

RAPPORT

INVENTAIRE DES PRATIQUES EUROPEENNES DANS LE DOMAINE DE LA PREVENTION DES RISQUES D'AVALANCHES SUR LES SECTEURS HABITES

■ France – ■ Suisse – ■ Autriche - ■ Italie

Version finale du 14 mars 2025



SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION – PRESENTATION GENERALE	4
II.	PERSONNES CONSULTEES.....	5
III.	ANALYSE DES PRATIQUES INTERESSANTES POUR LE CONTEXTE FRANCAIS	6
A.	Choix conceptuel entre intensité, aléa, danger, exposition, risque	6
B.	Une culture du risque plus intégrée	7
C.	Technicité du Maître d’Ouvrage Etat.....	8
D.	Interaction avec les porteurs de projet	9
E.	Prise en compte des protections (actives types râteliers, claies, filets).....	10
F.	Données d’entrée (nivo-météorologiques) et changement climatique	11
G.	Formalisation des apports de la modélisation dans l’élaboration des cartes d’aléas.....	12
H.	Définition des limites du zonage :.....	13
I.	Echelle des cartes :.....	14
J.	Forêt à fonction de protection	14
K.	Inventaires historiques... et plateformes futures.....	15
L.	En conclusion, un support plus appliqué et collaboratif de la recherche... ..	15
IV.	GLOSSAIRE	16
V.	BIBLIOGRAPHIE.....	18
M.	Europe	18
N.	France	18
O.	Suisse	19
P.	Autriche	21
Q.	Italie	22

VI.	ANNEXES : FICHES THEMATIQUES	23
	Fiche n°1 - CADRE LEGAL : PROTECTION DES BIENS page 1/2.....	24
	Fiche n°2 - CADRE LEGAL : PROTECTION DES PERSONNES page 1/2.....	26
	Fiche n°3 - INVENTAIRE/CADASTRE d’AVALANCHES page 1/2	28
	Fiche n°4 - PROTECTIONS vs ZONES URBAINES page 1/2	30
	Fiche n°5 - CARTE des ALEAS d’AVALANCHES page 1/2.....	32
	Fiche n°6 - CARTE REGLEMENTAIRE page 1/2	34
	Fiche n°7 - PRINCIPES TECHNIQUES DU ZONAGE page 1/2	36
	Fiche n°8 - EVALUATIONS QUANTITATIVES & MODELISATION page 1/2.....	38
	Fiche n°9 - INFORMATION PREVENTIVE page 1/2.....	40
	Fiche n°10 - SURVEILLANCE, ALERTE & GESTION DE CRISE page 1/2	42
	Fiche n°11 - CONCERTATION & CULTURE DU RISQUE page 1/2	44

NB : Une impression recto-verso bords courts de la totalité du document doit faciliter la lecture avec les 2 parties de chaque fiche en vis-à-vis.

I. INTRODUCTION – PRESENTATION GENERALE

Dans le cadre de son programme et de ses activités relatives à la prévention des risques majeurs, l’Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles et Technologiques (AFPCNT), en collaboration avec l’Association pour l’Information sur les Risques d’Avalanches urbaines et leur Prévention (AIRAP), souhaitait disposer d’un recueil de bonnes pratiques en matière de prévention des risques d’avalanches sur des secteurs habités. L’objectif de ce recueil est de recenser les pratiques existantes dans ces pays européens et potentiellement inspirantes pour la France.

Le recensement et l’analyse des pratiques devaient porter notamment sur les champs suivants :

- Partage de connaissance sur le risque d’avalanches
- Mémoire du risque
- Information préventive et culture du risque
- Cartographie et zonage du risque (dont ARE)
- Méthodes et moyens de protection des secteurs habités
- Anticipation et moyens d’alerte

Ce travail a été compilé par le bureau d’études Engineerisk sur la base des informations et réponses apportées par les personnes listées au §II ci-après. Pour la Suisse, le recensement a été initialement centralisé par Robert Bolognési, bureau d’études Météorisk, ce qui a constitué une forte contribution. L’ensemble a également bénéficié du suivi et de la relecture de Ghislaine Verrhiest-Leblanc (AFPCNT) et Jean-Claude Bourdais (AIRAP).

Différentes thématiques (cf. annexe VI) ont été abordées et qui font chacune l’objet d’une fiche comparative par pays selon la liste ci-contre. Le cas échéant, ces fiches mettent déjà en avant certaines situations particulières ou originales (paragraphe “focus particulier”).

En lien avec cet inventaire, la partie suivante analyse différentes pratiques qui présentent un intérêt par rapport au contexte français. Les cellules correspondantes dans les fiches sont identifiées en couleur avec un symbole repris le cas échéant dans le texte des paragraphes d’analyse.

Ce format permet ainsi plusieurs niveaux de lecture, dans le détail de chaque sous-thème et pays au travers des fiches ou de manière plus agglomérée dans les analyses suivantes.

Le tout est complété par :

- §IV : Un glossaire des termes employés (avec indication du pays concerné)
- §V : Une bibliographie (références entre []) utilisée et citée dans les fiches. Le cas échéant, les documents disponibles ni en français ni en anglais ont fait l’objet d’une traduction automatisée soit utilisant Google trad soit DeepL. L’essentiel est disponible sous forme de fichiers pdf.

Liste des fiches :

- Fiche n°1 : Cadre légal – Protection des biens
- Fiche n°2 : Cadre légal – Protection des personnes
- Fiche n°3 : Inventaires / cadastres d’avalanches
- Fiche n°4 : Protections vs zones urbaines
- Fiche n°5 : Carte d’aléas
- Fiche n°6 : Carte règlementaire
- Fiche n°7 : Principes techniques du zonage
- Fiche n°8 : Evaluation quantitative & modélisation
- Fiche n°9 : Information préventive
- Fiche n°10 : Surveillance, alerte & gestion de crise
- Fiche n°11 : Concertation et culture du risque

II. PERSONNES CONSULTEES

+ SUISSE	= AUTRICHE	I ITALIE
Robert BOLOGNESI ¹ , PhD, expert Avalanche, Météorisk	Siegfried SAUERMOSE, ancien directeur du service de contrôle des avalanches et des torrents pour la province du Tyrol	Igor CHIAMBRETTI, PhD, directeur technique de l'AINEVA, Association Interrégionale de Coordination et de Documentation pour les problèmes de neige et d'avalanche
Raphaël MAYORAZ, PhD, géologue cantonal, chef du service des dangers naturels (SDANA) du canton du Valais	Barbara STEINBRUNNER (Univ.Ass.in Dipl.-Ing.in MSc), Université Technologique de Vienne, Institut d'Aménagement du Territoire	Margherita MAGGIONI, PhD, experte avalanche, Areaquattro
Pascal STOEENNER, ingénieur forestier, chef de la section "Avalanches, dangers glaciaires et ouvrages de protection" au service des dangers naturels (SDANA) du canton du Valais		Massimiliano BARBOLINI, PhD, expert avalanche, Flow-ing srl
Pascal MAYORAZ, ingénieur forestier, Nivalp SA		

¹ Qui a lui-même consulté les autres personnes suisses listées et synthétisé leurs contributions

III. ANALYSE DES PRATIQUES INTERESSANTES POUR LE CONTEXTE FRANCAIS

Les différents sujets qui sont développés ci-après sont issus de l'analyse comparative des fiches thématiques fournies en annexe VI selon une approche la plus objective possible : en effet, il ne s'agit pas de se servir de cet exercice pour plaider pour telle ou telle approche sans justification ou au service d'une stratégie politique particulière mais bien de partir des différences constatées, surtout quand elles sont partagées par plusieurs pays comparativement à la situation française.

A ce titre, il s'agit surtout de faire ressortir les sujets principaux et sans forcément parler de recommandations, d'en tirer au moins des points remarquables pour initier la réflexion.

Les sujets sont présentés selon leur importance notamment en termes d'évolution par rapport aux pratiques actuelles françaises. Il ne s'agit cependant pas d'une hiérarchisation ou d'un ordre de priorité.

En parallèle, les cellules concernées par ces sujets sont colorées sur les différentes fiches et repérée d'un symbole rappelé entre [] dans le corps des paragraphes ci-après.

A. CHOIX CONCEPTUEL ENTRE INTENSITE, ALEA, DANGER, EXPOSITION, RISQUE

Un des premiers enseignements marquants de ce comparatif réside dans la différence conceptuelle développée par les différents pays étudiés ici où la France ressort plus nettement pour son utilisation de la notion de risque alors que la Suisse, l'Autriche se concentrent uniquement/d'abord sur la notion de "danger" [λ] et l'Italie sur "l'exposition".

→ *Cette première remarque pose déjà la question de l'utilisation du terme "aléa" en France à la place de "danger" ou "exposition" et de sa bonne appropriation par le public français ?*

Plusieurs documents étrangers soulignent d'ailleurs les limitations de leurs propres approches nationales basées "seulement" sur la notion de "danger" et appuient la notion de "risque", considérée comme l'objectif vers lequel évoluer pour une meilleure gestion [o]. A ce titre, les PPRN français, avec leurs deux volets, sont mêmes cités en exemple.

Dans le même temps et si on ne peut remettre en question l'aspect théorique (le risque permettant de croiser l'aléa/danger avec les enjeux), force est de constater que les conséquences pratiques sont importantes :

- Cela n'empêche pas la Suisse, l'Italie ou l'Autriche de retranscrire le danger dans l'aménagement du territoire, l'urbanisme et les projets de construction [π]: il n'y a "juste" pas l'équivalent de notre carte réglementaire comme élément intermédiaire.
- Dans le même temps, il faut bien admettre que la carte réglementaire française fait surtout la part belle aux aléas plus qu'aux enjeux : même si l'analyse de ces derniers est sûrement de plus en plus formalisée dans les marchés récents d'élaboration de PPRN, le risque n'est toujours pas directement influencé par une éventuelle catégorisation des enjeux (mais cela est-il concrètement possible et opérationnel ?). A la limite, cette influence peut être indirecte (mais très partielle) au travers de

l’application de la règle de la zone urbaine (à l’extérieur de laquelle, un aléa moyen devient un risque fort) mais ce qui peut conduire à des confusions. D’une part, si la zone est très étriquée, cette application peut dénaturer/supplanter le rôle du PLU. D’autre part, le résultat est bien une carte “réglementaire” plus qu’une carte de “risques”. A ce titre et de manière assez incontournable, elle doit bien intégrer la totalité des “réglementations” qui s’imposent à une parcelle donnée (potentiellement liées à plusieurs phénomènes mais aussi induites par une règle comme celle de la zone urbaine) même si cela peut nuire à sa lisibilité. Surtout, son interprétation comme véritable carte de risques est délicate, comme le montre les controverses sur la représentation de l’ARE.

- Même si d’autres paramètres (notamment contextuels et organisationnels) doivent intervenir, l’approche française est de fait plus lourde ce qui peut nuire aux taux de couverture des communes concernées et de mise à jour des PPRN : à ce titre, la comparaison avec les déploiements en Suisse et en Autriche est édifiante [ξ].

- La carte de danger reste au plus proche de la description (et de la documentation) des phénomènes. A ce titre, la gradation de l’approche suisse et de ses cartes d’intensité [μ] est particulièrement intéressante pour ensuite décliner “le danger” pour ses différentes utilisations en termes d’urbanisme mais aussi de protection des personnes.

→ *Ces différents constats questionnent sur la place et l’utilisation de la carte d’aléa (y compris ARE) qui d’une certaine manière, s’efface en France au bénéfice de la carte réglementaire tout en alourdissant les processus : il ne semble donc pas inutile de re-mener une réflexion pragmatique sur le meilleur compromis entre, certes, une notion de danger/aléa théoriquement limitée voire discutable mais au plus près des phénomènes et allégeant le déploiement (pour potentiellement viser un objectif d’exhaustivité) et une approche par le risque théoriquement plus propre mais qui nécessite de toute façon des raccourcis méthodologiques (au risque de confusions) et compromet l’efficacité de sa mise en œuvre.*

B. UNE CULTURE DU RISQUE PLUS INTEGREE

La culture du risque (au sens large) lié aux avalanches en zones urbanisées apparait comme un sujet complexe qui revêt de multiples aspects dans tous les pays. Du point de vue du simple citoyen (a fortiori lorsqu’il est visiteur touriste), on peut même constater qu’il s’agit d’un des parents pauvres du domaine des avalanches notamment supplanté par toute la communication pour le pratiquant de la montagne en hiver (qui elle est omniprésente au niveau de chaque office du tourisme, école de ski, compagnie des guides, domaine skiable) : Or les sujets sont très différents et il reste très difficile de trouver des sources d’information spécifiques malgré quelques initiatives locales ou la volonté affichée de la Suisse de responsabiliser individuellement ses citoyens [Ж] (par exemple, le document [SUI43] conseille : “... suivez un cours avalanches pour apprendre comment estimer le danger d’avalanches, aménagez au rez-de-chaussée ou en sous-sol des

pièces où il est possible de séjourner plusieurs jours, ayez à disposition du matériel d’évacuation de la neige... ”)

Ce qui pourrait indirectement ressortir de la collecte d’information et de certaines interviews est que cette situation est un “moindre mal” puisque par ailleurs sont “assurées” la prévention et la protection par des “professionnels”. D’une certaine manière, la culture du risque au sens large est déportée à un niveau supérieur, notamment via les Commissions Locales de Sécurité dont la systématisation est un élément remarquable en Suisse, Autriche, Italie [Б] (y compris avec des coopérations transfrontalières vraisemblablement fructueuses)

Ces commissions existent aussi en France, notamment pour les communes les plus exposées (Chamonix, Val d’Isère...) où elles peuvent être également très professionnelles et s’appuyer sur des PCS (Plans Communaux de Sauvegarde) précis. Ailleurs et/ou historiquement, la présence des services RTM ou l’adossement à un domaine skiable ont pu constituer des palliatifs. Mais ce n’est a priori pas le cas partout, notamment pour les plus petites communes dans des vallées reculées.

Cela pose d’ailleurs la question de l’appropriation de cette culture du risque par les différents échelons sociaux et administratifs dans un état beaucoup plus centralisé que nos voisins : les controverses liées aux fameuses “zones jaunes” (désormais ARE) entre les services de l’Etat et les associations d’élus puis avec l’AIRAP sont l’exemple d’une concertation sûrement perfectible et d’une culture du risque pas forcément assez partagée (ou pas de la même façon).

A ce titre, le lien affiché dans [FRA2] entre ARE, sécurité civile et ERP souffre indéniablement en France d’un manque de compréhension et peut-être d’une “logique” suffisante pour être bien approprié par tous les acteurs. D’ailleurs, dans aucun des pays étudiés, on ne trouve de tel lien [ω]. Au contraire, les initiatives

remarquables comme les cartes d’intervention dans le Haut Adige [β] semblent beaucoup plus pragmatiques et concrètes [EU1] selon des occurrences plus courtes.

- *Si le recours à la période de retour tri-centennale est effectif en Suisse, son utilisation dans le cadre de cartes spécifiques comme les ARE français mérite d’être questionné, non pas pour le remettre en question mais d’une part pour en évaluer l’appropriation après des années d’introduction et le cas échéant pour l’améliorer/le compléter en lui réservant la bonne place, plus utile, dans le paysage global.*
- *De manière plus générale, la culture du risque reste très perfectible : les commissions locales de sécurité semblent en être un rouage potentiellement très important qui pourrait donc être promu à leur niveau “intermédiaire” aussi bien à l’interface Commune-Etat qu’à l’adresse des citoyens. En plus de leur organisation proprement dite, le recours à des technologies de plus en plus abordables (station météo, webcam, plateformes partagées) peut grandement en améliorer l’efficacité.*

C. TECHNICITE DU MAITRE D’OUVRAGE ETAT

De fait l’Autriche (en intégrant la spécialité dans la sphère publique) mais aussi la Suisse et dans une moindre mesure l’Italie montrent toutes une supervision et un contrôle très proches du travail des bureaux d’études [α]. Ce cadrage est “double” puisqu’en plus de l’interaction, il se base sur un contexte documentaire fourni en termes de guides et méthodes [η, ν] : comme le montrent ces pays (et d’autres), l’élaboration d’un zonage avalanche est bien une spécialité, affaire de spécialistes dans un domaine où le double regard (voire le collège d’experts – cf. le format de la mise à jour du PPRN de Chamonix en 2015) devrait être incontournable.

Aujourd’hui et sans remettre aucunement en cause leur implication, les profils transverses qui occupent les postes en charge de ces questions dans les DDT (et

souvent pendant seulement quelques années sans donc pouvoir capitaliser de vraies expériences et technicité) ne peuvent seuls juger du fond des livrables rendus par les bureaux d’études qui peuvent eux-mêmes être de profils assez variés, a fortiori en l’absence de certification et de cadre technique.

Or et quand bien même la démarche inclut des phases de concertation et d’enquête publique qui peuvent induire une certaine confrontation fructueuse, l’élaboration d’un PPRN ne doit pas se réduire pour son Maître d’ouvrage à de la programmation, à de la consultation pour le choix du prestataire, à du suivi budgétaire et des échéances et à de l’animation des différents intervenants : ce rôle de supervision technique est/a été régulièrement tenu par les services RTM comme assistant à maîtrise d’ouvrage.

Si d'autres formats seraient éventuellement possibles (comme c'est le cas dans d'autres spécialités), les services RTM ont l'avantage de la connaissance des secteurs, de leur historique (en étant impliqués dans les observations EPA/CLPA) et de leur compétence pour ces questions. Les DDT qui ont (pu avoir) des velléités d'avancer sans un tel accompagnement occultent clairement la sensibilité (et les conséquences possibles) de la démarche d'élaboration d'un PPRN.

D. INTERACTION AVEC LES PORTEURS DE PROJET

Qu'il s'agisse des services cantonaux suisses, du WLV autrichien ou de l'élaboration d'un PIV italien [ρ,τ], il est clair que l'accompagnement technique des porteurs de projets (avec permis de construire) en zones d'avalanche est beaucoup plus important chez nos voisins [v]: plutôt qu'un règlement de PPRN qui fige complètement un jeu définitif de prescriptions architecturales à appliquer pour TOUT projet sur la base d'un zonage qui n'a pourtant pas pu intégrer les spécificités de chaque parcelle (et de chaque projet), cela montre bien l'intérêt technique à examiner au minimum chaque cas avec ses particularités.

