manière spontanée. Leur influence est donc décisive. La plupart du temps, ils sont pris en compte en étudiant des scénarios partiels.

1551 Comme exemples classiques de scénarios partiels éventuels, on peut citer, pour les processus
1552 d'eau, l'embâcle d'un pont ; pour les avalanches, la possibilité qu'une avalanche résultant d'un
1553 événement précédent ait formé des dépôts sur la trajectoire de la nouvelle avalanche ; pour
1554 les processus de chute, la dislocation en blocs plus ou moins grands d'une masse effondrée
1555 et, pour les processus de glissement, la teneur en eau différente des matériaux du glissement.

1556 Lorsque des **mesures de protection en vigueur** ne sont pas réputées pleinement efficaces
1557 selon PROTECTpraxis, l'évaluation des dangers doit également en tenir compte dans les
1558 éventuels déroulements d'événements – en général sous la forme de scénarios partiels (cf.
1559 point 5.2.1). Cela vaut aussi pour la prise en compte de la probabilité de défaillance afin de
1560 définir le scénario déterminant.

1561 5. Approches probabilistes

1562 *En plus de la technique des scénarios, qui est répandue dans la pratique et exposée en détail*
1563 *dans la présente aide à l'exécution, des développements récents visent à modéliser de*

1564 *manière probabiliste l'intégralité des déroulements de processus, y compris dans le domaine*
 1565 *des dangers naturels. La méthode générale est exposée brièvement ici (cf. point 5.2 :*
 1566 *Élaboration de scénarios).*

1567 Les approches probabilistes utilisées pour élaborer les scénarios et analyser les effets
 1568 considèrent la gamme des facteurs d'influence respectifs (cf. ANNEXE A.4) depuis le
 1569 déclenchement dans la zone de transit jusqu'aux effets différenciés sur le plan spatial dans le
 1570 périmètre d'évaluation. Chaque facteur d'influence pris en compte est affecté à une répartition
 1571 correspondante des probabilités. On obtient alors plusieurs réalisations individuelles
 1572 éventuelles avec leurs périmètres d'incidence respectifs. La superposition de ces réalisations
 1573 individuelles permet de connaître la ventilation des probabilités concernant l'impact dans le
 1574 périmètre d'incidence et l'ampleur correspondante. En outre, les zones d'incertitude peuvent
 1575 être mises en évidence.

1576 La difficulté consiste souvent à estimer les fonctions de répartition adéquates pour les
 1577 différents facteurs d'influence. Certains déroulements de processus ne peuvent pas être
 1578 reproduits. Les modèles correspondants relèvent alors plutôt de modèles de type *black box*,
 1579 qui indiquent uniquement les valeurs de sortie, en plus des paramètres sélectionnés du
 1580 modèle et des valeurs d'entrée. Un contrôle de plausibilité étant difficilement réalisable, on
 1581 recourt donc à des analyses de sensibilité.

1582 Les modèles probabilistes ne connaissent pas la méthode en deux étapes visant à déterminer
 1583 les probabilités à l'entrée dans le périmètre d'évaluation, puis la différenciation spatiale à l'aide
 1584 de facteurs pour connaître la probabilité d'occurrence spatiale. Les résultats révèlent
 1585 directement la répartition spatiale de la probabilité d'impacts directs.

1586 6. Critères d'intensité des glissements permanents

1587 *Concernant les glissements permanents, l'attribution aux classes d'intensité repose sur*
 1588 *différents critères, en plus du critère principal de la vitesse moyenne (pluriannuelle) du*
 1589 *glissement. Selon leur valeur, ces autres critères peuvent se traduire par une adaptation des*
 1590 *classes d'intensité de un ou deux échelons. Ces paramètres répertoriés dans le tableau 7 sont*
 1591 *présentés plus en détail ci-après (cf. point 5.3.2.1 : Paramètres et intensités).*

1592

1593 **v_{\max} = vitesse maximale du glissement [cm/an]**

1594 L'accélération du glissement accroît la menace et par conséquent le niveau de danger. v_{\max} est définie
 1595 comme étant la vitesse maximale pendant une phase d'accélération ou après une réactivation.
 1596 Définition : $v_{\max30}$ est atteinte lors de l'événement de période de retour égale à 30 ans, $v_{\max100}$ lors de
 1597 l'événement de période de retour égale à 100 ans et $v_{\max300}$ lors de l'événement de période de retour
 1598 égale à 300 ans.

