

LE RISQUE INONDATION ET SA GESTION DANS UN LARGE TERRITOIRE: LA PLAINE DU RHÔNE EN AMONT DU LAC LÉMAN

FLOOD RISK AND ITS MANAGEMENT IN A LARGE AREA : THE RHONE PLAIN UPRIVER FROM LAKE GENEVA

Jean-Pierre Jordan¹ and Tony Arborino²

RÉSUMÉ

Plus de 13000 hectares de terres de la plaine du Rhône à l'amont du Lac Léman sont aujourd'hui menacés d'inondation dans la plaine du Rhône, dont plus de 1'000 hectares de zone à bâtir construite avec des intensités fortes. Il est prévu d'investir plus de 1,0 milliard d'euros d'ici 2030 pour protéger la plaine contre les crues centennales et les agglomérations contre les crues d'un temps de retour de 1'000 ans. Ces travaux vont s'étendre sur plusieurs décennies et durant cette période, une réponse appropriée doit être apportée aux demandes légitimes de protection rapide pour ne pas porter préjudice au développement de la plaine, sans toutefois aggraver le risque. Mesures structurelles rapidement exécutables, règles d'aménagement du territoire adaptées et communication transparente sur le risque sont développés ici comme conditions indispensables à une acceptation du projet.

Mots-clés: Carte de dangers, inondation, gestion territoriale, mesures anticipées, communication.

ABSTRACT

More than 13,000 hectares of land in the Rhone Plain upstream from Lake Geneva are currently susceptible to flooding, including a high-density development zone covering an area of around 1,000 hectares. There are plans to invest more than 1 billion euros up to 2030 in order to protect the Rhone Plain against hundred-year floods, and the agglomeration against thousand-year floods. The construction work will take several decades, and during this period a suitable response is to be made to the legitimate urgent calls for flood protection measures so that the development of the region can proceed without increasing the degree of risk. In order to secure the necessary level of acceptance for this major project, rapidly implementable structural measures, adapted land use planning and transparent communication about the degree of risk, will be essential.

Keywords: hazard maps, flooding, land use planning, anticipated measures, communication.

INTRODUCTION

Le Rhône de sa source au Léman s'écoule sur plus de 160km dans une plaine fortement urbanisée et industrialisée.

Les crues historiques du Rhône de ces dernières années, en 1987, 1993 et plus particulièrement en l'an 2000, ont clairement montré les limites de capacité hydraulique et de résistance des digues du Rhône. Sur la plus grande partie de son linéaire, l'aménagement actuel du Rhône n'est en effet pas à même de protéger la plaine contre la crue centennale. L'analyse de la capacité actuelle du fleuve le démontre.

¹ Dr. Jean-Pierre Jordan, Federal Office for the Environment, 3003 Bern, Switzerland (e-mail: jean-pierre.jordan@bafu.admin.ch)

² Tony Arborino, Service des routes et des cours d'eau, 1950 Sion, Switzerland (e-mail: tony.arborino@admin.vs.ch)