Certes, les règlements PPRN type de plusieurs départements intègrent déjà la possibilité d'une étude de détail (alinéa 1.1 de chaque fiche réglementaire en Haute-Savoie) et même la Savoie semble évoluer dans ce sens avec son nouveau projet de règlement (en cours).

- *La possibilité de réaliser une étude de détail pour justifier de prescriptions vraiment adaptées à un projet donné rejoint donc les pratiques Suisses,*

- *Comme le montrent nos voisins, l'élaboration d'un zonage avalanche est forcément technique et nécessite un jeu d'acteur adapté qui ne peut se contenter d'une simple prestation de suivi administratif par sa Maitrise d'Ouvrage.*

Autrichiennes et Italiennes mais qui dans certains cas, l'impose même comme une nécessité. Pour rendre cela le plus pertinent possible, une clarification des attendus dans l'étude et de la portée exacte de cette dernière permettrait de fiabiliser la démarche, faute de bénéficier d'un cadre de certification/agrément des prestataires concernés. Cela devrait aussi passer par une contre-évaluation pratique de l'application d'un document comme [FRA4] et une mise en cohérence des principes des règlements PPR concernés.

- *Alors que la France dispose indéniablement d'une structure administrative centralisée par rapport à ses voisins, il est paradoxal de constater que les formats peuvent y être encore plus disparates que dans des pays pourtant découpés en états, cantons ou provinces: l'émergence progressive de documents de référence dans ce domaine (mais aussi les autres décrits dans ces pages) doit progressivement aider à converger vers une meilleure homogénéité de traitement sur tout le territoire national.*

E. PRISE EN COMPTE DES PROTECTIONS (ACTIVES TYPES RATELIERS, CLAIES, FILETS)

Ce sujet est en apparence une autre différence majeure, en particulier avec la Suisse et l'Autriche [ε, ζ]. Mais cette différence est finalement assez récente puisqu'il ne manque pas de sites français existants protégés ensuite par d'importants dispositifs paravalanches actifs (Barèges (65), Celliers (73)...) mais aussi préalablement pour permettre des développements "ex nihilo" ultérieurs (Flaine-Forêt (74), Tignes Le Lac (73), Val d'Isère la Daille (73)...).

En fait, le guide PPR 2015 [FRA2] a clarifié assez logiquement les conditions pour pouvoir considérer l'influence de tels ouvrages actifs. La prise en compte des protections n'est donc théoriquement pas impossible comme cela est également le cas (plus facilement) pour les ouvrages passifs pour lesquels existent des processus d'évaluation (et qui a fait, contrairement aux précédents, a fait l'objet d'un véritable COMité TECHnique – COTECH - mené par le RTM il y a quelques années). Force est également de constater que nos voisins se donnent les moyens d'intégrer ces ouvrages avec notamment des inventaires structurés [δ], un déploiement priorisé [ζ] et un cadre de maintenance identifié [θ]. En cela, ils répondent globalement aux mêmes objectifs que les exigences de [FRA2].

Dans le même temps, tous les ouvrages français ne sont pas non plus laissés à l'abandon ou perdus. Il s'agit également de structures plutôt robustes mécaniquement (des centaines de spécimens toujours opérationnels près d'un demi-siècle après leur installation), bénéficiant d'un corpus normatif important mais aussi d'un état de l'art éprouvé [SUI18] : à notre connaissance, il n'y a pas de cas de défaillance généralisée connu et il est paradoxal de vouloir s'atteler sérieusement à la gestion des risques sans être capable de s'atteler aux conditions pragmatiques de prise en compte de ces ouvrages qui font également partie de l'histoire (cf. le classement de l'Unesco à ce niveau chez nos voisins).

En parallèle, cela peut même entraîner une conséquence contre-productive au sens où leur non prise en compte ne pousse pas à leur installation, leur entretien mais aussi au développement de solutions efficaces et à l'existence d'une concurrence fructueuse et innovante : là aussi, l'écosystème actuel français est

plutôt en régression. Par ailleurs et dans les cas où des communes se sont quand même structurées pour disposer de dispositifs fiables (via identification, documentation, évaluation, maintenance) ou "bénéficient" de versants domaniaux suivis par le RTM, il n'en reste pas moins que la réponse ne peut pas être simplement administrative quant à la présence de tel ou tel rapport ou document dans le dossier de suivi.

→ *Au-delà des principes logiques de suivi d'ouvrages, leur prise en compte pour leur influence sur la carte d'aléas doit aussi se baser sur des méthodologies agréées et partagées, en particulier parce que cette influence n'est que rarement "parfaite" et complète. Il doit forcément y avoir des scénarios d'efficacité partielle liée soit aux surfaces insuffisamment couvertes soit à des hauteurs d'ouvrages éventuellement limitées voire au risque résiduel de coulée de neige froide au travers. A l'exemple des COTECH organisés il y a quelques années, ce sujet pourrait positivement faire l'objet de réflexions collectives et de productions documentaires qui permettrait de sortir d'un cadre doctrinal actuellement trop peu pragmatique et finalement très léger. Enfin jusqu'où aller dans la prise en compte des protections : développements ?*

Sur ce sujet des protections actives, on peut aussi noter le cas (unique) suisse concernant le possible déclenchement artificiel au-dessus des habitations [κ]. S'il n'est sûrement pas applicable de la même façon en France, il faut quand même rappeler qu'il apporte déjà sa contribution indirecte à la sécurité de plusieurs sites en France (cas emblématique du Couloir du Brévent à Chamonix mais d'autres à Saint Sorlin d'Arves, Val d'Isère...). De même, la question de l'installation de nouvelles protections pour sécuriser des développements reste sous-jacente.

Enfin, on peut noter le principe suisse selon lequel Le canton peut contraindre les communes à mettre en place les mesures de protection nécessaires (cf. Loi d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire(LcAT) [SUI36], 701.1, Art. 40).

F. DONNEES D’ENTREE (NIVO-METEOROLOGIQUES) ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Si cette association peut paraître surprenante au premier abord, elle rejoint d’une part le sujet plus général du cadrage des démarches d’expertises (avec de meilleures données d’entrées) mais d’autre part aussi la question de son intégration dans un contexte climatique qui impacte l’objet même d’étude, à savoir les avalanches.

D’un point de vue pratique, il est dommage de constater un certain décalage de la France où la récupération de données nivo-météorologiques a pu être particulièrement fastidieuse pendant des années, notamment en comparaison des pratiques suisse, autrichienne et italienne [φ].

Les prédéterminations fournies par le Cemagref et Météo-France vers 2006 (cf. www.avalanches.fr) avaient pu partiellement résoudre ce point en fournissant des données propres et officielles ... sauf qu’elles “fêteront” leur vingtième anniversaire sans mise à jour.

Depuis, la mise à disposition des données brutes mesurées depuis 1996 par les stations de ski pour le compte de Météo France (cf. <https://donneespubliques.meteofrance.fr/>) a amené une nouvelle contribution... mais il s’agit de chroniques limitées, pas toujours propres (lacunes de certaines mesures quotidiennes, erreurs de retranscription...), qu’il faut aller récupérer mensuellement et dont le traitement est laissé au libre choix de ses utilisateurs dans un domaine des statistiques qui ne manque pas non plus de controverses et alors que la France dispose de spécialistes dans ce domaine via INRAe.

Bien sûr, la combinaison de ces deux sources permet de couvrir une longue période (souvent depuis le milieu du XXème siècle pour la première) et d’obtenir une vision intéressante des conditions météorologiques et des évolutions

climatiques déjà à l’œuvre. Mais l’absence de cadrage peut amener des confusions (jusqu’à confondre les millimètres d’équivalent en eau avec des centimètres de neige) notamment pour les opérateurs les moins avertis.

En parallèle et alors que les évolutions climatiques sont indéniables avec déjà des conséquences tangibles aujourd’hui, la doctrine PPR reste coincée pour l’ARC sur le plus grand phénomène documenté connu depuis le milieu du XIXème siècle et la fin du Petit Age glaciaire. Si on a été capable d’identifier cette charnière particulière, peut-être faut-il commencer à se poser la question de l’ère nouvelle qui a commencé et qui pose d’autres questions : évolution des régimes de précipitations (y compris retours d’est) et de la limite pluie neige, prééminence des avalanches de neige lourde... Lors de l’élaboration de certains PPR, il est même déjà parfois évoqué le fait de fixer un seuil d’altitude en deçà duquel les zones de départ ne seraient plus considérées.

➔ *Dans ce contexte très changeant et sans non plus revoir les paramètres toujours à la baisse (le cas des retours d’est est un exemple des situations potentiellement plus préjudiciables dans certains secteurs), il semble important de reposer TOUS les scénarios nivo-météorologiques à considérer pour la carte d’aléas : si cela a été partiellement fait au travers de [FRA3], un travail équivalent pour l’ARC est nécessaire, en l’accompagnant alors de données d’entrées “officielles” et à jour (ou avec la méthodologie cadrée associée). A ce titre, le concept de “plus grand phénomène connu” reste intéressant mais ne doit pas être systématiquement rattaché à l’ARC (d’autant qu’il peut devenir caduque dès qu’un simple changement de terrain a été opéré) : il doit parfois raisonnablement alimenter l’ARE.*

G. FORMALISATION DES APPORTS DE LA MODELISATION DANS L’ELABORATION DES CARTES D’ALEAS

Si les pratiques françaises ne sont heureusement pas complètement étanches à l’utilisation de la modélisation (cas de la mise à jour du PPRN de Chamonix par le groupement BBCM en 2015) pour l’élaboration des cartes d’aléas et si cette utilisation se développe progressivement, il faut bien déplorer un certain retard par rapport à nos voisins notamment en termes de cadrage des pratiques [χ].

Paradoxalement, l’usage de la modélisation est même plus décrit pour ce qui concerne les ARE [FRA3] que pour les ARC [FRA2] alors qu’il y a forcément une progressivité et une cohérence à vérifier. Mais sinon, aucun guide précis et méthodologique n’existe. Pire, alors que le Cemagref était précurseur (modèles de Mohamed Naaim), il faut bien admettre que le logiciel suisse RAMMS est désormais la (seule) référence opérationnelle.

A l’heure de l’IA, ces aspects numériques deviennent incontournables mais comme le montre également des dérives possibles, ils doivent être cadrés pour être bien utilisés. En effet, cette évolution technologique a aussi des revers avec une possible perte d’expertise nivologique remplacée par une “mécanisation” des usages: des spécialistes peuvent se faire remplacer par des “opérateurs” utilisant des modèles qu’ils ne comprennent pas, en suivant à la lettre des modes d’emploi et des procédures parfois discutables. Cette perte de “métier” pourrait occasionnellement conduire à des erreurs importantes.

Mais d’une part, cette problématique est la même dans de nombreux domaines y compris industriels (CAO, Calculs de structures...). D’autre part, ce n’est pas en

restant inactifs qu’on risque d’améliorer une évolution qui paraît de toute façon inéluctable : en effet, au-delà de l’“opérateur” précité qui ne ferait qu’exécuter dans un cadre, il pourrait (il y a ?) avoir aussi des exécutants qui n’ont même pas de guide d’emploi et qui pourtant sortent des résultats. Il faut donc forcément accompagner cette évolution même pour le spécialiste qui doit parfois répondre à un certain nombre de choix d’hypothèses qui ne seraient que meilleurs s’ils étaient aussi partagés collectivement.

- *Aujourd’hui, la disponibilité de la couverture du LidarHD sur tous les massifs français est une opportunité supplémentaire pour élaborer des guides techniques encadrant la “bonne façon” de faire des modélisations (y compris de combiner les scénarios voire les modèles dont certains projets open-source se développent) mais surtout et plus largement de les intégrer dans la démarche d’élaboration d’une carte d’aléas avec les analyses de terrain et l’historique. Différentes approches sont possibles dont certaines qui indirectement privilégient l’expertise et l’interprétation finale tout en permettant de détecter des anomalies et apporter un certain contrôle de cohérence. Ces guides pourraient aussi permettre aux Maîtres d’Ouvrage d’exhiber des cahiers des charges d’appel d’offre de réalisation de PPRN plus cohérents pour tirer tout l’écosystème vers le haut.*

H. DEFINITION DES LIMITES DU ZONAGE :

Comme le montre la fiche n°5, les seuils de pression et les périodes de retour considérées peuvent assez largement différer d'un pays à l'autre (voire canton, état, région). Cependant, les règles d'urbanisme étant plus ou moins directement rattachées à chaque type de zone de danger chez nos voisins, il faut encore les relativiser de la portée de ces règles (par exemple limitation des développements dans les zones d'aléa moyen italiennes)

- Une analyse comparative de l'influence des couples (pression, période de retour) serait intéressante à mener. Elle pourrait se baser sur les cartes d'intensité suisses [μ] qui de fait retranscrivent la gradation des phénomènes pour la "comparer" avec nos cartes d'ARC et d'ARE, ces dernières englobant souvent de très larges zones pas toujours très compréhensibles pour les citoyens (a fortiori que la zone déborde plusieurs rangs successifs d'urbanisation) qui en perdent la signification physique.
- Du point de vue constructif, la pression a aussi une application directe pour le dimensionnement des structures de projet. Elle manque en France de sa qualification au sens des Eurocodes ("variable", "accidentelle"...) qui est "juste" une hypothèse à figer. Une plateforme comme <https://www.protection-dangers-naturels.ch/architecte/dangers-naturels/avalanches.html> est également particulièrement remarquable

pour faire le lien entre les phénomènes, leur zonage et les projets qui y sont soumis sans laisser trop de place à l'interprétation de chaque porteur de projet, maître d'œuvre, bureaux d'études structure...

- Cette discussion est aussi l'occasion de souligner l'importance encore plus cruciale de la justification de la limite de la zone rouge : en effet, vu ses conséquences aussi bien dans un sens (inconstructibilité sans recours, contrairement par exemple aux zones bleues a fortiori si une étude spécifique y est possible) que dans l'autre (intensité préjudiciable des phénomènes), il s'agit d'être particulièrement rigoureux d'autant que le classement de bâtiments existants dans ne telle zone a des conséquences y compris "immobilières" à plus ou moins long terme (figer leur configuration plutôt que de pouvoir parfois vraiment améliorer leur sécurité est une vraie question ?). A ce titre, un certain nombre de PPRN, notamment savoyards, parfois récents (moins de 10 ans), restent basés sur la Cartographie Pondérée des Phénomènes Naturels (C2PN) qui fournit des cartes d'ARC basées sur le phénomène le plus typique mais pas forcément centennal normalement imposé par la doctrine. Or, une zone rouge (par exemple) trentennale est forcément moins étendue que ce qu'elle devrait être en centennal. Cela peut poser de vrais problèmes de sécurité mais aussi juridiques et leur mise à jour rapide paraît nécessaire.

I. ECHELLE DES CARTES :

Ce sujet est revenu de manière récurrente au cours de l'élaboration du présent document. Il pose en fait deux questions :

- Celle de la diffusion des cartes avec des canaux désormais quasiment exclusivement digitaux via des plateformes web où il est aisé de zoomer-dézoomer à sa guise sans que l'échelle n'intervienne vraiment. De même, la centralisation sur des outils SIG permet de traiter chaque information par couche et doit permettre de livrer des cartes dédiées.
- Au-delà du rendu visuel, cette apparente précision du trait occulte en fait la question de sa résolution exacte, c'est-à-dire la précision avec laquelle le cartographe a pu le placer.

- En comparaison de plateformes comme <https://www.naturgefahren.at/>, la mise à disposition des contenus de PPRN via les pages web des préfectures est sûrement perfectible et mériterait quelques progrès
- La définition exacte des limites de zones est une question importante à l'heure où la valeur du mètre carré de terrain constructible peut atteindre des sommets dans certaines communes. Des solutions existent (zone tampon) mais à tout le moins une explication minimale pourrait clarifier le sujet
- A l'échelle d'un pays comme la France, faire travailler des cartographes professionnels pour (re)définir une charte graphique unifiée et optimisée mais aussi pragmatique et accessible pour tous les bureaux d'études pourrait permettre de passer un cap dans ce domaine

J. FORET A FONCTION DE PROTECTION

La prise en compte des forêts à fonction de protection est plutôt bien partagée entre les différents pays [i, σ]. Pour autant, l'évaluation sylvicole d'un couvert forestier est une vraie spécialité, en général peu ou mal connue par les bureaux d'études en charge de l'élaboration d'un PPRN.

- Comme sur d'autres sujets précités, développer progressivement un cadre (avec guides, formation...) plus précis pourrait permettre de meilleurs rendus et une politique de gestion mieux justifiée.
- En ces temps d'évolution climatique, il convient également de s'assurer que ce concept de forêt à fonction de protection peut encore être suffisamment fiable et si oui, selon quels critères.

K. INVENTAIRES HISTORIQUES... ET PLATEFORMES FUTURES

Sur ce sujet, la France n'a surtout pas à rougir de ses piliers que sont la CLPA et l'EPA, toujours très utiles pour élaborer les cartes d'aléas d'un PPRN. Mais alors que par certains côtés, l'Hexagone montre un dynamisme éventuellement moindre sur les avalanches que ses voisins, il s'agit surtout de souligner l'intérêt de faire perdurer ces bases de données voire de les développer, notamment concernant leur taux de couverture dans certains massifs peu ou pas couverts (comparé à [γ]).

→ Parmi les bonnes pratiques, on peut notamment noter les outils associés à une base comme StorME en Suisse [SUI3] et [SUI3bis] pour faire remonter de manière efficace des informations, base ensuite de mises à jour. Le succès notable d'un site communautaire comme data-avalanche.org montre aussi qu'il est sûrement possible d'ouvrir le cercle des contributeurs et la forme des contributions (photos, géoréférencement d'événements...) au bénéfice de tous les acteurs du domaine.