1599 • Variation de la vitesse du glissement (v_{\max}) induisant l'augmentation d'un degré d'intensité (flèche
 1600 courte) : $v_{\max30} > \text{environ } 20 \text{ cm/an}$ ou $v_{\max100} > \text{environ } 40 \text{ cm/an}$ ou $v_{\max300} > \text{environ } 50 \text{ cm/an}$.

1601 • Variation de la vitesse du glissement (v_{\max}) induisant l'augmentation de deux degrés d'intensité, à
 1602 savoir de l'intensité faible à l'intensité forte (flèche longue, « grande v_{\max} ») : $v_{\max30} > \text{environ}$
 1603 50 cm/an ou $v_{\max100} > \text{environ } 70 \text{ cm/an}$ ou $v_{\max300} > \text{environ } 80 \text{ cm/an}$.

1604 Lorsque l'accélération est mesurée par exemple au cours d'un trimestre, il faut calculer la vitesse
 1605 annuelle correspondante : le déplacement mesuré pendant ce trimestre multiplié par 4 donne la vitesse
 1606 annuelle équivalente. Cette méthode est appliquée par analogie pour d'autres durées.

1607 Le niveau de détail M2 ne bénéficie souvent pas de mesures exactes de v et v_{\max} . De plus, les

1608 mesures géodésiques et les informations qui en découlent ne sont pas forcément disponibles lorsque

l'on procède à une étude détaillée (niveau de détail M3) ou examine un glissement connu. Les autorités cantonales et fédérales ainsi que les géomètres peuvent éventuellement fournir des données géodésiques et des vitesses de mouvement (p. ex. données INSAR de l'OFEV). Au vu des développements possibles et de l'incidence des changements climatiques, il est également envisageable de déterminer les accélérations potentielles sous la forme de scénarios, sans recourir à des données de mesure. Les réactivations et les accélérations potentielles peuvent notamment être influencées par des précipitations, par la fonte de la neige, par des venues d'eaux souterraines et par des processus d'érosion (p. ex. érosion du pied d'un glissement par un torrent). Ces scénarios seront expliqués et motivés le cas échéant.

D = mouvements différentiels

Les mouvements différentiels sont décrits par le déplacement différentiel absolu exprimé en centimètres, rapporté à une largeur unitaire de 10 mètres [cm/10 m], sur une période de 80 ans².

- Mouvement différentiel induisant l'augmentation d'un degré d'intensité (flèche courte) :
D = de 2 à 10 cm/10 m
- Mouvement différentiel induisant l'augmentation de deux degrés d'intensité (flèche longue, « grands D ») : D > 10 cm/10 m

T = profondeur de la surface de glissement (épaisseur du glissement)

La surface de glissement déterminante la plus élevée doit se trouver au moins à 30 m de profondeur pour justifier une diminution de l'intensité. Le degré d'intensité ne peut être abaissé d'un niveau que lorsque les conditions suivantes sont remplies simultanément :

- 1. grande masse d'un seul tenant glissant à très grande profondeur ;
- 2. secteurs phénoménologiquement homogènes sans surface de glissement secondaire plus proche du sol ;
- 3. dynamique du mouvement attestée constante par des mesures géodésiques.

L'intensité peut être abaissée en vertu de la profondeur de la surface de glissement si la vitesse atteint au maximum 20 cm/an et si les conditions 1 à 3 sont remplies.

² Dans l'aide à l'exécution « Protection contre les dangers dus aux mouvements de terrain » (2016), la valeur des mouvements différentiels se réfère à la durée d'utilisation du bâtiment concerné et elle est liée à sa sécurité structurale et à son aptitude au service (p. ex. pendant une cinquantaine d'années). Cela correspond à une évaluation des dangers de type détaillée (niveau de détail M3) et ne convient pas à une évaluation de type standard (niveau de détail M2). Par conséquent, une période fixe, c'est-à-dire indépendante de l'objet, a été définie pour une évaluation générale des dangers de type standard.