→ Le point précédent permet aussi d'aborder le cas de l'ANENA, aujourd'hui clairement tournée vers d'autres missions par rapport à celles de sa création. Si son utilité dans ces nouveaux domaines n'est pas démentie, ce nouveau positionnement l'a aussi coupé d'un possible rôle de plateforme centrale où toutes les parties prenantes peuvent se croiser et coopérer. Certaines "barrières" traditionnelles en France (par exemple entre Etat et élus locaux, privé et public, amateurs et professionnels, associations et chambres professionnelles) peuvent alors faire le reste au détriment de l'intérêt commun. Concrètement aujourd'hui, il n'y a aucun lieu, aucune instance référente où tous les acteurs de la protection paravalanche peuvent interagir et c'est un manque sérieux, y compris du point de vue de la culture du risque évoquée précédemment

L. EN CONCLUSION, UN SUPPORT PLUS APPLIQUE ET COLLABORATIF DE LA RECHERCHE...

Si la comparaison avec la Suisse et dans une moindre mesure l'Autriche [ψ] peut sembler déséquilibrée tant elles dominent la recherche sur les avalanches depuis des décennies, il ne faut pas oublier le rôle qu'a pu tenir le Cemagref (désormais INRAe) il n'y a pas si longtemps.

Bien sûr, il ne s'agit pas de dire qu'il n'y a plus de recherche sur les avalanches en France et nos chercheurs sont régulièrement auteurs de publications de haut niveau ou acteurs de projets de recherche ambitieux.

Sauf qu'il n'y a pas/plus (assez) de courroie de transmission avec le monde opérationnel : il suffit pour cela d'examiner la très faible littérature technique récente disponible dans notre pays justement en comparaison des pays précités [η]. Or la technique et la recherche ne peuvent que se nourrir bénéfiquement mutuellement et nombre d'auteurs suisses et autrichiens ont régulièrement un pied "de chaque côté" s'appuyant aussi sur des purs techniciens et des purs chercheurs. C'est cet écosystème qui est important et qui finalement permettra d'apporter des réponses et/ou des innovations pertinentes à la plupart des sujets listés précédemment.

IV. GLOSSAIRE

- **AFPCNT** (fr): Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles et Technologiques
- **AINEVA** (it): Associazione Interregionale di coordinamento e documentazione per i problemi inerenti alla neve e alle valanghe / Interregional Association for coordination and documentation of snow and avalanche problems
- **AIRAP** (fr) : Association pour l'Information sur les Risques d'Avalanches urbaines et leur Prévention
- **AMO** (fr): Assistant à Maître d'Ouvrage
- **ANENA** (fr): Association Française d'Etude de la Neige et des Avalanches
- **ARC** (fr): Aléa de Référence Centenal
- **ARE** (fr): Aléa de Référence Exceptionnel
- **ARPA** (it): Agences Régionales pour la Protection de l'Environnement
- **BERA** (fr): Bulletin d'Estimation du Risque d'Avalanche
- **BWZ** (aut): Bundeswarnzentrale / Centre fédéral d'alerte
- **CELVA** (it): Consorzio degli Enti Locali della Valle d'Aosta / Consortium des Autorités Locales du Val d'Aoste
- **CLPA** (fr): Carte de Localisation des Phénomènes Avalancheux
- **CLPV** (it): Carta di Localizzazione dei Pericoli potenziali di caduta di Valanga / Carte de Localisation des dangers Potentiels d'Avalanche
- **CLV** (it): de Commissioni Locali Valanghe / comission locale avalanche
- **DDPS** (sui) : Département fédéral de la Défense, de la Protection de la Population et des Sports
- **DDRM** (fr): Dossier Départemental sur les Risques Majeurs
- **DDT** (fr): Direction Départementale des Territoires
- **DGPR** (fr): Direction Générale de la Prévention des Risques
- **DICRIM** (fr): Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs
- **EMCC** (sui): Etat Major de Conduite Communal
- **EMCR** (sui): Etat Major de Conduite Régional
- **EPA** (fr): Enquête Permanente sur les Avalanches
- **Gefahrenzonenplan** (aut): plan des zones de dangers
- **INRAe** (fr): Institut National de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (ex CTGREF, CEMAGREF, IRSTEA)
- **LDNACE** (sui – Canton du Valais) : Loi cantonale sur les dangers naturels et l'aménagement des cours d'eau du 10/06/2022 [SUI37]
- **LWD** (aut): Lawinenwarndienst / centgre d'alerte régional pour les avalanches
- **LWZ** (aut): Landeswarnzentrale / Centre d'alerte régional / du Länder
- **METEOMONT** (it): organizzazione del Comando Truppe Alpine sorta nel 1972 allo scopo di fornire ai reparti alpini il supporto informativo meteorologico necessario a creare una cornice di sicurezza alle attività addestrative ed operative in montagna / organisation du Commandement des Troupes Alpines créé en 1972 afin de fournir aux départements alpins le support d'informations météorologiques nécessaire pour créer un cadre de sécurité pour la formation et les activités opérationnelles en montagne
- **OCVS** (sui) : Organisation cantonale valaisanne des secours
- **ODNACE** (sui - Canton du Valais) : Ordonnance sur les dangers naturels et l'aménagement des cours d'eau du 17/07/2024 [SUI38]
- **OFEV** (sui) : Office fédéral de l'environnement (BAFU en allemand)
- **OFPP** (sui): Office Fédéral de Protection de la Population
- **ÖGSL** (aut): Österreichische Gesellschaft für Schnee und Lawinen / Association Autrichienne pour la NEige et les Avalanches
- **ONF** (fr): Office National des Forêts
- **ÖREK** (aut): Österreichische Raumentwicklungskonzept / Concept Autrichien de Développement Territorial
- **ÖROK** (aut): Die Österreichische Raumordnungskonferenz / Conférence Autrichienne sur la planification territoriale
- **ORSEC** (fr): Organisation de la Réponse de Sécurité Civile
- **ÖZSV** (aut): Zivilschutz-Bundesverband / Association Fédérale de Protection Civile

- **PAI** (sui): Plan d'Alerte et d'Intervention
- **PAV** (it): Plan d'Activité Avalanche
- **PAZ** (sui): Plan (communal) d'Affectation des Zones.
- **PCS** (fr): Plan Communal de Sauvegarde
- **PICS** (fr): Plans Inter Communaux de Sauvegarde
- **PIDA** (fr): Plan d'Intervention de Déclenchement des Avalanches
- **PIV** (it): Perizie di Interferenza Valanghiva / étude du risque d'interaction avec une avalanche
- **PPRN** (fr) : Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles
- **PPRT** (fr): Plan de Prévention des Risques Technologiques
- **PZEV** (it): Piani Delle Zone Esposte A Valanga / Plan des zones exposées aux avalanches
- **RTM** (r): service de Restauration des Terrains de Montagne dépendant de l'ONF
- **SDANA** (sui): Service des Dangers Naturels du Canton du Valais
- **SKKM** (aut): Staatliches Krisen-und Katastrophenmanagement / Centre fédéral de gestion de la crise et des catastrophes
- **SLF** (sui): centre de Davos initialement dénommé Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung jusqu'en 2008 appartenant au WSL et désormais intitulé WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF ou WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF en français
- **UDN** (sui) : Unité des Dangers Naturels – Canton de Vaud
- **WLK** (aut): Wildback- und LawinenKataster: Registre des torrents et des avalanches"
- **WLV** (aut): Die Wildbach- und Lawinenverbauung - Service des Torrents et Avalanches autrichiens
- **WSL** (sui): Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft ou Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage en Français. Fait partie du domaine des ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) / EPF (Ecoles Polytechniques Fédérales)

V. BIBLIOGRAPHIE

M. EUROPE

- [EU1] Schindelegger A., Kanonier A. (2019): Natural Hazard Risk Governance: Status Quo in the EUSALP Region. EUSALP Action Group 7
- [EU2] Lydia Pedoth, Agnieszka Elzbieta Stawinoga, Gernot Koboltschnig, Willigis Gallmetzer, Pierpaolo Macconi, Sönke Hartmann, Stefan Schneiderbauer, Doris Damyanovic, Knowledge and perception of natural hazards: results from population surveys to innovate risk communication, 14th Congress INTERPRAEVENT 2021 Norway
- [EU3] Gisela Wachinger, Ortwin Renn, Chloe Begg, and Christian Kuhlicke, The Risk Perception Paradox—Implications for Governance and Communication of Natural Hazards, Risk Analysis, 2012
- [EU4] Höppner, C, Bründl, M and Buchecker, M. (2010) Risk Communication and Natural Hazards. CapHaz-Net WP5 Report, Swiss Federal Research Institute WSL. (available at: http://caphaznet.org/outcomes-results/CapHaz-Net_WP5_Risk-Communication.pdf)

N. FRANCE

- [FRA1] Cemagref, Outils de classification des sites à risques d’avalanche MANUEL pour le renseignement, v5.3 2010
- [FRA2] Ministère de l’Ecologie, du Développement durable et de l’Energie, Guide méthodologique, Plan de Prévention des risques naturels, Avalanches, 2015, correctif 2022
- [FRA3] Direction Générale de la Prévention des Risques, Note méthodologique, Qualification et cartographie des avalanches de référence exceptionnelles dans les plans de prévention des risques naturels (PPRN) mise à jour juillet 2023
- [FRA4] CSTB, Dispositions en termes de conception structurale des locaux de confinement prescrits dans les plans de prévention des risques PPR d’avalanches, Rapport final, 2023
- [FRA5] Ministère de l’Ecologie et du Développement durable, Construire en montagne - La prise en compte du risque d’avalanche, 2004
- [FRA6] ANENA, Guide pratique à l’intention des élus et des services communaux pour la gestion d’une crise Avalanche, hors activités sportives, 2013
- [FRA7] Engineerisk, Zonage de l’aléa avalanche – Flaine-Forêt, Conditions de prise en compte des bâtiments existants. 2015
- [FRA8] E Le Roux, G. Evin, N. Eckert, J. Blanchet, S. Morin, Accounting for Non-stationarity in Extreme Snow Loads: a Comparison with Building Standards in the French Alps, Natural Hazards and Earth system Sciences, <https://doi.org/10.5194/nhess-2020-81>, 2020
- [FRA9] X. Gauquelin, B. Courbaud (coord), Guide des Sylvicultures de Montagne Alpes du Nord françaises, Cemagref-Forêt Privée Française-ONF, 2006
- [FRA10] J. Ladier, F. Rey, P. Dreyfus, Guide des Sylvicultures de Montagne Alpes du Sud françaises, ISBN 978-2-84207-352-7, ONF, Irstea – 2012

O.SUISSE

- [SUI1] Cahier des charges pour l'élaboration d'une carte de danger d'avalanche, canton du Valais (en cours de révision), 2025.
- [SUI2] Cartographie intégrale des dangers naturels - Cahier des charges générique, Commission cantonale des dangers naturels, Département de la sécurité et de l'environnement du canton de Vaud, 2009.
- [SUI3] OFEV, Manuel d'utilisation StorMe 3.0, Instructions pour le fonctionnement de l'application, 2021
- [SUI3bis] OFEV, Manuel de saisie StorMe 3.0, manuel de relevé des événements naturels, version 1.0.0, 2020
- [SUI4] Y. Bühler, E. D. Hafner, B. Zweifel, M. Zesiger, H. Heisig, Where are the avalanches? Rapid mapping of a large snow avalanche period with optical satellites, The Cryosphere, 13, 3225–3238, 2019
- [SUI5] Y Bühler, P Bebi, M Christen, S Margreth, L Stoffel, A Stoffel, C Marty, G Schmucki, A Caviezel, R Kühne, S Wohlwend, and P Bartelt, Automated avalanche hazard indication mapping on a statewide scale, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 22, 1825–1843, 2022
- [SUI6] Etat de Vaud, Guide pratique des cartes indicatives des dangers naturels, 2009
- [SUI7] Berechnung von Fließlawinen. Eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen / Calcul des avalanches d'écoulement. Instructions pour les praticiens avec des exemples, Mitteilung Nr. 47, SLF, 1990.
- [SUI8] Margreth S. (2016) Ausscheiden von Schneegleiten und Schneedruck in Gefahrenkarten / Délimitation des glissements de neige et de la pression de la neige sur les cartes de dangers. WSL Berichte 47. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. 16 S.
- [SUI9] GVG, Vorschriften für bauliche Massnahmen an Bauten in der blauen Lawinenzone / Règlement sur les mesures structurelles dans les bâtiments situés dans la zone bleue d'avalanche, 1993
- [SUI10] Groupe de travail «dangers naturels» du canton de Berne, Attention, dangers naturels ! Responsabilité du canton et des communes en matière de dangers naturels, édition 2013
- [SUI11] FREHNER, M.; WASSER, B.; SCHWITTER, R., 2005: Gestion durable des forêts de protection. Soins sylvicoles et contrôle des résultats: instructions pratiques. (L'environnement pratique). Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage. 564 p.
- [SUI12] Geoformer, Fallstudie PROTECT Bio Lawine – Oberwald VS / Étude de cas PROTECT Bio Avalanche - Oberwald VS 2021
- [SUI13] Stoffel L., Margreth S. 2019: Künstliche Lawinenauslösung oberhalb von Siedlungen/ Déclenchement d'avalanches artificielles au-dessus des agglomérations. Ergänzung zum Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020–2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern: 14 S.
- [SUI14] Stoffel L., Margreth S. 2012: Beurteilung von Sekundärlawinen bei künstlicher Lawinenauslösung. Évaluation des avalanches secondaires dans le déclenchement artificiel d'avalanche. Anleitung für die Praxis. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1222: 62 S.
- [SUI15] Stöffel L. 2004: Déclenchement artificiel d'avalanches: questions juridiques et d'assurances – Guide pratique. L'environnement pratique. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP), Berne. 29 p.
- [SUI16] M.A. Baillifard, M. Kern, S. Margreth, Anleitung zur Dimensionierung von Lawinenauangdämmen / Guide pour le dimensionnement des ouvrages paravalanches (type tourne) 2008
- [SUI17] OFROU, Actions d'avalanches sur les galeries de protection, Directive Édition 2007 V2.00
- [SUI18] Margreth, S., 2007: Construction d'ouvrages paravalanches dans la zone de décrochement. Aide à l'exécution: directive technique. L'environnement pratique no 0704. Office fédéral de l'environnement Berne, WSL Institut Fédéral pour l'Étude de la Neige et des Avalanches ENA, Davos. 137 p.

- [SUI19] F. Leuenberger, Manuel/conseils pour la construction d'ouvrages temporaires paravalanches et de protection contre le glissement de la neige, IFENA 1991
- [SUI20] Leuenberger, F., 2003: Bauanleitung Gleitschneeschutz und temporärer Stützverbau / Instructions pour la construction d'une protection contre la neige glissante et d'un soutènement temporaire. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung. 97 S. + Anhang.
- [SUI21] Margreth S., Blum M. 2011: Gestion des ouvrages paravalanches en murs de pierres et terrasses en maçonnerie. Guide pratique. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n° 1109: 80 p
- [SUI22] Office des forêts et des dangers naturels du canton des Grisons en collaboration avec la Division Dangers naturels de l'Office des forêts du canton de Berne et Service des forêts, des cours d'eau et du paysage du canton du Valais, Manuel Contrôle des ouvrages de protection, version 4.0 2018
- [SUI23] Vade-mecum – Cartographie des dangers naturels, UDN, Vaud, 2014.
- [SUI24] Directives pour la prise en considération du danger d'avalanche lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire, Bundesamt für Forstwesen, SLF, EDMZ, Bern, 1984 (en cours de révision ; nouvelle version prévue pour mi 2025)
- [SUI26] Directive relative à l'établissement des zones de danger et aux autorisations de construire s'y rapportant, Département des Transports de l'Équipement et de l'Environnement DTEE, 2010 (en cours de révision ; nouvelle version prévue pour début 2025)
- [SUI27] B. Zweifel, F. Techel, C. Marty, T. Stucki, Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen, Hydrologisches Jahr 2023/24 / Neige et avalanches dans les Alpes suisses Année hydrologique 2023/24, Heft 160, 2024 WSL Berichte doi.org/10.55419/wsl:38528
- [SUI28] G. Ortner, A. Michel, M.B.A Spieler, M. Christen, Y. Bühler, M. Bründl, D.N. Bresch, A novel approach for bridging the gap between climate change scenarios and avalanche hazard indication mapping, Cold Regions Science and Technology 230 (2025) 104355
- [SUI29] Gestion des changements climatiques dans le domaine des dangers naturels gravitaires en Suisse, version du 27 novembre 2023, révisée sur la base de la consultation auprès des cantons, Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC, Office fédéral de l'environnement OFEV, Division Prévention des dangers"
- [SUI30] Margreth S, Burkard A, Buri H, Beurteilung der Wirkung von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren als Grundlage für ihre Berücksichtigung in der Raumplanung/ Évaluation de l'efficacité des mesures de protection contre les risques naturels comme base de leur prise en compte dans l'aménagement du territoire v1.02d, 2008 (en révision).
- [SUI31] Recommandation. Aménagement du territoire et dangers naturels, OFEV, VU-7516-F, 2005.
- [SUI32] Office des affaires communales et de l'organisation du territoire (OACOT), Prise en compte des dangers naturels dans l'aménagement local, Guide pour l'aménagement local Version 2009
- [SUI33] OFEV, Gestion des dangers naturels en Suisse, Rapport sur l'état de mise en œuvre de la gestion intégrée des risques liés aux dangers naturels (2020)
- [SUI34] Loi fédérale sur les forêts (Loi sur les forêts, LFo) du 4 octobre 1991
- [SUI35] DGE, Canton de Vaud, Directive cantonale relative aux Ouvrages de protection et autres mesures techniques selon la LFo, Date de création : 28 novembre 2011, Date de révision : 31 mars 2020, Mise à jour : 7 juillet 2022
- [SUI36] Loi d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LcAT) du 23.01.1987
- [SUI37] Loi sur les dangers naturels et l'aménagement des cours d'eau (LDNACE) du 10.06.2022
- [SUI38] Ordonnance sur les dangers naturels et l'aménagement des cours d'eau (ODNACE) du 17.07.2024
- [SUI39] Loi fédérale sur la protection de la population et sur la protection civile (LPPCi) du 20 décembre 2019
- [SUI40] Ordonnance sur la protection de la population (OProP) du 11 novembre 2020
- [SUI41] Loi sur la protection de la population et la gestion des situations particulières et extraordinaires (LPPEX) du 15.02.2013