ANNEXE B – Bases légales

La présente ANNEXE comprend les articles de lois et d'ordonnances qui sont pertinents pour l'aide à l'exécution « Évaluation des dangers naturels gravitaires ».

Loi fédérale du 21 juin 1991 sur l'aménagement des cours d'eau (LACE ; RS 721.100)

Section 1 But

Art. 1

La présente loi vise à protéger les personnes et les biens matériels importants contre l'action dommageable des eaux sur la surface terrestre, en particulier contre les inondations, les érosions et les alluvionnements (protection contre les crues).

Ordonnance du XXX sur l'aménagement des cours d'eau (OACE ; RS XXX)

Chapitre 1 Dispositions générales

Art. 1 Champ d'application

La présente ordonnance règle la protection des personnes et des biens matériels importants contre les dangers dus aux crues suivants :

- a. inondations dues à des débordements des eaux, au ruissellement, à la résurgence des eaux souterraines ou à des vagues de vent ou des vagues impulsives débordant au-delà des berges des eaux ;
- b. laves torrentielles ;
- c. érosion et alluvionnements ;
- d. dépôts de matériaux flottants et embâcles.

Art. 2 Définitions

Au sens de la présente ordonnance, on entend par :

- a. planification intégrée : une planification fondée sur la participation des milieux concernés, la prise en compte équilibrée des intérêts en jeu et la combinaison optimale de mesures ;
- b. approche fondée sur les risques : une approche selon laquelle les risques actuels et futurs sont systématiquement déterminés, évalués et pris en compte de manière transparente lors de la mise en œuvre de mesures.

Art. 3 Gestion des dangers dus aux crues et des risques

Les cantons réduisent le risque lié aux crues à un niveau supportable et le limitent à long terme, en inventoriant et en évaluant les études de base nécessaires, puis en planifiant et en mettant en œuvre les mesures appropriées de manière intégrée ; ils tiennent compte en particulier des aspects écologiques, des effets des changements climatiques et de l'évolution de l'utilisation du territoire.

Chapitre 2 Études de base et mesures

Art. 4 Études de base réalisées par les cantons et désignation des zones dangereuses

¹ Les cantons réalisent les études de base relatives à la protection contre les crues. À cet effet :

- [...]
- e. ils recensent les dangers et les risques ;
- f. ils établissent des évaluations des dangers et des vues d'ensemble des risques ;
- g. ils établissent des planifications globales et des planifications supérieures.
- [...]

1676 ² Ils désignent les zones dangereuses.

1677 ³ Ils tiennent compte des études de base et des aides à l'exécution de la Confédération.

1678 ⁴ Ils mettent les études de base à la disposition de tous gratuitement.

1679 **Art. 5** *Mesures d'aménagement du territoire*

1680 ¹ Les cantons tiennent compte des zones dangereuses et des risques dans les plans directeurs et les plans
1681 d'affectation ainsi que dans les autres activités ayant des effets sur l'organisation du territoire. Dans les zones
1682 dangereuses, ils veillent en particulier :

1683 a. à limiter les risques lors du classement en zone à bâtir, de l'augmentation du degré d'utilisation d'une
1684 zone ou du changement d'affectation d'une zone, ainsi que lors de l'octroi d'autorisations de construire
1685 des ouvrages ou des installations ;

1686 b. à réduire les risques non supportables moyennant le changement d'affectation de la zone, le
1687 déclassement partiel ou total de la zone ou le déplacement des ouvrages et des installations menacés.

1688 **Chapitre 3 Octroi de contributions fédérales**

1689 **Section 2 Études de base et mesures**

1690 **Art. 10** *Indemnités pour les études de base et les mesures des cantons*

1691 ¹ L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) alloue des indemnités aux cantons pour :
1692 [...], l'évaluation des dangers, [...]

1693 **Chapitre 4 Surveillance exercée par la Confédération**

1694 **Art. 27** *Aides à l'exécution*

1695 L'OFEV met à disposition des aides à l'exécution relatives en particulier :

1696 [...]