- [SUI42] Ordonnance sur la protection de la population et la gestion des situations particulières et extraordinaires (OPPEX) du 18.12.2013
- [SUI43] Canton du Valais, recommandations aux propriétaires privés de bâtiments ou d’infrastructures hors zone à bâtir, 2007
- [SUI44] EMCR de l’ADRET, Généralités, 2023
- [SUI44bis] EMCR de L’ADRET, consignes de comportement en cas d’urgence

P. AUTRICHE





- [AUT1] Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus, Richtlinie für den wildbach- und lawinenkataster / guide pour le registre-cadastre des torrents et des avalanches(WLK-RL) BMLFUW-LE.3.3.3/0034-III/5/2017 FASSUNG: MAI 2018
- [AUT2] F. Rudolf-Miklau, S. Sauermoser, A.I. Mears (eds), The technical Avalanche protection handbook, 2015 Wilhelm Ernst & Sohn
- [AUT3] Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz / Revue de la protection contre les torrents, les avalanches, l'érosion et les chutes de pierres, planification des zones de danger, ISBN : 978-3-9504159-8-8 83e année, décembre 2019, cahier n° 184
- [AUT4] Bericht des Rechnungshofes/Cour des comptes, Wildbach- und Lawinenverbauung in Oberösterreich und der Steiermark / Contrôle des torrents et des avalanches en Haute-Autriche et en Styrie, Série OBERÖSTERREICH/STEIERMARK 2023/1
- [AUT5] Bundesministerium Landwirtschaft, Regionen und tourismus, Wald Schützt uns, Aktionsprogramm Schutzwald: Neue Herausforderungen – starke Antworten / la forêt nous protège, Programme d’action pour les forêts de protection : nouveaux défis – réponses solides, 2019-2024
- [AUT6] Wildbach- und Lawinenverbauung Forsttechnischer Dienst, Praxisleitfaden für Lawinensimulationen in des WLW / Guide pratique des simulations d'avalanches au WLW (v1.3), 2022
- [AUT7] R. Sailer, Risk Assessment and Crisis management for a winter tourist resort (St. Anton a/A, Tyrol, Austria) - a case study, Proceedings of 21st annual ESRI International User Conference, San Diego, USA, 1999
- [AUT8] Gesamte Rechtsvorschrift für ForstG-Gefahrenzonenplanverordnung, Fassung vom 28.11.2024 / Ordonnance sur les plans de zones à risque, version du 28.11.2024
- [AUT9] Landesrecht Tirol www.ris.bka.gv.at Seite 1 von 4 Gesamte Rechtsvorschrift für Lawinenkommissionen, Gemeinden, Gesetz, Fassung vom 24.11.2024 / Droit régional du Tyrol www.ris.bka.gv.at Page 1 de 4 Législation complète pour les commissions d'avalanche, communes, loi, version du 24.11.2024
- [AUT10] M. Granig, C. Tollinger, F. Oesterle, A. Vogl, M. Pittracher, Abgrenzung von Schneegleiten, Schneerutschen und Kleinlawinen in der Gefahrenzonenplanung, Arbeitsbehelf / Délimitation des coulées de neige et des petites avalanches dans la planification des zones dangereuses, aide au travail WLW 2019
- [AUT11] Projet Interreg RIKOST Risikokommunikationsstrategien ABSCHLUSSBERICHT / Stratégies de communication sur les risques RAPPORT FINAL 2021





Q.ITALIE

- **[ITA1]** M. Barbolini, L. Natale, G. Tecilla, M. Cordola, Linee guida metodologiche per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo di valanghe / Lignes directrices méthodologiques pour le périmètre des zones exposées au danger d'avalanches AINEVA - Université de Pavie. Département d'ingénierie hydraulique et environnementale., 2007
- **[ITA2]** G. Tecilla, “Documento e”: criteri per l’utilizzo delle fonti di documentazione cartografica sulle valanghe e indirizzi metodologici per la realizzazione di perimetrazioni a carattere speditivo finalizzate ad effettuare una prima individuazione dei siti esposti a valanga / « Document e » : critères d'utilisation des sources de documentation cartographique sur les avalanches et lignes directrices méthodologiques pour la création de périmètres expéditifs visant à réaliser une première identification des sites exposés aux avalanches. Convenzione tra la presidenza del consiglio dei ministri – dipartimento per la protezione civile e l’associazione interregionale di coordinamento per i problemi inerenti alla neve e alle valanghe. (AINEVA), 2007
- **[ITA3]** D. Bocchiola, M. Medagliani, R. Rosso, Regional snow depth frequency curves for avalanche hazard mapping in central Italian Alps, Cold Regions Science and Technology 46 (2006) 204–221
- **[ITA4]** Dolce M., Miozzo A., Di Bucci D., Alessandrini L., Bastia S., Bertuccioli P., Bilotta D., Ciolli S., De Siervo G., Fabi D., Madeo L., Panunzi E., Silvestri V. (2020). Civil Protection in Italy. Civil Protection Department - Presidency of the Council of Ministers. First edition September 2022, 229 pages.
- **[ITA5]** Decreto legislativo 2 gennaio 2018, n. 1 (Raccolta 2018) Codice della protezione civile. Finalita', attivita' e composizione del Servizio nazionale della protezione civile / Décret législatif 2 janvier 2018, n. 1 (Collection 2018) Code de la Protection Civile. Objet, activités et composition du Service National de Protection Civile
- **[ITA6]** Direttiva del presidente del consiglio dei ministri 12 agosto 2019. Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale e per la pianificazione di protezione civile territoriale nell’ambito del rischio valanghe. - Directive du Conseil des Ministres du 12 août 2019. Orientations opérationnelles pour la gestion organisationnelle et fonctionnelle du système d'alerte national et régional et pour la planification territoriale de la protection civile dans le contexte du risque d'avalanche. (19A06095) + annexes
- **[ITA7]** G. Tecilla, “Documento d”: indirizzi metodologici per le strutture di protezione civile deputate alla previsione, al monitoraggio e alla sorveglianza in campo valanghivo nell’ambito del sistema nazionale dei centri funzionali, / Document d » : orientations méthodologiques pour les structures de protection civile chargées de la prévision, du suivi et de la surveillance en matière d'avalanches au sein du système national des centres fonctionnels, 2007
- **[ITA8]** Winkler M, A Gasperi, Schwarz J, Hesselbach C, St. Clair A, Griesser S, S. Benigni, M Gaddo, M. Munari, M Genswein, C Mitterer, J-T Fischer, M Adams, H Riedl, Project CAIROS: harmonizing avalanche commissions’ workflow, training and tools, Proceedings: International Snow Science Workshop 2024, Tromsø, Norway
- **[ITA9]** B. Chiaia, B. Frigo, Linee Guida per la Valutazione e la mitigazione des rischio valangue di Neve Sulle Infrastrutture e costruzioni / Lignes directrices pour l'évaluation et l'atténuation du risque d'avalanche de neige sur les infrastructures et les bâtiments, novembre 2024





VI. ANNEXES : FICHES THEMATIQUES

- Fiche n°1 : Cadre légal – Protection des biens
- Fiche n°2 : Cadre légal – Protection des personnes
- Fiche n°3 : Inventaires / cadastres d’avalanches
- Fiche n°4 : Protections vs zones urbaines
- Fiche n°5 : Carte d’aléas
- Fiche n°6 : Carte règlementaire
- Fiche n°7 : Principes techniques du zonage
- Fiche n°8 : Evaluation quantitative & modélisation
- Fiche n°9 : Information préventive
- Fiche n°10 : Surveillance, alerte & gestion de crise
- Fiche n°11 : Concertation et culture du risque

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Cadre légal principal	En 1995, la loi no 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement, dite loi "Barnier" remplace les PSS (Plans de Surfaces Submersibles - 1935), les PER (Plan d'Exposition aux Risques - 1982), ainsi que les périmètres R111-3 (périmètres établis pour la prévention d'un risque en application d'un ancien article R111-3 du code de l'urbanisme) par les Plans de Prévention des Risques Naturels prévisibles (PPRN). Les PSS valent PER qui valent PPR (article 40-7).	Loi fédérale sur les forêts du 4/10/1991 complétée par des lois cantonales. Exemple du Valais avec les Lois cantonales: - sur les dangers naturels et l'aménagement des cours d'eau (LDNACE) du 10/06/2022 (avec ordonnance ODNACE du 17/07/2024) - sur la protection de la population et la gestion des situations particulières et extraordinaires (LPPEX) du 01/09/2019 [SUI41] (avec ordonnance OPPEX du 01/01/2023 [SUI42])	La création et la tenue d'un registre des torrents et des avalanches sont prévues à l'article 102, paragraphe 5, lettre d, de la loi forestière de 1975 (ForstG 1975). La loi du 30 juin 1884 régissait l'activité de l'aménagement des torrents et des avalanches ; cette loi a cessé d'être en vigueur fin 2021 (amendement à la loi de 1975).	La gestion des risques hydrogéologiques en Italie est régie par une loi datant de 1989. Cette loi a introduit ce que l'on appelle le plan de bassin, un instrument très ambitieux et complet pour la planification et la gestion coordonnées des risques hydrogéologiques et des ressources en eau.
Eléments administratifs complémentaires	A la suite de la catastrophe de l'explosion de l'usine AZF en 2001, loi no 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels, dite loi "Bachelot" instaurant la prescription de PPR. Cette loi consolide le PPRN et renforce la concertation avec les acteurs locaux (qui était possible mais non obligatoire), et fait de l'enquête publique une enquête «Bouchardeau» (selon la Loi no 83-630 du 12 juillet 1983 relative à la démocratisation des enquêtes publiques et à la protection de l'environnement).	- [SUI31] - Directives fédérales pour la prise en considération du danger d'avalanche lors de l'exercice d'activités touchant l'organisation du territoire [SUI24] (en révision → mi 2025) - [SUI30] (PROTECT), PLANAT, 2008 (en révision). Compléments par directives cantonales. - Exemple du Valais : Directive relative à l'établissement des zones de danger et aux autorisations de construire s'y rapportant, [SUI26] (en révision → début 2025) - Exemple de Bern : Stratégie en matière de risques liés aux dangers naturels, 2005 ;	Ordonnance de 1976 concernant les cartes de danger. Jusqu'à l'amendement de la loi fédérale (BGBl. I 164/2017, entrée en vigueur le 8 janvier 2018), le sujet de la protection contre les torrents et les avalanches relevait du ministère fédéral de l'Agriculture et des Forêts, de l'Environnement et de la Gestion de l'eau. Il a ensuite été rattaché au ministère fédéral du Développement durable et du Tourisme, puis, jusqu'à l'amendement BGBl. I 8/2020, au ministère fédéral de l'Agriculture, des Régions et du Tourisme et, depuis l'amendement BGBl. I 98/2022, au ministère fédéral de l'Agriculture et des Forêts, des Régions et de la Gestion de l'eau.	Le système italien s'appuie fortement sur le niveau provincial/régional avec une répartition des responsabilités établie par le décret national n° 112 de 1998: Les régions sont responsables de la planification, de la mise en œuvre et de l'entretien des mesures de protection. Les provinces autonomes (dont la Vallée d'Aoste et le Sud Tyrol) ont une plus forte autodétermination et l'obligation d'établir la base juridique correspondante. Par ex, après l'obtention de l'autonomie du Sud-Tyrol en 1972, la protection contre les avalanches et les torrents a été organisée par une loi de 1975 avec une entité dédiée: Sonderbetrieb für Bodenschutz, Wildbach- und Lawinerverbaung.
Intervenants	Ministère de l'Ecologie via la DGPR pour l'animation centrale. Sinon, DDT de chaque département sous l'autorité du Préfet. Intervention habituelle du RTM (implication par les archives mais aussi pour superviser comme AMO)	^α Communes (Maître d'Ouvrage) + bureaux d'études + Services cantonaux compétents : - Valais : SDANA (Service Dangers Naturels) - Vaud : UDN (Unité Dangers Naturels) - Bern : Office des forêts et des dangers naturels (OFDN)	^α Le WLV est directement en charge de la rédaction des cartes des zones de danger qui servent de base à la planification des mesures de prévention/protection pour améliorer la sécurité des personnes et des biens dans les zones urbanisées existantes (donc hors zones non développées).	Selon les régions, différents "services" comme les ARPA mais aussi à une échelle plus réduite, les communautés de Montagne ou les unions de communes.

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Processus d'élaboration & concertation	Dans le cadre de l'élaboration d'un PPR, concertation avec la mairie de la commune concernée au cours de l'élaboration des cartes (principalement d'enjeux, actuels et futurs). A l'issue, processus habituel d'enquête publique pour les citoyens. Possible contentieux auprès du Tribunal Administratif. Approbation par le Préfet.	Un avant-projet de PAZ (Plan d'Affectation des Zones - cf. fiche carte règl.) est soumis à la population qui peut faire des propositions. Puis le projet définitif est mis à l'enquête publique pendant 30 jours ; toutes les personnes s'estimant lésées ainsi que les associations environnementales peuvent faire opposition. Ces oppositions sont traitées au niveau communal, puis au niveau cantonal en cas de recours.	Le projet de la Carte des Zones de Risques doit être soumis à la commune concernée et y être rendue publique pendant 4 semaines, les personnes concernées pouvant exprimer leur opinion écrite. En parallèle, vérification et prise en compte des commentaires par une commission composée de 4 personnes: deux experts compétents et des représentants du Ministère de l'Agriculture et des Forêts, du WLV, du gouvernement provincial et de la commune qui prend finalement sa décision d'approbation par majorité simple des voix.	Seules les cartographies aux fins d'urbanisme bénéficient d'une procédure formelle de participation du public par le biais du panneau d'affichage public (désormais numérique)
Doctrine / guides méthodologiques avalanches	Recours récurrent à la "Doctrine" mais pas toujours bien justifiée et parfois sujette à interprétation. Pour les avalanches, [FRA2] et [FRA3]	Documents de référence usuels disponible à l'OFEV et SLF: par ex. [SUI31], [SUI7], [Sui18]... complétés par des documents cantonaux comme le Vade-mecum cartographie des dangers naturels dans le canton de Vaud [SUI23]	Centralisé au niveau du WLV qui encadre et applique avec donc une production/interaction méthodologique directe (par exemple [AUT6])	ITA1 certes uniquement indicatif mais plutôt complet avec ses annexes: identification/analyse des protections, modèles de calculs des avalanches, évaluations nivo-météo statistiques. Fourniture également d'un exemple concret
Nouvelles zones aménageables	A priori pas d'extension sous prétexte de nouvelles protections	Si des protections paravalanches (digues, claies, forêt, etc.) sont réalisées, la carte des dangers peut être révisée ainsi que le PAZ. Des zones auparavant menacées peuvent ainsi devenir constructibles (et inversement).	En Autriche, l'argent public n'est disponible que pour protéger l'existant et non pour permettre de nouveaux développements	Les protections structurelles ne visent qu'à améliorer la sécurité de l'existant et non à permettre de nouvelles constructions

Focus particulier: Suite à l'avalanche catastrophique de Galtür (31 morts), les critères de délimitation pour le zonage avalanche ont été rendus plus exigeants (cf. fiche Carte des aléas) par le ministère fédéral autrichien. Où de nombreux pays restent basés sur la pression max de référence de 30 kPa pour la constructibilité, l'Autriche est ainsi passée à 10 kPa. Le but était d'augmenter la sécurité dans les zones alpines. Cette aggravation a conduit à un fort agrandissement des zones d'avalanche rouges (danger fort, zones inconstructibles). Dans un premier temps, la limite rouge a été déplacée systématiquement jusqu'aux deux tiers de la zone de jaune (danger moyen) contigüe : estimation sur la base d'une diminution linéaire de la pression en phase d'arrêt. Ceci a conduit à une importante opposition des propriétaires terriens avançant que les nouveaux règlements étaient exagérés vu l'historique. Pour augmenter l'acceptation publique, des possibilités ont été proposées pour réduire les zones rouges sous certaines conditions comme la mise en place de protections, elles-mêmes adaptées à de nouveaux scénarios nivologiques et objets d'un entretien mieux encadré règlementairement.

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Cadre légal principal	Loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs. La loi du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile a instauré l'obligation pour le maire d'élaborer un plan communal de sauvegarde (PCS) dès lors que sa commune est soumise à un plan de prévention des risques.	– Loi fédérale sur la protection de la population et sur la protection civile (LPPCi) du 20 décembre 2019 [SUI39]. – Ordonnance sur la protection de la population (OProP) du 11/11/2020 [SUI40]. – Ordonnance sur l'État-major fédéral Protection de la population (OEMFP) du 2/3/2018 – Loi fédérale du 4 octobre 1991 sur les forêts (LFo) [SUI34]	La responsabilité principale de la réponse aux catastrophes incombe aux États "régionaux" par exemple via la Loi Tyrolienne sur la Gestion des Catastrophes (2006). En parallèle, une nouvelle base juridique pour la prévention des catastrophes est entrée en vigueur le 1er janvier 2024 avec le Rettungs- und Zivilschutzorganisationen-Unterstützungsgesetz (loi de soutien aux organisations de sauvetage et de protection civile).	Pour les questions de protection civile, la réglementation est unifiée au niveau national, soit en général pour différents types de risques (Decreto Legislativo n.1 del 2 gennaio 2018 : Codice della protezione civile - Code de la protection civile [ITA5]) soit spécifiquement pour les avalanches (Direttiva del Presidente del Consiglio dei MINISTRI 12 août 2019 [ITA6]).
Ministère / Services centraux	Ministère de l'Intérieur via la Direction générale de la Sécurité civile et de la gestion des crises.	– Office fédéral de l'environnement (OFEV, ou BAFU en allemand) – Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS)	SKKM au niveau du Ministère fédéral de l'Intérieur où se trouve également le centre d'alerte BW. L'ÖZSV se compose d'une association nationale ainsi que des entités dans chaque Lânder. La police qui a un rôle central, a subi une restructuration en 2005 lorsque tous les organismes d'application de la loi ont été fédéralisés et qu'une police fédérale a été créée.	Département de la Protection Civile de la Présidence du Conseil des Ministres [ITA4]
Services locaux	Au niveau départemental, Service Interministériel de Défense et de Protection Civile chargé d'assister en permanence le préfet dans la prévention et la gestion des risques et des crises. Il exerce ses missions dans un contexte interministériel en relation avec les services déconcentrés de l'État et les collectivités territoriales.	L'EMC (Etat-Major de Conduite Communal) et l'EMCR (Etat-Major de Conduite Régional [SUI44]) interviennent respectivement au niveau local et au niveau régional en cas de grand danger menaçant la population. Ils organisent et coordonnent les interventions de prévention et de secours lors de catastrophes naturelles étendues.	À partir de 2024, l'ÖZSV a non seulement des tâches juridiques clairement définies pour la première fois, mais aussi un budget fixe Le LWZ constituant un maillon direct de la protection civile intègre le Lawinenwarndienst - LWD, centre de prévision des avalanches qui émet le bulletin et suit la situation nivologique.	Principe de subsidiarité depuis le niveau des communes (pompiers, police) [ITA4] puis des régions et enfin de l'Etat
Transcription au niveau du citoyen	Inscrite dans le code de l'environnement, la réalisation du DICRIM (et le DDRM) est une obligation pour toutes les communes exposées à au moins un risque majeur. Elle s'articule avec les mesures portées par le PCS institué depuis 2004. La Loi "Matras" de fin 2021 instaure désormais les PICS, intercommunaux, à réaliser d'ici 2026. De plus, le dispositif ORSEC permet au préfet de planifier le dispositif opérationnel de secours pour faire face à un événement.	Le PAI (Plan d'Alerte et d'Intervention) fixe les procédures et les moyens pour prévenir les risques, alerter la population et réagir en cas situation dangereuse ou d'accident. Il est établi par les communes. Les PAI peuvent être complétés par des documents cantonaux particuliers. En Valais : [SUI43] qui encourage fortement la responsabilité individuelle.	Les nouvelles missions de l' ÖZSV sont d'accroître la résilience générale aux catastrophes de la population, augmenter les connaissances et les compétences pour l'auto-préparation des populations, promouvoir l'idée d'autoprotection. 20 Millions d'Euros par an pour les organisations de secours.	β Plans de protection civil / d'urgence. Cependant si [ITA6] fournit le cadre, toutes les régions n'ont pas encore défini leurs propres critères: des projets mais aucun encore officiellement approuvé. Cas particulier des cartes d'intervention décrit ci-après

Focus particulier: Selon [EU1], l'agence de protection civile de la province autonome de Bolzano, dans le sud-Tyrol (Italie), a créé un nouvel instrument pour améliorer la préparation aux situations d'urgence en collaboration avec les volontaires : la carte d'intervention. Cet outil aide les pompiers à gérer la première phase d'urgence immédiatement après une coulée de débris ou une avalanche.





Les objectifs des cartes d'intervention sont les suivants :





- optimiser l'affectation du personnel et des ressources ;
- assurer le transfert d'informations pendant la phase d'urgence ;
- favoriser une prise de décision rationnelle et une réaction appropriée à la situation ;
- améliorer la sécurité des forces de déploiement.

La carte d'intervention est un instrument de soutien simple pour la gestion efficace des organisations opérationnelles. Elle se compose de deux parties interconnectées : une composante cartographique et une composante textuelle avec une analyse de risque de base. La composante cartographique comprend des informations générales sur le lieu, le nom du cours d'eau ou de l'avalanche, des informations sur les zones de danger et des symboles représentant les mesures initiales sur une photographie aérienne.

La partie textuelle au verso de la carte consiste en une liste de risques classés par catégories. Elle est suivie d'une section sur les procédures de prise de décision et les premières mesures à mettre en œuvre en cas d'événement. Les règles de décision et les mesures tiennent compte des connaissances des volontaires des corps de sapeurs-pompiers et sont classées par ordre de priorité. La dernière partie du volet textuel est une liste des organismes et des personnes à contacter en cas d'événement.

Pour générer une carte d'intervention, une zone de danger spécifique est considérée. Ensuite, un personnel formé (consultant externe) accompagne les pompiers locaux dans la préparation des cartes. L'expérience et les connaissances du personnel impliqué dans les événements passés, les connaissances locales et les connaissances sur les ressources disponibles sont incorporées dans le travail. Le consultant externe fournit aux pompiers les bases cartographiques et textuelles, organise le processus et compile les produits finaux. La carte d'intervention est donc un produit développé au niveau local. Cela augmente sa qualité et son acceptation tout en servant de base à la formation et à la connaissance.





Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Dénomination	CLPA / EPA / BD (Base de données) RTM	Cadastre des avalanches Banque de données StorMe [SUI3]	WLK Register	Cadastre régional et CLPV parfois associés. Cartographie thématique supplémentaire du Servizio Meteomont, carabinieri ou Commando Truppo Alpine en lien avec leur bulletin de risque
Type - Echelle	Carte 1:25000 + fiche signalétique pour les emprises principales (numérotées) + tableau d'événements (EPA) + fiches événements yc photos éventuelles (BD RTM)	Banque de données centrale suisse pour la saisie et la gestion des crues, des glissements de terrain, des chutes de pierres et des avalanches. Information fournie et détaillée.	Fiches descriptives à partir de points géoréférencés (en plus des autres données de cette plateforme : zonages, protections dont forêts...)	fiches plus ou moins détaillées d'enquête sur les avalanches + carte 1:25000 avec extension maximum (ou parfois individualisées par événements)
Production - gestion	INRAe et Services RTM	Les cantons sont tenus de tenir des cadastres et des cartes, désormais par l'intermédiaire de la base StorME également alimentée par l'OFROU (Office Fédéral des Routes) et les CFF (Chemins de Fer Fédéraux)	Pour le compte du Ministère fédéral par le WLV avec un bureau par Bundesländer, bureaux regroupés en 7 sections	Cadastre initialement par les services forestiers transféré progressivement aux bureaux régionaux d'avalanches d'AINEVA. Niveau régional + Meteomont
Source - méthodologie	Maxi des emprises cumulées via enquête de terrain (couche magenta) et photo-interprétation (couche orange) avec indication des ouvrages de protection. Relevés observateurs EPA ("carnets forestiers") sur les couloirs concernés Relevés d'événements par le RTM	Toutes les emprises sont relevées par observations sur le terrain. Lors de situations exceptionnelles, possibles analyses automatiques d'images satellites ou photographies aériennes, si accord de la confédération qui finance ces travaux.	Relevé/archive d'événements	Enquête de terrain et/ou recherches d'archives + photo-interprétation et report des ouvrages de protection lorsqu'ils existent. Calqué sur l'approche française dans les années 1970
Historique	1970 pour la CLPA / fin XIXème Siècle sinon.	Dans ses rapports de l'hiver (par ex. [SUI27]) publiés depuis 1936/37, le SLF décrit les conditions météorologiques, le manteau neigeux et le danger d'avalanche ainsi que des exemples choisis d'accidents dommageables.	Fin XIXème siècle pour les prémices. 1975 pour la période "moderne"	Le service de signalement des avalanches du Corps forestier a été créé en 1957 à des fins statistiques et d'étude. Cartes depuis 25 à 70 ans mais de manière hétérogène.
Destinataires	tous avec accès public/professionnels (informations supplémentaires)	Administrations et bureaux d'études	différents niveaux d'accès : communes, professionnels et public	tous avec accès public/professionnels (informations supplémentaires via profil autorisé)
Canaux de diffusion	https://map.avalanches.fr/ & geoportail.gouv.fr yc flux WMS/WFS https://rtm-onf.ign.fr/	Consultation via internet avec accès sécurisé, sous forme de couche SIG sur www.storme.ch	WLK.digital.Ereigniskataster via la plateforme générale https://www.naturgefahren.at/ (et informations reprises dans les webplateformes des Länder parfois de manière différente selon la disponibilité locale des fonds SIG ou cadastraux)	Complètement numérisé. "Geoportale" régionaux type geoportale.arpa.piemonte.it/ ou cadastre spécifique comme catastovalanghe.partout.it/ Concernant les Servizio Meteomont: https://meteomont.carabinieri.it/accesso-catasto . Peut inclure des photos d'archives, rapports d'événements ou documents historiques.





Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Etendue / Fréquence d'actualisation	Couverture partielle de certains massifs et couloirs. Actualisation (pluri)-décennale pour la CLPA. Compléments annuels sinon mais avec parfois délai de mise à jour	Actuellement, 99 % des surfaces sont recensées sur l'ensemble du territoire suisse. Actualisation en continu.	Actualisation en continu	Périodiquement dans les Alpes et les Marches où 85 à 95% du territoire est couvert. Partiel et peu mis à jour ailleurs (Apenins, massifs de Sicile (Nebrodi, Madonie) et Sardaigne (Gennargentu))
Remarques diverses	Des PPRN incluent des fiches par secteur/couloir reprenant les événements connus en plus d'éléments d'analyse (carte des pentes, anciens clichés IGN par exemple) et fournissant ainsi une information intégrée pour les citoyens concernés.	Utilisation occasionnelle d'un drone en cas de menaces ou de dommages sur des infrastructures	Les composants du système vont des unités d'enregistrement mobiles (tablettes, smartphones) aux applications PC de bureau classiques en passant par les services basés sur le serveur WEBGIS pour la publication publique.	Certaines régions (comme les Abruzzes) limitent l'altitude à 1000m

Focus particulier: de nouvelles approches techniques émergent, d'abord portées par la recherche mais avec des applications directement opérationnelles : pour compléter le recensement de avalanches, les Suisses mobilisent par exemple le traitement, largement automatisé, d'images satellites et la détection des limites des avalanches grâce à des algorithmes. Ainsi, parmi les premières applications, [SUI4] s'est concentré sur la période de janvier 2018, remarquable en termes d'activité avalancheuse, pour à la fois tester différents capteurs satellitaires disponibles mais aussi pour spécifiquement acquérir des données (via SPOT6/7) pour la période la plus sensible. Différentes techniques d'amélioration et de traitement des images ont été utilisées pour finalement valider rapidement le contour de plusieurs milliers d'avalanches sur une région de plusieurs milliers de kilomètres carrés. Ces outils peuvent faire changer l'échelle de traitement des problématiques d'avalanche, traditionnellement circonscrites à un couloir ou à un système avalancheux localisé pour également approcher des évaluations indicatives à des échelles plus larges, éventuellement régionales [SUI5].

Sur les cartes militaires d'avalanches italiennes, les enveloppes avalancheuses sont colorées en fonction de la fréquence d'occurrence : rouge = annuelle, vert = moins que décennale, bleu = plus que décennale.

Alors que l'AINEVA italienne s'est initialement calquée sur l'ANENA française, elle-même créée en 1971 suite à l'avalanche de Val d'Isère de 1970 pour éviter de nouveaux drames en zones habitées, leurs positionnements respectifs sont aujourd'hui très différents, la seconde désormais principalement impliquée sur la formation (auprès des professionnels mais aussi des pratiquants, sur pistes et hors-pistes) alors qu'en plus l'AINEVA joue un rôle majeur sur le zonage et plus largement l'expertise avalanche.

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Inventaire	Quelques indications incomplètes sur la CLPA mais pas d'inventaire centralisé. Vu la doctrine [FRA2], relance de démarches d'inventaires communaux (Tignes, Val d'Isère, La Plagne...) en vue de suivi/travaux de maintenance. Inventaires RTM sur le domanial Etat	δ Cadastres des ouvrages paravalanches réalisés par les cantons (obligation fédérale). En Valais : 16'000 ouvrages sont recensés et surveillés	δ Cadastre des ouvrages = module "Bauwerke" depuis 2011. Par exemple complété pour la Styrie en 2018. Maj permanente (à concurrence de l'année en cours) mais peut être encore incomplet - 180.000 ouvrages de protection, dont 7.200 ouvrages "clés"	Registre des travaux de protection [[ITA1] et indication des ouvrages sur la CLPV
Types employés	Permanents actifs ou passifs avec même l'urbanisation de secteurs entiers rendue possible par la construction d'importants réseaux de paravalanches (Flaine, Tignes...). Remise en cause par la doctrine PPR [FRA2]	ε Permanents actifs ou passifs, et déclenchement préventif [SU15].	ε Permanents actifs ou passifs - linéaires remarquables de claes	ε Permanents actifs ou passifs
Priorisation	Globalement faible car déploiement décentralisé. Un peu niveau communal et des routes départementales	ζ Approche cout-bénéfices selon la méthode EconoME https://econome.ch/eco_work/eco_wiki_mai_n.php?wiki_link=89#	ζ Sur la base des cartes de danger et en interne au WLV pour planifier des mesures techniques et biologiques pour la prévention des dangers même si [AUT4] signale des améliorations possibles.	Au mieux au niveau régional mais peu d'info
Normes et guides techniques	Série précurseur des normes NF P 95-30x de 1992 (filets paravalanches, claes-râteliers, barrières à neige) et 1996 (systèmes de déclenchement). Commission de normalisation BNTRA / CN PAB - Equipements protection paravalanches et pare-blocs toujours active (une réunion par an, groupes de travail à la demande).	η Nombreux guides et directives dont l'application sert souvent de référence dans d'autres pays ([SUI16] à [SUI30]). En plus aide aux projeteurs, architectes, ingénieurs sur la plateforme: https://www.protection-dangers-naturels.ch/	η Normes ONR 24805 (description fondamentale), ONR 24806 (conception des systèmes) et ONR 24807 (exploitation des systèmes de protection yc surveillance, inspection et entretien). Guides sur https://info.bml.gv.at/themen/wald/wald-und-naturgefahren/wildbach--und-lawinenverbauung/richtliniensammlung.html	[ITA8]. Activité de publication importante du Polytechnico de Torino
Construction	Vu la responsabilité du maire sur son territoire, maitrise d'ouvrage souvent communale avec système de subventions. Maitrise d'œuvre et construction via des moyens privés (BE, entreprise GC). Intervention particulière du RTM selon les départements.	Les maitres d'ouvrages sont les communes, les maîtres d'œuvre sont, soit des services cantonaux (Service de la Mobilité par exemple), soit des bureaux d'études sous la supervision des Services des Dangers Naturels	Les mesures sont planifiées en principe en régie propre (WLV). Les domaines spéciaux, tels que la géotechnique, l'hydraulique, la statique et la mécanique des sols, sont confiés à des prestataires externes.	Majoritairement maitrise d'œuvre et construction privés.
Maintenance & évaluations fonctionnelles	Hormis les inventaires précités, nombreux ouvrages quasiment délaissés, parfois oubliés. Démarches relativement plus suivies par les gestionnaires de routes (départements)	θ Tournées d'inspection régulières organisées par les services cantonaux. Ex. Valais : claes, filets tous les 3 ans, digues tous les 6 ans environ. Manuels pour les praticiens : [SUI22], [SUI18] chap. 5.4.2	θ L'état d'entretien et la capacité de fonctionnement des ouvrages de protection contre les torrents et les avalanches sont consignés dans le cadastre des ouvrages [AUT4]: 50 à 60% des ouvrages en très bon ou bon état, 10% en mauvais état, qq. % non fonctionnels. à l'échelle de l'Autriche, entretien et réparation= environ un tiers du budget dédié aux protections physiques	Pas de cadre unifié quant à la maintenance. Analyses de détail pour évaluer l'influence sur les limites du zonage (sachant que la limite externe de la zone ne peut être réduite: maintien en zone jaune)





Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Cas particulier des forêts à fonction de protection	<p>ℓ Principe bien établi dans [FRA2]: "La gestion des forêts sur pente doit impérativement tenir compte de cette fonction de protection contre les avalanches. [] Ceci est conforme au[x] guide[s] de sylviculture en montagne (GSM)" [FRA9] & [FRA10] mais considération variable d'un département à l'autre notamment selon la proportion de forêts domaniales (de fait mieux suivies par l'ONF/RTM)</p>	<p>ℓ La forêt peut être considérée comme une protection suffisante pour les habitations. Certains principes de l'évaluation des effets des mesures de protection biologiques ont été élaborés dans le cadre du projet PROTECT Bio [SUI11] [SUI12] En cas de dommages à la forêt, la carte des dangers d'avalanches est révisée.</p>	<p>ℓ 615000 ha / 15.6% des forêts autrichiennes (double mentionné dans [AUT3]) https://www.schutzwald.at/aktionsprogramm Le ministère a indiqué qu'il travaillait à la recherche d'un indicateur représentatif.</p>	<p>ℓ Les forêts identifiées et considérées comme telles sont assumées équivalentes à de véritables protections. En cas de disparition/endommagement, re-zonage obligatoire. En particulier pour les forêts les plus anciennes, évaluation particulière de la dangerosité des sites yc en termes de protection civile</p>
Cas particulier du déclenchement préventif	<p>Théoriquement, pas de déclenchement préventif au-dessus des habitations. Pour autant, en pratique, nombreux cas plus ou moins directs, y compris avec parfois activation à dessein par les commissions de sécurité dans le cadre des PIDA</p>	<p>ℓ Possibilité de faire des tirs préventifs au-dessus d'habitation, après évacuation (en principe) [SUI13] [SUI14] [SUI15] mais avec une certaine facilité administrative. Pas de document standardisé type PIDA français.</p>	<p>Principe de base yc en domaines skiables: sécurité avalanche "en permanence" donc avec les protections avalanches permanentes correspondantes (yc accès, et RM avec au moins une piste sécurisée de manière permanente). Déclenchement autorisée seulement pour des enjeux secondaires et si approche permanente impossible mais pas d'influence sur le zonage</p>	<p>Utilisation de l'explosif parmi les plus contraintes en Europe. Déclenchement préventif de fait limité en Italie (systèmes à Gaz seulement) a fortiori pour les zones habitées où l'effet n'est ni considéré ni autorisé</p>





Focus particulier: La « gestion du danger d'avalanches » en Suisse et en Autriche a été inscrite le 29 novembre 2018 sur la Liste représentative du patrimoine culturel immatériel de l'humanité de l'Unesco.

La Suisse donne une valeur financière à la vie humaine pour alimenter ses analyses coûts bénéfiques. Cette pratique a pour surtout objectif de fixer les priorités : les aménagements qui sont le plus bénéfiques pour la protection des personnes ET des biens sont réalisés en premier lieu. Ensuite, le suivi et la maintenance des ouvrages sont très réguliers.