1697 b. aux études de base ;

1698 [...]

1699 **Art. 28** *Géoinformation*

1700 L'OFEV prescrit les modèles de géodonnées et les modèles de représentation minimaux pour les géodonnées de
1701 base visées par la présente ordonnance, lorsqu'il est désigné comme service spécialisé de la Confédération dans
1702 l'annexe 1 de l'ordonnance du 21 mai 2008 sur la géoinformation.

1703 **Loi fédérale du 4 octobre 1991 sur les forêts (loi sur les forêts, LFo ; RS 921.0)**

1704 **Chapitre 1 Dispositions générales**

1705 **Art. 1** *But*

1706 ² Elle [la présente loi] a en outre pour but de contribuer à protéger la population et les biens d'une valeur notable
1707 contre les avalanches, les glissements de terrain, l'érosion et les chutes de pierres (catastrophes naturelles).

1708 **Ordonnance du 30 novembre 1992 sur les forêts (OFo ; RS 921.01)**

1709 **Art. 15** *Gestion des risques liés aux catastrophes naturelles*

1710 ¹ Les cantons réduisent les risques liés aux catastrophes naturelles à un niveau supportable et les limitent à long
1711 terme, en réalisant et en évaluant les études de base nécessaires, puis en planifiant et en mettant en œuvre les

- 1712 mesures appropriées de manière intégrale ; ils tiennent compte en particulier des effets des changements
 1713 climatiques et de l'évolution de l'utilisation du territoire.
- 1714 ² La planification intégrale doit être assurée avec la participation des milieux concernés ; elle doit viser une
 1715 combinaison optimale de mesures et inclure une pesée des intérêts, en particulier de ceux de la gestion des forêts,
 1716 de la protection de la nature et du paysage, de l'aménagement des eaux, de l'agriculture et de l'aménagement du
 1717 territoire.
- 1718 **Art. 16** *Études de base*
- 1719 ² Les cantons réalisent les études de base relatives à la protection contre les catastrophes naturelles sur leur
 1720 territoire. À cet effet :
- 1721 [...]
 - 1722 d. ils relèvent les dangers et les risques ;
 - 1723 e. ils établissent des évaluations des dangers et des vues d'ensemble des risques ;
 - 1724 f. ils établissent des planifications globales et des planifications supérieures.
- 1725 ³ Ils désignent les zones dangereuses.
- 1726 ⁴ Ils tiennent compte des études de base et des aides à l'exécution de la Confédération.
- 1727 ⁵ Ils mettent les études de base à la disposition de tous gratuitement.
- 1728 **Art. 17** *Mesures d'aménagement du territoire*
- 1729 ¹ Les cantons tiennent compte des zones dangereuses et des risques dans les plans directeurs et les plans
 1730 d'affectation ainsi que dans les autres activités ayant des effets sur l'organisation du territoire. Dans les zones
 1731 dangereuses, ils veillent en particulier :
- 1732 a. à limiter les risques lors du classement en zone à bâtir, de l'augmentation du degré d'utilisation d'une
 1733 zone ou du changement d'affectation d'une zone, ainsi que lors de l'octroi d'autorisations de construire
 1734 des ouvrages ou des installations ;
- 1735 b. à réduire les risques non supportables moyennant le changement d'affectation de la zone, le
 1736 déclassement partiel ou total de la zone ou le déplacement des ouvrages et des installations menacés.
- 1737 **Art. 39** *Protection contre les catastrophes naturelles*
- 1738 ¹ Les indemnités pour les études de base et les mesures sont allouées sous forme globale.
- 1739 **Art. 66a** *Géoinformation*
- 1740 L'OFEV prescrit les modèles de géodonnées et les modèles de représentation minimaux pour les géodonnées de
 1741 base visées par la présente ordonnance, lorsqu'il est désigné comme service spécialisé de la Confédération dans
 1742 l'annexe 1 de l'ordonnance du 21 mai 2008 sur la géoinformation.
- 1743 **Loi fédérale du 5 octobre 2007 sur la géoinformation (loi sur la géoinformation, LGéo ;**
 1744 **RS 510.62)**
- 1745 **Art. 9** *Garantie de la disponibilité*
- 1746 ¹ Le service chargé de la saisie, de la mise à jour et de la gestion des géodonnées de base garantit la pérennité de
 1747 leur disponibilité.
- 1748 ² Pour les géodonnées de base relevant du droit fédéral, le Conseil fédéral règle :
 - 1749 a. les modalités de leur archivage ;
 - 1750 b. les modalités et la périodicité de l'établissement de leur historique.