En Autriche, les protections disposent d'un zonage spécifique (zone bleue réservée aux protections). Le budget fédéral est directement attribué au WLV avec contribution partielle des intéressés locaux. 110M en 2015, 144M€ en 2020 mais auxquels il faut ajouter les actions financées conjointement (150 à 160 M€/an). Plans quinquennaux depuis 2005. Tyrol (12000km² = 2 Savoie = 30 à 40 M€/an pour les seules routes. 6% pour les protections avalanches).

Si la France dispose de normes de conception des ouvrages actifs paravalanches et l'Italie a inventé les systèmes mono-ancrages (type VELA, Ombrello...), le déploiement de ces ouvrages sur le terrain fait (souvent) appel à la Directive Suisse [SUI18]





Pays		 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Dénomination		Carte des Aléas	λ Carte de danger avalanches	λ Gefahrenzonenplan (plan des zones de dangers)	PZEV Piani Delle Zone Esposte A Valanga (Plan des zones exposées aux avalanches)
Méthodologie - aspects théoriques		Intensité (=principalement pression) de période de retour T=100ans (ou plus grand événement connu si au-delà) avec niveaux faible, moyen, fort + maxi coulant/aérosol de l'Aléa de Référence Exceptionnel (ARE, le cas échéant assimilé à une période de retour T=300ans).	μ Carte de danger élaborée automatiquement par SIG depuis les cartes d'intensité (cf. § pratiques particulières) via trois matrices intensité / périodes de retour (30, 100, 300 ans): avalanche coulante / poudreuse / glissement de neige. Résultat aggloméré selon une méthodo cantonale [SUI1]	Intensité de période de retour 150ans avec le cas échéant distinction des phénomènes fréquents (T=10ans). Depuis 2021, possibilité de figurer la période de retour T=300ans [AUT4] [AUT8] comme zones indicatives .	Intensité (=principalement pression) de période de retour T=30ans et T=100ans yc matrice de croisement selon [ITA1]. Parfois seulement avalanches historiques connues. Si avalanches mixtes, analyse individualisée (parties coulante / aérosol) puis compilée.
Méthodologie - aspects pratiques	Seuils d'intensité / pression	30-3kPa (1kPa mais équivalent au vent)	30 kPa-3kPa	10-1kPa. (25 kPa avant 1999. La hauteur du dépôt était également prise en compte)	selon [ITA1] (indicatif), 3 niveaux: 3kPa _{30ans} ou 15 kPa _{100ans} / <3kPa _{30ans} ou de 3kPa _{100ans} à 15 kPa _{100ans} / <3kPa _{100ans} . Possible extension des événements exceptionnels connus. En vallée d'Aoste, seuils à 30 kPa _{100ans} / 5 kPa _{100ans}
	Ouvrages de protection	Prise en compte désormais plus exigeante des ouvrages, sous conditions et en pratique uniquement passifs (ce qui conduit à des écarts importants en cas de mise à jour d'une ancienne carte). Ouvrages indiqués sur la carte.	ν Prise en compte des ouvrages de protection uniquement après une période d'attente de 5 à 10 ans et sous réserve d'un entretien garanti. Rappel : les ouvrages protègent des événements centennaux seulement. Pas de prise en compte de l'influence des bâtiments sauf cas très particulier	ν Oui de manière précautionneuse et en incluant les zones de risque résiduel voire des réserves de sécurité. Seulement pour les protections permanentes. Exemple [AUT3]	ν Possible mais avec précaution pour maintenir une forme de vigilance: selon [ITA1] (annexe F), juste reclassification de l'emprise globale (en augmentant les zones jaunes et bleues) qui ne doit pas être réduite.
	Forêts de protection	Principe bien établi par la doctrine mais considération variable d'un département à l'autre notamment selon la proportion de forêts domaniales (de fait mieux suivies par l'ONF/RTM)	La carte des dangers tient compte des forêts de protection (forêts protectrices suisses délimitées Dans le cadre du projet SilvaProtect-CH)	Prises en compte ce qui représente 615000 ha / 15.6% des forêts autrichiennes	Après évaluation, prise en compte comme des ouvrages de protection. En cas de disparition/endommagement, re-zonage obligatoire.
	rendu	Jeu de 3 couleurs différentes du "rouge-bleu-blanc" de la carte de risques + représentation de l'ARE via couleur supplémentaire ou juste trait(s) de délimitation des phénomènes coulants et le cas échéant aérosols.	Rendu variable selon les cantons. Pour le Valais, cinq zones : rouge, bleue, jaune, jaune hachurée (T>300) et zone spécifique orange (danger indicatif). Pour Vaud, 6 zones : danger élevé, moyen, moyen faible intensité, faible, imprévisible (résiduel), indicatif	Zonage aggloméré rouge (danger élevé) ou jaune (moyen) - Zones supplt: bleues (protections yc forêts), violettes (particularités topographiques à conserver) - Carte séparée en hachures blanches pour/si T=300ans.	Selon [ITA1] indicatif, zonage rouge (élevé), bleu (moyen), jaune (faible) - En vallée d'Aoste, zone verte supplémentaire < 5kPa.
	Echelle	1:5000 à 1:10000 mais de plus en plus documents vectorisés, numérisé et donc agrandissables (sans indication de la résolution réelle)	Echelle 1 :5000 (parfois 1 :10000) ; 1 :2000 exigée pour les zones à bâtir mais de plus en plus numérisé et agrandissable	1:2000 - 1:5000 - plateforme désormais complètement digitale	1:2000 - 1:5000 pour le PZEV mais d'autres plans existent à l'échelle du territoire ou de la commune. De plus en plus numérisé
	Document associé	Rapport de présentation du PPR avec fiches par couloir/secteurs, liste d'événements, scénarios représentatifs retenus ou juste mention des principales avalanches communales	Rapport d'accompagnement selon le canevas du SDANA (qui structure également l'étude) [SUI1]	Accompagnement d'une partie écrite avec tous les éléments historiques et d'analyse. Cadrage par l'ordonnance de 1976	Rapport des éléments de données et d'analyse





Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Intervenants	Préfecture via le service risques de la DDT (Maître d'ouvrage) + services RTM (AMO, validation) + bureaux d'études spécialisés (réalisation)	Communes (maîtres d'ouvrage) + SDANA (supervision, validation) + bureaux d'études (réalisation)	De manière intégrée par le WLV avec une section par Etat / Bundesländer pour le compte du Ministère fédéral. Peut-être ponctuellement sous-traité à des ingénieurs civils mais sous le contrôle du WLV	Délégué aux administrations régionales par la législation nationale (Maitrise d'ouvrage) + experts (réalisation) enregistrés auprès d'ordres professionnels: Ingegneri, Geologi, Dottori Forestali et pour certaines régions, détenteurs du second niveau de l'AINEVA. Spécifiquement, 3ème niveau de formation pour l'utilisation des modèles numériques et l'élaboration de PZEV
Actualisation	Très variable d'un département à l'autre : par exemple pour les Alpes du nord 74 quasiment couvert, 73 sans nouveau PPR depuis des années malgré les manques, 38 sous d'anciens formats (R111-3) avec PPR en cours (Oisans). De fait, actualisation en général faible (sauf prise en compte récente de l'ARE) ou juste partielle a fortiori dans les départements peu déployés	ξ Souhaitée par la Confédération tous les 10 à 20 ans. Réalisée effectivement tous les 20 ans environ par les bureaux d'études, à la demande et sous la conduite de SDANA yc identification explicite des modifications apportées (ainsi que le déficit de protection et les mesures de protection envisageable)	ξ Toutes les communes (environ 1400) couvertes depuis 2016. Depuis, déjà environ plusieurs centaines de révisions. Objectif d'une mise à jour décennale [AUT4] ce qui représente l'âge de 42% d'entre eux en 2020 (36.4% avait de 11 à 20ans, 17.3% de 21 à 30 ans, 4.4% plus de 30ans). En parallèle, la loi fédérale de finances 2020 fixait à 50 la valeur cible pour le nombre de plans de zones de danger approuvés ou révisés. Entre 2015 et 2019, ce nombre se situait entre 45 et 76.	Dès chaque modification, nouvelle donnée, nouvel événement. En pratique, cela peut également inclure l'émergence de nouveaux outils. En fait, l'élaboration des plans, aux différents niveaux, est toujours très complexe et laborieux. La complexité des règlements et les différentes interprétations possibles conduisent souvent à litiges et retards avec des délais qui varient de quelques mois (rarement) à quelques années (plus fréquemment).
Accès/diffusion	public via chaque page internet préfectorale de mise à disposition des PPR. Pas de portail centralisé géoréférencé. Parfois repris sur le site des communes. Pour les vieilles versions, scans parfois de mauvaise qualité ne permettant pas de rendu précis.	Cartes raster en libre accès web : Ex. Valais : https://sitonline.vs.ch/dangers/danger_avalanches/fr/ . Ex. Vaud : https://www.geo.vd.ch/?&mapresources=GE_OVD_DANGER_NATUREL	Via la plateforme générale https://www.naturgefahren.at/ pour le public (et informations reprises dans les webplateformes des Länders) + accès spécifique aux communes à la plateforme WLV depuis 2018	En général en tant que sections ou annexes de documents de planification territoriale qui imposent des contraintes sur l'utilisation et la construction des terrains.

Focus particulier: La plupart des cartes d'aléas décrites ici agglomèrent des résultats selon des démarches qui peuvent perdre le détail des différentes contributions y ayant conduit. Au-delà des rapports d'accompagnement, ceci pose notamment la question de la traçabilité pour ces cartes pourtant centrales pour le zonage. La Suisse y répond d'une certaine manière grâce à des cartes d'intensité qui interviennent en amont de la carte de danger. Différentes cartes quantitatives sont ainsi élaborées au préalable par le bureau d'étude, par type de phénomène (avalanche coulante, aérosol, glissements de neige) et période de retour (30, 100 et 300 ans) pour y figurer les différents seuils de pression (3kPa, 30kPa). Les scénarios considérés sont validés par le service des dangers naturels (ce qui souligne aussi l'importance du double regard et d'une vraie supervision technique entre BE et MOe) pour garantir des modélisations réalistes, intégrant elles-mêmes des tests de sensibilité. Ces cartes ne sont pas publiques et leur combinaison SIG via des matrices spécifiques, permet finalement d'obtenir la carte de danger qui fait office de carte réglementaire.

Au-delà des questions d'échelle de représentation désormais quasiment obsolètes avec les supports et rendus digitaux, la question de la résolution des délimitations ("échelle de réalisation") est une "nouvelle" problématique qui devrait être (mieux) abordée et précisée dans le cadre de la traçabilité générale





Les évolutions méthodologiques à envisager en parallèle des conséquences du changement climatique sont également un sujet d'avenir, partiellement traité en Suisse via [SUI29]. Des hypothèses agréées restrictives dans certains contextes (altitude minimale par exemple) pourraient être une première étape.





Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Dénomination - description	PPRN présentant à minima une présentation, analyse et carte des aléas (désormais ARC et ARE [FRA2] [FRA3]), des enjeux et la carte réglementaire correspondante (ainsi que le règlement écrit associé). Concernant les aléas, peuvent être "juste" portés à connaissance au moins de manière transitoire (mais problématique de leur prise en compte selon l'influence du périmètre de la zone urbanisée).	PAZ : Plan (communal) d'Affectation des Zones. Le PAZ indique les zones de danger (selon la carte des dangers d'avalanches – Cf. fiche carte des aléas) ; il est mis à l'enquête publique ; toutes les personnes s'estimant lésées peuvent faire opposition, ainsi que les associations environnementales. NB : échelle 1 : 2'000, avec le parcellaire et les bâtiments, selon la mensuration officielle.	Pas de carte réglementaire avalanche proprement dite : les plans de zones de danger doivent figurer dans les plans d'occupation des sols des communes. Les principales dispositions correspondantes relatives à la construction se trouvent dans la législation des Länder en matière d'aménagement du territoire et de construction. Deux niveaux: utilisation des sols et plan de développement de la construction.	Pas de carte réglementaire avalanche proprement dite. Les régimes d'utilisation des zones d'alés sont intégrés aux instruments/documents d'urbanisme (Piano Regolatore Comunale). Règles, non obligatoires, proposées dans [ITA1] mais qui restent très générales et déployées spécifiquement par chaque région.
(multi)-Risque ou danger	La carte réglementaire est bien sensée être une carte de risque, le cas échéant multi-risques (la parcelle étant classée à concurrence de l'aléa le plus fort avec des prescriptions architecturales déclinées par phénomènes) tout en notant parfois le peu de discernement du type d'enjeux (identifiés surtout/seulement en zones d'aléas forts).	Carte mono-danger mais toutes les couches représentant les différents dangers peuvent être superposées sur le cadastre de la commune (SIG Internet) ex. Valais : https://gcentre.mapplus.ch/vex/?lang=fr&basemap=av_f&blob=1&x=2596500&y=1116500&z=0&hl=0&layers=dangers_hydrologiques dangers_avalanches&op=0.5 0.5	○ Souvent amalgame conceptuel entre danger et risque, dénoncé par la Cour des Comptes [AUT4] car incorrect et pouvant conduit à des résultats erronés. Il existe des cartes indicatives de dangers multi phénomènes mais pas partout et juste informatives. Réflexions diverses pour une véritable prise en compte du risque	Pas de véritable approche par le risque. Cependant, [ITA1] mentionne ponctuellement la carte des risques : celle-ci est directement issue d'un croisement avec une véritable carte d'enjeux à 4 niveaux E1 (zone boisée ou agricole) à E4 (centres urbains ...) et issue du PRG (Plan réglementaire Général) pour aboutir à une carte à 4 niveaux de risque R1 (dommages marginaux) à R4 (possibilité de pertes en vies humaines, dommages importants) selon une matrice $R=f(\text{aléa}, E_i)$.
Coordination	Cadre établi au niveau Ministériel (DGPR) puis décliné/mis en œuvre au niveau départemental sous l'autorité des Préfets via les DDT mais sans véritables interactions entre ces dernières.	L'organisme coordinateur est l'OFEV. La mise en œuvre des mesures est effectuée au niveau cantonal par les services concernés. Ex. Valais : SDANA, Vaud : UDN...	La seule institution de planification de coordination au niveau national est l'ÖROK qui sert de plateforme de communication et de collaboration pour le gouvernement national, les gouvernements provinciaux et les groupes d'intérêt. Au niveau national, le ÖROK supervise l'ÖREK qui sert de ligne directrice pour le développement spatial pour l'ensemble du pays https://www.oerok.gv.at/	Différents instruments de planification régionaux pour fixer des objectifs généraux de développement spatial à grande échelle mais aussi encadrer les activités de planification des communes. Des provinces comme le Tyrol du Sud ont récemment procédé à des réformes et ont largement transféré la planification de l'utilisation du sol aux communes.
Producteur	Désormais, parties réglementaires des PPRN reprises par certaines DDT en direct. Sinon bureaux d'études privés sélectionnés sur appel d'offre et (souvent) sous Assistance à Maitrise d'Ouvrage du RTM	Cartes réalisées par des bureaux d'études, sous la supervision des services cantonaux (qui effectuent aussi parfois ce travail)	Principalement liés aux plans d'urbanisme.	Principalement liés aux plans d'urbanisme
Déploiement - Fréquence d'actualisation	Très variable d'un département à l'autre. De fait, actualisation en général faible (sauf prise en compte récente de l'ARE) ou juste partielle a fortiori dans les départements peu déployés	En principe : actualisation des cartes tous les 10 ans en moyenne. Mais révisions possibles en cas de nouveaux événements ou de nouvelles méthodes.	10 ans	En fonction des évolutions territoriales





Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Méthode	Théoriquement, croisement de la carte des enjeux avec la carte des aléas pour définir un zonage du risque accompagné des prescriptions réglementaires (yc architecturales) associées. Règlements potentiellement différents par département et par période: fermés (par ex. 73) ou semi-ouverts (par ex. 74) avec possibilité de faire valoir des particularités pour amender les règles de construction (niveaux de pression).	En Suisse, le risque et le danger sont bien différenciés. Il n’y a pas de carte de risque mais des cartes de danger avalanche.	π Conversion de la carte de danger en règles d’urbanisme. les dispositions légales peuvent être classées en différents groupes avec des marges de manœuvre parfois considérables : le 1er groupe concerne l’inconstructibilité du fait d’un danger (interdiction générale d’affectation). Un 2 ^{ème} groupe définit des objectifs de protection spécifiques, notamment pour les zones urbanisées actuelles et sous couvert de l’évaluation des experts du WLV.	π Conversion de la carte d’aléas / danger en règles d’urbanisme
Démarche pour un porteur de projet	Via le dossier de Permis de Construire ou la Déclaration Préalable avec normalement attestation (sur l’honneur du Maître d’œuvre) du respect des règles applicables. Pas de contrôle a posteriori: selon la responsabilité du pétitionnaire	ρ La procédure est associée à la demande de permis de construire. Si des prescriptions architecturales sont édictées par les services cantonaux, la commune doit contrôler qu’elles soient effectivement respectées.	ρ Les experts du WLV préparent une expertise individuelle avec prescriptions architecturales ou mesures de protection de la propriété. De nombreux terrains étant situés dans des zones jaunes de danger ou brunes d’indication, nécessité d’une évaluation “fine” à l’échelle de la parcelle voire de la partie de parcelle. La décision finale reste du ressort de la commune. Les propriétaires fonciers ne peuvent pas agir en justice contre les cartes de danger en raison de leur caractère d’expertise.	ρ Réalisation d’un PIV : étude de détail pour dimensionner / concevoir le projet en cas de détection d’une possible interaction avalanche-enjeux. Ne concerne que les bâtiments et pas les infrastructures dont certaines sont exemptes d’obligations à la conception (routes, lignes électriques ou téléphoniques, pipelines) alors que d’autres sont encore plus réglementées (remontées mécaniques notamment)





Focus particulier : Avec un déploiement géographique abouti de ses cartes d’aléas (et indirectement de la réglementation urbanistique associée), l’Autriche souhaite désormais passer d’une approche sur les aléas à une approche sur les risques. Comme dans la bibliographie Italienne, l’exemple des PPRN français est à ce titre souligné sans peut-être complètement cerner la portée de la notion de risques qui y est intégrée et qui dépend finalement assez peu de la typologie des enjeux (finalement, le critère principal est d’être ou pas dans la zone urbaine, quels que soient les types de bâtiments – Cf. remarque suivante). Il est également évoqué la question du risque résiduel qui est aujourd’hui est mal ou peu traitée en France (éventuellement au travers de la prise en compte des ouvrages et de l’identification de la zone protégée).

A noter enfin au niveau de l’approche française l’influence (de plus en plus) directe (vu son application plus stricte) du principe de non-constructibilité en dehors de la zone urbaine même en aléa moyen : ce processus “administratif” biaise l’état du risque figuré sur la carte avec des possibilités d’erreur d’interprétation (ce qui limite encore l’utilisation des cartes réglementaires à des fins de protection des personnes).





Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Principe de prise en compte des protections sur le zonage	<p>§ Selon [FRA2], en plus d'une urbanisation préalable, d'absence d'alternative et de justifications sociale ou économique, "Les ouvrages existants [sont pris en compte pour le zonage s'ils] présentent des niveaux de sécurité, de fiabilité et de maintenance garantis avec un maître d'ouvrage clairement identifié et un financement pérenne. Le maître d'ouvrage accepte l'augmentation des enjeux protégés, et donc l'extension de sa responsabilité". De fait, complexifie l'intégration de la protection des ouvrages actifs. Plus évident pour les ouvrages passifs.</p>	<p>§ Possibilité de prendre en compte les tournes dans la carte des dangers, ainsi que les ouvrages de stabilisation du manteau neigeux (claires, filets, etc.). Rappel : les ouvrages sont conçus pour protéger contre des événements centennaux seulement. Note : Sur mandat de l'OFEV, la méthodologie PROTECT-Praxis [SUI30] est actuellement en cours de révision dans le but d'améliorer l'évaluation de l'efficacité des mesures de protection constructives, biologiques et organisationnelles.</p>	<p>§ Seules les mesures de protection permanentes doivent être prises en compte dans les cartes de danger, mais cela n'est possible que sur la base d'un avis d'experts (pas de méthode absolue en Autriche). Prudence au moment de réduire les zones avec réserve de sécurité (yc risques résiduels vs endommagement ou conjonction de phénomènes) pour les événements exceptionnels en évitant les fausses attentes en matière de protection.</p>	<p>§ Même si le zonage tient compte des protections jugées efficaces selon les explications dans [ITA1]), un périmètre ne tenant pas compte de l'effet des ouvrages de protection doit être mentionné. De même, la limite externe zonée ne peut être réduite. Cadrage par l'annexe F de [ITA1]. Application uniquement sur les protections existantes</p>
Principe de prise en compte de l'urbanisation existante sur le zonage	<p>A priori non, notamment pour cause de non-servitude d'un bâtiment envers l'autre. Tentative d'analyse dans un cas particulier de bâtiments classés [FRA7] mais sans suite alors que la CLPA elle-même tient compte de la présence de grands bâtiments.</p>	<p>L'urbanisation existante n'est pas prise en compte pour le zonage sauf cas très exceptionnel.</p>	<p>Décision au cas par cas pour les grands bâtiments sans occulter l'influence potentiellement négative d'un bâtiment vis-à-vis de ses voisins (pressions d'avalanche augmentées par les espaces étroits entre les bâtiments) y compris pour les aérosols. Mais sujet complexe sans réponse systématique.</p>	<p>A priori non. Le cas échéant, via le PIV pour un projet individuel</p>
Principe de prise en compte des forêts à fonction de protection	<p>σ Principe bien établi dans [FRA2]: "La gestion des forêts sur pente doit impérativement tenir compte de cette fonction de protection contre les avalanches. [] Ceci est conforme au[x] guide[s] de sylviculture en montagne (GSM)" [FRA9] & [FRA10] mais considération variable d'un département à l'autre notamment selon</p>	<p>σ La forêt peut être considérée comme une protection suffisante pour les habitations. Certains principes de l'évaluation des effets des mesures de protection biologiques ont été élaborés dans le cadre du projet PROTECT Bio [SUI11] [SUI12]</p>	<p>σ Zone bleue spécifique au titre de la fonction de protection. En parallèle, stratégie forestière "2020+" [AUT5] avec 100M€ d'actions entre 2019 et 2024. Pour l'objectif 2025, la forêt de protection doit être renforcée en tant qu'infrastructure verte. Globalement, si la forêt se trouve dans la zone de départ des avalanches et remplit les critères d'une forêt efficace en cas d'avalanche (p. ex. Au moins 50% d'arbres à feuilles persistantes, etc.), sa présence est considérée. Sinon ou plus bas le long de la trajectoire, non.</p>	<p>σ Les forêts identifiées et considérées comme telles sont assumées équivalentes à de véritables protections. En cas de disparition/endommagement, re-zonage obligatoire.</p>
Zone d'aléa/risque faible	<p>Seuil limite ayant varié de 1 à 3kPa alors que la 1ère valeur, si considérée comme accidentelle, devient inférieure aux effets du vent. Souvent, aléa faible correspondant au seul nuage aérosol. Coulées de talus traitées de manières inégales.</p>	<p>Seuil à 3 kPa, correspondant à l'aérosol</p>	<p>Pas de zone de danger faible : système à seulement 2 niveaux "moyen" et "fort"</p>	<p>Constructibles mais quand même sous réserve notamment d'absence de localisations alternatives, du respect des résistances nécessaires certifié par des rapports techniques spécifiques, de la définition des procédures d'urgence. Limitation des densités de construction et des établissements "collectifs".</p>

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Zone d'aléa (risque) moyen	Zone constructible moyennant respect des prescriptions règlementaires et sous réserve que la zone soit à l'intérieur de la zone urbanisée. Règles départementales et/ou historiques de cumul des zones d'aléa moyen en zone d'aléa fort.	Diminution de la pression au sein de la zone bleue, selon expertise, au cas par cas.	Zones jaunes: normalement, diminution linéaire de la pression de l'amont vers l'aval (possibilité/nécessité de prendre en compte des considérations supplémentaires par l'avis d'experts; les simulations peuvent rarement être utilisées à cette fin). 8563 bâtiments concernés à fin 2020. De 2010 à 2020, 85 cas de dommages en zones jaunes en Styrie et Haute Autriche Ouest (2M€) et 18 cas en zone rouge pour 0.4M€	L'utilisation des zones bleues à des fins de développement urbain doit rester limitée et conditionnée à l'absence de localisation alternative, au respect des résistances nécessaires via un PIV (yc modulation possible de la pression de référence par un expert) et à la définition de procédures d'alerte et évacuation. La construction ou l'extension d'établissements à usage collectif y est exclue.
Prescriptions architecturales	Selon le modèle de règlement, prescriptions à vocation exhaustives non modulables ou possibilité (74, 05) pour le pétitionnaire de faire valoir les caractéristiques de son projet via une étude spécifique permettant de moduler les règles de construction. Recours à un "bureau d'étude spécialisé" sans autre exigence. Non qualification des charges d'avalanche au sens des Eurocodes. Recours à des guides internationaux, notamment suisses, pour pallier les manques. Directions de référence fournies de manière inégale dans les PPRN	Les prescriptions édictées par les services compétents sont communiquées aux architectes et ingénieurs civils qui doivent les prendre en compte.	⚠ Cadre national à l'échelle du pays : la pression d'avalanche pour l'événement de 150 ans est considérée comme une charge ordinaire. Recommandations prescrites individuellement par le WLV (10000 expertises et avis par an). Mention complémentaire du type : "Le respect des prescriptions doit être documenté de manière probante par le demandeur et vérifié conjointement par l'autorité et la section du WLV après travaux". Mais charge parfois croissante au point de décharge partielle sur le projeteur, maître d'œuvre ou l'architecte	⚠ Pas de direction d'avalanches fournie ni prescriptions types. Pour un projet individuel, le PIV doit caractériser l'avalanche (hauteur, sens, pression, pour la composante soit dense soit aérosol). La vérification des structures se fait selon le NTC2018 (Code de construction Italien dérivé des Eurocodes). En général, charge considérée comme exceptionnelle et vérification seulement aux états limites ultimes (sauf fréquence élevée). Combinaison avec l'impact d'un corps dur dans l'écoulement et avec différentes conditions de couvertures neigeuses.
Cas particulier des bâtiments existants en zone d'aléa (risque) fort	Fortes restrictions d'évolution, dans tous les cas exclue en cas de dommages par une avalanche mais également très contraintes sinon. Selon les règlements, pression de référence limitée à 30 kPa malgré une exposition supérieure (74) ou indication d'une valeur plus forte sous entendant la possibilité de quand même construire à ce niveau (73)	En cas de projet de modification du bâtiment (comme un agrandissement), un permis de construire doit être demandé, ce qui entraîne inévitablement des prescriptions voire une interdiction de construire. Les prescriptions sont toutefois proportionnées, en principe. Sinon il n'existe pas de base légale (en Valais) permettant à l'Administration d'exiger le renforcement d'un bâtiment situé dans une zone de danger fort, tant que ce bâtiment reste en l'état	2095 bâtiments concernés à fin 2020. Des exceptions n'étaient possibles qu'en cas de modernisation de bâtiments existants, si celle-ci était liée à une augmentation de la sécurité. En réalité, peu de cas à problème notamment grâce aux expertises fournies par le WLV et la responsabilité des maires qui enfreindraient ce principe (+ empêchement possible d'utilisation des fonds publics).	Pas d'extension possible sauf tolérance de 10% du volume selon [ITA1] et pour des raisons importantes ou d'amélioration de la sécurité, attestée par une étude spécifique. Pas d'augmentation de la vulnérabilité /nb de personnes. Entretien voire rénovation possibles mais pas de reconstruction après des dommages dus à une avalanche: seulement démolition. Changement de destination impossible.
zones rouges: interdiction ou dérogations	Quelques dérogations hors bâtiments "habités" (ce qui peut inclure la moindre occupation plus ou moins régulière même si contrôlée par exemple dans le cadre d'une exploitation économique)	Quelques rares dérogations possibles (cf. ODNACE, Art.22)	Selon [AUT4], l'exclusion dans les zones rouges devrait être mieux règlementée, clarifiée au niveau fédéral. Possibilités d'influence "indirecte" du WLV. Selon les communes, différences possibles pour les zones à risques résiduels ou révisées et préalablement rouges (par exemple toujours potentiellement interdites à Sölden)	Possibles infrastructures techniques dimensionnées/construites en conséquence et sans occupation humaine continue pendant les périodes favorables aux risques d'avalanches. Ne doivent pas modifier/augmenter le risque

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Cadrage	Hormis [FRA2] et [FRA3] pas de guides pra(gma)tiques et complets quant à la réalisation des analyses, a fortiori avec modélisations. Quelques documents internes aux services RTM. Pas de diffusion systématique (par exemple [FRA4]) en dehors des documentations accompagnant les appels d'offres PPR.	U Nombreux guides [SUI7] [SUI8] et supports aux praticiens comme : https://www.protection-dangers-naturels.ch/architecte/dangers-naturels/avalanches.html qui fournit aussi des références bibliographiques	U Dans le cadre de la stratégie 2015 du WLV, le groupe des référents autrichiens pour les plans de zones à risque (Groupe G) a été chargé d'élaborer des normes de qualité. Ces normes comprennent également l'utilisation de modèles via un standard minimum à respecter [AUT6]	U Guides AINEVA dont [ITA1]
Ressources / écosystème	Un référent avalanche au sein du réseau RTM + des personnels experts dans plusieurs départements. Faible écosystème de bureaux d'études séparés entre "prestataires PPR", souvent multirisques et quelques spécialistes en ingénierie paravalanche	Institutions fédérales (OFEV, SLF) + services cantonaux + quelques bureaux d'études (peu nombreux). Ex. Valais : le SDANA comporte 5 ingénieurs pour les différentes régions du canton.	Environ 1000 personnes dans toutes les sections du WLV (1/3 contractuels)	Ecosystème fourni de (plus gros) bureaux privés en ingénierie paravalanche: Areaquattro, Flow-ing, AlpSolut,
Données d'entrée météo aux scénarios de référence	En 2007, INRAe (ex Cemagref) a fourni avec Météo France des statistiques des précipitations hivernales locales exprimées en mm d'eau, cumulées sur 1 à 3 jours et pour des temps de retour de 2 à 100 ans (www.avalanches.fr). Pas de mise à jour récente ni de transfert opérationnel des travaux de recherche. Positivement, mise à disposition récente des relevés en station de ski depuis 1996 (données brutes sans outils de traitement ni cadrage méthodologique).	φ Données brutes et traitées sur les précipitations consultables sur Internet. – Statistiques précipitations extrêmes : https://extreme-value-analysis.slf.ch/ – Autres données : https://www.slf.ch/fr/services-et-produits/service-de-donnees-du-slf/#c1031876 Ces données sont actualisées annuellement et en libre accès.	φ http://eva.zamg.ac.at/evaplus + tableau de référence établi directement dans la méthode [AUT6]	φ Calculs selon annexe D de [ITA1] à partir du réseau de stations météo existant et intégré à certains portails web régionaux comme https://www.arpa.piemonte.it/rischi_naturali/snippets_arpa_graphs/map_meteoweb/?rete=stazione_meteorologica . Sinon recours à la méthode suisse pour l'épaisseur mobilisable. Dans certaines régions, des outils spécifiques existent : Vallée d'Aoste, Frioul-Vénétie Julienne... Recherche type [ITA3]
Place et mise en œuvre de la modélisation	Montée en puissance de fait par la pratique opérationnelle des uns et des autres mais sans cadrage formel ni implication opérationnelle d'INRAe (pourtant en pointe à une époque avec ses modèles) ni hiérarchie de compétence entre acteurs publics ou privés. Curiosité (très) progressive envers des modèles comme RAMMS::extended (avalanches aérosol) ou de LSIHM (Large Scale Indicaton Hazards Maps: processus quasi-automatique de modélisation pour des résultats indicatifs)	χ L'utilisation du modèle RAMMS est devenue la règle. Voir : https://ramms.ch/ et : https://ramms.ch/ramms-avalanche/ NB : En Valais : – les scénarios de modélisation doivent être validés par le SDANA, d'après une étude de sensibilité – il n'est pas demandé d'utiliser différents modèles pour comparer leurs résultats Pour info, RAMMS est aussi le nom du spin-off du SLF assurant la commercialisation du logiciel RAMMS depuis juillet 2024.	χ En complément de l'expérience des experts, des relevés historiques, des enquêtes statistiques, la modélisation yc avec plusieurs modèles est obligatoire dans le cas de maisons ou d'espaces d'habitation touchés. Elle est indicative dans les zones de moindre importance. La règle est d'utiliser au moins un modèle dynamique comme le modèle d'avalanche fluide Samos (ou AvaFrame/Com1DFA), calibré pour 150 ans ou RAMMS (mais calibré pour 100ans). Recours aussi au modèle topographique alpha - Beta. L'utilisateur doit connaître la limite des modèles (avalanches de neige mouillée, etc.).	χ Recours important à la modélisation, désormais demandée par les évaluateurs : les experts sont donc désormais habitués à utiliser des modèles, devenus incontournables notamment pour la pression des PZEV. Modèles commerciaux + modèles internes dans le cadre d'études universitaires ou professionnelles. Cadre donné par [ITA1] mais indicatif. Processus normalement à documenter en détail y compris la phase de calibrage. Risque identifié de trop s'appuyer sur les résultats numériques au détriment du travail de terrain et d'expertise.

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Activités de publications	Globalement peu de participation française aux conférences internationales sur ces thématiques, en particulier pour les bureaux d'études producteurs de PPR. Peu de guides techniques non plus. Faible/non transfert des outils et guides internes RTM.	ψ Emmenée par les équipes du SLF, la communauté avalanche Suisse est traditionnellement la plus importante dans les conférences internationales dédiées, aussi bien au niveau recherche qu'opérationnel (cf. biblio rassemblée pour la présente comparaison)	ψ Revue spécialisée / livres (y compris support publicité de l'écosystème économique comme [AUT1]) + guides + logiciels . Influence internationale	Quelques "pointures" internationales + Polytechnico de Turino





Focus particulier : Le dynamisme des réseaux techniques, notamment Suisse et autrichien, est assez remarquable et s'explique sûrement (et entre autres) par une proximité entre le monde opérationnel et le monde de la recherche. En résulte l'émergence de nouvelles approches : par exemple, l'utilisation d'images satellites pour la (télé)détection et le repérage d'avalanches [SUI4], bases de données qui permettent ensuite d'alimenter des algorithmes globalement automatisés de délimitation des zones de départ potentielles et des trajectoires possibles d'avalanches pour fournir des cartes indicatives de dangers [SUI5] [SUI6], démarche qui elle-même nécessite de nouvelles utilisations des modèles voire de nouveaux modèles permettant d'introduire des paramètres supplémentaires (comme la température) en lien direct avec les évolutions climatiques [SUI28]. Si ces démarches particulières restent d'abord expérimentales sans pouvoir être d'emblée appliquées complètement à la place des pratiques traditionnelles, cette effervescence technique vient quand même en appui pour progressivement mieux étayer les analyses d'avalanche, notamment pour l'élaboration des zonages (et bien sûr moyennant les cadrages nécessaires). Clairement, le seul dire d'expert encore très utilisé en France pour de nombreux PPRN est désormais dépassé chez nos voisins. Et un des piliers à ces avancements progressifs est la rédaction régulière et récurrentes de guides et directives qui permettent de poser et partager un "état de l'art".