1751 **Art. 10** *Principe*

1752 Les géodonnées de base relevant du droit fédéral sont accessibles à la population et peuvent être utilisées par
 1753 chacun à moins que des intérêts publics ou privés prépondérants ne s'y opposent.

1754 **Ordonnance du 21 mai 2008 sur la géoinformation (OGéo ; RS 510.620)**1755 **Art. 13** *Établissement de l'historique*

1756 ¹ L'historique des géodonnées de base qui reproduisent des décisions liant des propriétaires ou des autorités est
 1757 établi de façon à pouvoir reconstruire dans un délai raisonnable tout état de droit avec une sécurité suffisante,
 1758 moyennant une charge de travail acceptable.

1759 **Art. 14** *Disponibilité assurée dans la durée*

1760 ¹ Le service visé à l'art. 8, al. 1, LGéo conserve les géodonnées de base de façon à assurer le maintien de leur
 1761 état et de leur qualité.
 1762 ² Il sauvegarde les géodonnées de base dans le respect de normes reconnues et conformément à l'état de la
 1763 technique. Il veille notamment au transfert périodique des données dans des formats appropriés et conserve les
 1764 données ainsi transférées en toute sécurité.

1765 **Art. 15** *Archivage*

1766 ² Si la compétence relève du canton, ce dernier désigne le service chargé de l'archivage dans sa législation.

1767 **Art. 16** *Concept d'archivage*

1768 ² Si la compétence relève du canton, le service chargé de l'archivage élabore un concept d'archivage valant pour
 1769 toutes les géodonnées de base concernées. [...]

1770 **Art. 21** *Niveaux d'autorisation d'accès*

1771 ¹ Les niveaux d'autorisation d'accès suivants sont attribués aux géodonnées de base :
 1772 a. géodonnées de base accessibles au public : niveau A ;
 1773 [...]

1774 **Art. 22** *Accès aux géodonnées de base de niveau A*

1775 ¹ L'accès aux géodonnées de base de niveau A est garanti.

1776 ² Dans des cas particuliers ou pour certaines parties du jeu de données dans le cas général, l'accès est limité,
 1777 différé ou refusé, s'il :

- 1778 a. entrave l'exécution de mesures concrètes prises par une autorité conformément à ses objectifs ;
- 1779 b. risque de compromettre la sûreté intérieure ou extérieure de la Suisse ;
- 1780 c. risque de compromettre les intérêts de la Suisse ou d'un canton en matière de politique extérieure et ses
 1781 relations internationales ;
- 1782 d. risque de compromettre les relations entre la Confédération et les cantons ou les relations entre cantons ;
- 1783 e. risque de compromettre les intérêts de la politique économique ou monétaire de la Suisse ;
- 1784 f. peut révéler des secrets professionnels, d'affaires ou de fabrication ;
- 1785 g. risque d'enfreindre l'obligation de garder le secret fixée dans une loi spéciale.
- 1786

1787 *Annexe 1*

1788 **Catalogue des géodonnées de base relevant du droit fédéral**

Désignation	Base légale	Service compétent (RS 510.62, art. 8, al. 1) [Service spécialisé de la Confédération]	Géodonnées de référence	Cadastré RDPPF	Niveau d'autorisation d'accès	Service de téléchargement	Identificateur
Protection contre les catastrophes naturelles (autres relevés)	RS 721.100, art. 14 RS 721.100.1, art. 4 RS 921.01, art. 16, al. 2	Cantons [OFEV]			A	X	81
Zones dangereuses	RS 721.100.1, art. 4, al. 2 RS 921.01, art. 16, al. 3	Cantons [OFEV]			A	X	166

1789