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Dénomination	DDRM / DICRIM / PCS.	PAI : Plan d'Alerte et d'Intervention	"plans d'évacuation"	Plans de protection civil / d'urgence
Méthodologie	Réalisation souvent spécifique et de toute façon sans contrôle extérieur	Pas de guide méthodologique ni de directive technique particulière	Sur la base des cartes de risques d'avalanche.	Le cadastre des avalanches et les cartes des dangers, lorsqu'ils existent, constituent la base cartographique pour la définition du scénario d'avalanche du plan d'urgence. Ce sujet est discuté dans [ITA2] où est également proposée une méthodologie de cartographie à grande échelle là où l'information cartographique n'est pas disponible.
Canaux de diffusion propriétaires	Sur le site internet de certaines mairies (par ex. www.valdisere.fr/mon-village/risques-et-alertes/ www.mairie-tignes.fr/40-le-plan-communal-de-sauvegarde.htm . Mais pas toujours aussi accessible.	Informations et alertes à la population mais pas d'information ciblée	Plans bien assimilés en particulier pour des enjeux particuliers : écoles, entreprises.... A l'opposé, les touristes et les gens de passage sont sûrement mal/non informés (S. Sauermoser)	Principalement au niveau des commissions locales avalanches
Coordination des socio-professionnels	Guide type [FRA6]. Démarches en général assez claires dans les PCS	Les PAI doivent être exécutés régulièrement (tous les 5 à 10 ans), à titre d'entraînement, sous la conduite des EMC ou EMCR	Les exercices d'évacuation à grande échelle ne sont a priori que rarement effectués, même dans les communes où cette situation se produit plus souvent.	Exercice quasiment inexistant pour les zones urbaines. Selon la direction technique de l'AINEVA, très peu de campagnes d'information auprès du public. Cas de la Vallée d'Aoste avec des initiatives en lien avec l'association des hôteliers.
Autres diffusions: résidents secondaires, touristes, occupants AirBnB...	Cas a priori assez unique de Chamonix et de son recensement des visiteurs (par leur numéro de téléphone) via les hébergeurs pour utilisation possible de l'automate d'alerte	– Service d'e-messagerie (SMS, Whatsapp) dans certaines communes. – App « AlertSwiss » avec notifications https://www.alert.swiss/fr/home.html – Alertes relayées systématiquement par les médias traditionnels locaux et nationaux.	Pas de campagnes majeures "pour ne pas effrayer les touristes" (B. SteinBrunner)	Pas d'initiative auprès des loueurs privés, chambres d'hôtes, AirBnB ou équivalent malgré le constat de manque par l'AINEVA
Déploiement	Très inégal notamment en termes de niveau de détail et d'opérationnalité	Les Communes doivent coordonner leur PAI avec ceux des communes avoisinantes.	En 2020 lors de l'évaluation des plans quinquennaux précédents, le ministère a identifié des difficultés dans la mise en œuvre des mesures prévues dans le domaine de la gestion des risques et notamment la sensibilisation de la population à un comportement adapté aux risques	Faible hors cas particulier du Sud Tyrol
Lien carte d'aléas / avalanche exceptionnelle	Même si identifié comme un des rôles de l'ARE [FRA3], pas de cas connu et a priori de lien opérationnel effectif entre l'ARE et un PCS, vraisemblablement du fait d'une période de retour inadaptée du premier	⚠ Pas de lien direct et systématique entre les zones jaunes et les procédures de gestion de crise mais le sujet serait à l'étude au niveau fédéral.	⚠ A priori non (Cf. discussion ci-contre)	⚠ La notion d'"avalanche exceptionnelle" existe dans les Guides AINEVA [ITA2] : il s'agit d'un événement avec une période de retour supérieure à 100 ans, pour lequel les simulations ne sont pas obligatoires, et il est rattaché à la zone jaune. Pas de lien direct avec la gestion de crise

Focus particulier: Au-delà de l'utilisation actuelle des cartes d'aléas pour alimenter les plans d'évacuation, un débat est apparu récemment en Autriche qu'il est intéressant de rapprocher d'un des objectifs de la doctrine pour la prise en compte des avalanches exceptionnelles (de période de retour typique 300ans) au travers de l'ARE : selon [FRA3], il s'agit en effet de " disposer d'éléments de connaissance utiles pour l'élaboration ultérieure du plan communal de sauvegarde (PCS), notamment des données d'intensité (mode de survenance et effets du phénomène de référence) dans ces zones pour permettre la mise en œuvre de mesures proportionnées en période de risque exceptionnel (évacuation, confinement...)".

Côté Autrichien, [AUT4] indique "Une représentation obligatoire de ces surfaces [atteinte par des phénomènes d'une période de retour tri-centennale] dans les plans de zones de danger serait toutefois opportune, car elle pourrait contribuer à augmenter la conscience des risques de la population et servir de base aux plans d'alerte de la protection contre les catastrophes." Ce à quoi le ministère répond que du point de vue d'une communication efficace sur les risques, les représentations de surfaces avec une signification diffuse ("il est seulement certain que rien n'est sûr") seraient extrêmement critiques et affaibliraient indirectement [] les zones de danger rouges et jaunes [Cf. la fiche Carte d'aléas], car la population ne prendrait plus ces zones de danger au sérieux".

En Suisse, les PAI sont établis au cas par cas, les zones jaunes pouvant être prises en compte si cela semble nécessaire.





Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Méthodologie	Application du PCS	Application du PAI	Plan d'évacuation	Application du PAV
Responsabilité générale	Responsabilité locale du Maire. Coordination avec les Conseils Départementaux pour ce qui concerne les routes.	– le président de commune (ordonne la fermeture des routes communales, les évacuations mais les gens peuvent refuser de quitter leur habitation) avec l'appui du chef sécurité communal. – le voyer, chef d'un secteur au sein de l'arrondissement du canton, ordonne la fermeture des routes cantonales.	Responsabilité locale du Maire.	Responsabilité locale du Maire.
Services d'appui	Commission de sécurité multi-acteurs au niveau communal. Protection civile en appui via la préfecture le cas échéant.	Les EMC pilotent l'engagement des partenaires sécuritaires, des services techniques et des autorités lors d'événements catastrophiques, au niveau (inter)communal ou cantonal le cas échéant.	Département II/ORK/10 du Ministère Fédéral de l'Intérieur.. Moyens déclinés à l'échelle de la catastrophe	Protection civile
Anticipation/ Surveillance	Réseau Météo-France dont Centre d'Etude de la Neige pour la réalisation quotidienne du BERA: Réseau de Balise Nivoses, modèles d'évolution du Manteau neigeux (chaîne SAFRAN-Crocus-MEPRA) alimentés par les observations quotidiennes d'un important réseau d'observateurs et notamment (quasiment) toutes les stations de ski.	B SLF + MétéoSuisse + Services cantonaux + Commission (intercommunale) de Sécurité. Ex. Valais : le SDANA coordonne 27 services d'observation sur l'ensemble du canton ; ils couvrent l'ensemble des communes concernées par les dangers d'avalanches. Sur le terrain, des "observateurs danger naturels", formés au SLF pour la partie avalanche (cours A & B, recyclage tous les 4 ans) fournissent des données et des avis ;	B Dans chaque commune est mise en place une commission d'avalanche, elle est chargée de suivre localement les conditions pour conseiller le maire en matière de fermeture de routes ou d'organisation d'évacuations. Exemple du Tyrol [AUT9].	B Mise en place de Commissioni Locali Valanghe (CLV): depuis 2010 dans le Val d'Aoste. Découpage supra-communal avec 17 CLV pour 74 communes concernées. En général composée de guides alpins locaux, d'un responsable de domaine skiable et d'un interlocuteur du Corps Forestier régional du territoire concerné. Système équivalent dans le Piémont depuis (seulement) 2019.
Ecosystème / ressources	Emergence supplémentaire de prévisionnistes locaux. Dans les communes adossées à un domaine skiable, rôle crucial du Directeur de la Sécurité des Pistes, souvent délégué par le Maire pour la sécurité du territoire communal (Val d'Isère par ex.). En parallèle, commission de sécurité multi-acteurs notamment en cas de crise	– Chef sécurité dans les communes (équivalent de prévisionnistes locaux avec pouvoirs élargis) – Plateforme GIN (mesures et alarmes en temps réel) https://www.info.gin.admin.ch/bafu_gin/fr/home/gin/uebersicht.html	Depuis 1999, fort développement du réseau des stations d'observation, de mesure et d'alerte météorologique	Dans le Val d'Aoste, véritable réseau régional yc avec la Fondation Montagne Sûre https://www.fondazioneontagnasicura.org/ , le CELVA...
Bulletin avalanche	Selon le cadre de l'EWAS (European Avalanche Warning Services. www.avalanches.org)	Selon le cadre de l'EWAS mais avec des niveaux de danger intermédiaires (cf. Focus)	Selon le cadre de l'EWAS (European Avalanche Warning Services. www.avalanches.org)	Selon le cadre de l'EWAS (European Avalanche Warning Services. www.avalanches.org)
Alarme - EU alert	Cas particulier de l'automate d'alerte de Chamonix ou de la Réserve Communale de Sécurité Civile créée en 2022 à Val d'Isère. Mise en place de FR-alert.	Application AlertSwiss de l'OFPP	application KATWARN (Katastrophenwarnung / https://www.bmi.gv.at/204/at-alert/ + >8000 sirènes d'alarme) et désormais/récemment AT-Alert mais avec encore peu de recul.	IT-alert en phase (finale) de tests + applications régionales et canaux sur les réseaux sociaux

Focus particulier : La systématisation des commissions locales d'avalanches, à l'échelon communal ou intercommunal est une réalité en Suisse, Italie et Autriche, plus qu'en France (même si des commissions de sécurité sont aussi opérationnelles et avec un rôle crucial pour les communes présentant les risques les plus importants). Par exemple, entre le Tyrol (Autriche), le Haut-Adige et le Trentino (Italie), il y a actuellement plus de 2 000 membres actifs dans 346 commissions d'avalanches [ITA8]. Ces personnes, qui travaillent principalement à titre bénévole, contribuent de manière décisive à la sécurité de leurs communautés. Leur tâche principale est d'évaluer le risque d'avalanche et de conseiller les maires, qui agissent en tant qu'autorité suprême de protection civile au niveau municipal.

Afin d'améliorer cette évaluation des risques dans toute cette partie transfrontalière, des représentants des commissions municipales d'avalanches des trois régions interagissent dans le cadre du projet Interreg Cairos [ITA8] qui se déroulera jusqu'au printemps 2026 et vise à harmoniser les flux de travail des commissions d'avalanches. En particulier, une équipe d'experts a développé des solutions dans les deux régions pilotes transfrontalières sélectionnées, Brenner et Passo Sella. Une prochaine étape importante est le développement de logiciels multilingues qui prennent en charge la documentation, l'information et la communication.

Un exemple concret de l'utilité d'une coopération améliorée et de moyens modernisés est la mise en œuvre de fermetures de routes. En cas de risque élevé d'avalanche, ces fermetures peuvent désormais être effectuées de manière plus précise et plus sûre et communiquées plus clairement. Cela contribue de manière significative à la sécurité de la population et réduit les risques d'accidents.

En Suisse, on note une évolution récente majeure : depuis toujours, l'échelle européenne des dangers d'avalanches est très critiquée par les pratiquants (amateurs et professionnels) et par les responsables locaux de la sécurité pour son manque de précision et l'ambiguïté du niveau 3. Aussi depuis l'hiver 2022-23, des niveaux intermédiaires ont été introduits. L'échelle utilisée actuellement en Suisse comporte 13 niveaux au lieu de 5 (cf. <https://www.slf.ch/fr/bulletin-davalanches-et-situation-nivologique/en-savoir-plus-sur-le-bulletin-davalanches/degres-de-danger/>)

Pays	 FRANCE	 SUISSE	 AUTRICHE	 ITALIE
Généralité	Sujet encore peu étudié avec de grandes disparités selon les territoires, les contextes économiques et les profils de population. Paradoxalement, proportion anormalement élevée de "locaux" dans les accidents d'avalanches lors des pratiques récréatives.	Pas/peu de sensibilisation particulière de la population. Les autorités souhaitent cependant développer davantage la notion de responsabilité individuelle face aux dangers naturels. https://www.dangers-naturels.ch/home/gestion-des-dangers-naturels/avalanches.html	Malgré un écosystème très montagnard, [AUT3] indique paradoxalement "il faudrait établir/structurer une culture du risque en Autriche". En même temps, bulletin journalier du risque avalanche diffusé à la radio et qui explique la situation du jour et à venir et qui fait dire à S. Sauermoser que la culture du risque avalanche (des locaux) est plutôt élevée.	Dans le cadre des projets Interreg (Cf. pratiques particulières ci-après. D'autres mais désormais inaccessibles sur internet), plusieurs initiatives ont été mises en œuvre pour promouvoir la prévention et la culture des risques, et chaque hiver, l'organisation de secours du Club alpin italien organise la journée de prévention et de culture « Sicuri in Montagna » (En sécurité en montagne).
Plateformes d'informations dédiées au contexte urbain	www.avalanches.fr et cas départemental: https://www.haute-savoie.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Prevenir-le-risque-et-se-proteger/Risques-naturels/Avalanche/Prevention-et-mesures	Information très dispersée. Généralités et synthèse sur : https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/dangers-naturels.html	https://www.naturgefahren.at/	https://valangheweb.partout.it/valangheweb/
Concertation des propriétaires	Concertation avec les élus et enquête publique auprès de la population lors de l'élaboration ou mise à jour d'un PPR. En parallèle, règle systématique d'Information des Acquéreurs et Locataires (IAL) selon l'article R. 125-24 du Code de l'Environnement . Mais peu d'autres rendez-vous formels. Exercices quelques fois associés à l'émergence d'un (nouveau) PCS: sur internet seulement exemples anciens de Pralognan la Vanoise (73) et la Ferrière (38)	Enquête publique, au niveau communal, lors de la réalisation ou de la révision d'une carte de danger (processus comportant plusieurs voies de recours).	Concertation au travers de l'élaboration du projet d'aménagement du territoire qui indirectement intègre la carte de danger. Obligation légale d'une démarche publique au moins à travers l'affichage au tableau officiel de la commune. En pratique, véritables réunions voire entretiens avec les propriétaires impactés [AUT3].	Concertation systématique pour les différents niveaux (développement régional, aménagement "urbain"/communal) au travers du tableau d'information correspondant, désormais numérique, selon une durée dépendant de la procédure (en général 60 jours). Possibilités de remarques ou objections auxquelles l'administration doit répondre.
information touristes - via site web office/opérateurs touristiques	Sites web globalement peu orientés vers la sécurité avalanche dans les zones aménagées hormis cas du hors-piste	Pas d'information relative aux avalanches urbaines mais sites Internet dédiés à la sécurité des pratiquants de la montagne (notamment White Risk) pouvant être utiles.	Eventuelle information quant aux avalanches urbaines (non trouvée) clairement enfouie sous la multitude de site dédiés à la sécurité en ski de rando et hors-piste (par ailleurs largement traitée, notamment par l'ÖGSL)	Eventuelle information quant aux avalanches urbaines (non trouvée) clairement enfouie sous la multitude de site dédiés à la sécurité en ski de rando et hors-piste (notamment via l'AINEVA)
information habitants - via site web mairie	Citation des PPR mais rarement plus	✘ Accent mis sur la responsabilité individuelle (cf. art. 3, alinéa 7 de art. 4 Al. 1 e de la LDNACE). Informations sur quelques sites Internet de communes. Ex. Valais : https://www.commune-cransmontana.ch/news/dangers-naturels--crans-montana-compte-peu-de-zones-a-risques-4659...	Même à Galtür, aucune information pratique hormis une commémoration /rappel des événements de 1999 (https://galtuer.gv.at/unser-galtuer/lawine-1999/94-im-gedenken-1999)	Normalement accessible par les citoyens sur différentes plateformes (ou sur demande) mais peu de diffusion pro-active

Focus particulier : Une recherche dans ce domaine a clairement identifié une première difficulté pour atteindre la production et le résultat de différents projets Interreg (sites web parfois juste institutionnels ou qui finissent par être obsolètes après quelques années). Ce manque de capitalisation de la donnée est paradoxal lorsqu'en plus le sujet est justement celui de la diffusion de l'information.

Positivement, le projet récent RiKoSt (Risikokommunikationsstrategien / Stratégies de communication sur les risques) s'est déroulé récemment entre 2018 et 2021 entre le Haut Adige Italien et la Carinthie Autrichienne. Il maintient pour l'instant une page web (<https://www.eurac.edu/it/institutes-centers/istituto-per-osservazione-della-terra/projects/rikost>) fournissant des liens vers différentes publications mais malheureusement parfois de manière partielle ou très résumée [AUT11]. Les principales recommandations pour une communication efficace sur les risques sont listées ci-après :”

Chacun d'entre nous a une conscience, une expérience et une connaissance différentes des risques liés aux dangers naturels. Il est donc important de reconnaître, d'évaluer et d'intégrer les différentes perspectives. Par exemple, en encourageant la formation, les discussions et les stratégies de communication et de participation, toujours dans le but de promouvoir une large culture du risque, et ce à tous les niveaux.

La communication entre les différents acteurs fonctionne très bien lorsqu'elle liée à des projets de protection ou à des nécessités concrètes. Sans cela ou en plus de cela, la communication des risques en "temps de paix" nécessite une plus grande coordination, par exemple par le biais d'une stratégie de communication à long terme élaborée et suivie par un groupe de travail composé de représentants des autorités, ou par un service spécifique qui s'occupe du sujet.

La population et les groupes d'intérêt, avec leurs approches et leurs perceptions différentes, doivent être impliqués. La communication sur les risques doit donc s'orienter vers les groupes cibles et tenir compte des points suivants :

- Il est nécessaire de définir les compétences et les responsabilités afin que l'information de la population puisse se faire de manière efficace et effective dans les différentes phases du risque. C'est aux experts de l'administration publique qu'il incombe d'entamer le processus.
- Il existe de nombreux outils, sites web et d'information, mais ils ne sont pas suffisamment coordonnés entre eux et le public n'en sait pas assez. De plus, il est nécessaire de développer des outils ad hoc pour la communication, la sensibilisation et la formation, tels que des ateliers, des outils interactifs, des formations sociales, etc. Les lunettes VR [de Réalité Virtuelle], par exemple, se sont révélées très utiles, pour sensibiliser aux risques naturels et communiquer les risques d'une manière plus interactive.
- Les citoyens doivent être impliqués activement dans le processus de développement de leur communauté, par exemple en utilisant des plans de zones de danger. Cependant, pour que ces derniers puissent être utilisés dans la communication des risques, ils doivent être plus faciles à comprendre pour le grand public”.

En Suisse (Valais), des cours portant sur le risque avalanche ont été donnés dans les écoles en 1998-99-2000 (par Météorisk et La Maison FXB du Sauvetage, sur mandat du Département de l'Éducation et en collaboration avec l'OCVS). Mais ces cours ont été abandonnés lors d'une réorganisation des plannings scolaires, sur avis d'une commission pédagogique chargée de fixer les priorités éducatives.