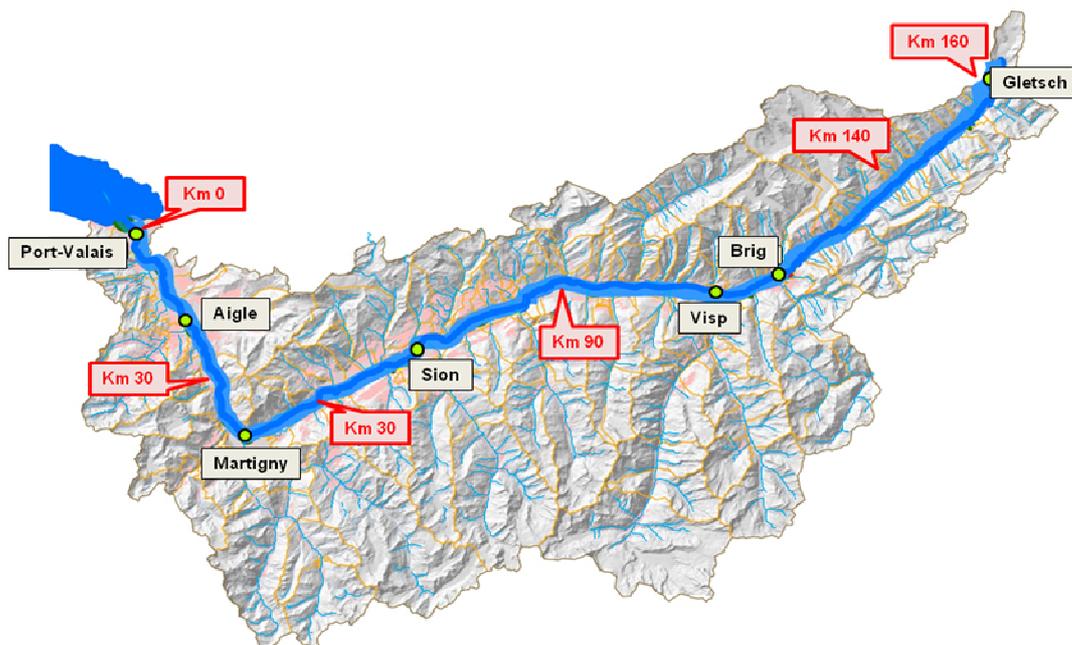


Fig. 1 Le Rhône et son bassin versant à l'amont du lac Léman
Fig. 1 The River Rhône and its watershed upstream of Lake Geneva

Ce manque de capacité n'est pas dû à des dépôts de sédiments sur le fond du lit. Au contraire. Depuis le milieu du siècle passé, on observe en général un abaissement du fond du Rhône, en raison de l'activité soutenue des gravières. Au manque de capacité hydraulique du Rhône, s'ajoute le très mauvais état dans lequel se trouvent ses digues: entre Brigue et le Léman, la moitié de celles-ci sont dangereuses, en raison de leur manque de stabilité (risques d'érosion interne et de renard hydraulique). A tel point qu'elles peuvent se rompre avant même que survienne un débordement. Les digues actuelles datent de la 2e correction du Rhône (1930 - 1960). Elles ont été construites par-dessus les digues de la 1re correction (1863 - 1884).

En Valais, plus de 11'000 hectares de terres de la plaine sont aujourd'hui menacés d'inondation, dont plus de 1'000 hectares de zone à bâtir déjà construite avec des intensités fortes. Les dégâts pourraient se chiffrer à plus de 10 milliards de francs. Une 3^e correction du Rhône est donc une nécessité absolue pour la protection des personnes et des biens et pour permettre le développement économique de la plaine.

Le projet planifié depuis le milieu des années 90 permettra de garantir la sécurité de toute la plaine jusqu'à la crue centennale. Les centres urbains et les grandes industries seront protégés jusqu'à des crues d'une période de récurrence bien supérieure. Mais, même s'il est prévu d'investir plus de 1,0 milliard d'euros d'ici 2030 et que des mesures prioritaires sont d'ors et déjà en chantier, la sécurisation totale de la plaine prendra plusieurs décennies. Dans ces conditions :

1. Quels sont les règles d'aménagement du territoire appropriées que l'on peut adopter durant cette période transitoire avant l'achèvement du projet sans prêter grandement le développement territorial ?
2. Quelles mesures structurelles peuvent être proposées pour sécuriser le plus rapidement possible les zones les plus sensibles ?
3. Quels sont les problèmes liés à la communication du risque et comment les affronter ?

Cette présentation fait donc le bilan des expériences acquises dans ces 3 domaines : planification du territoire, mesures structurelles et communication qui prennent une dimension nouvelle en raison de l'ampleur du projet. L'approche globale développée pourra sans aucun doute être précieuse pour les nombreux futurs projets de renouvellement des grandes infrastructures de protection contre les crues héritées du passé et qui ne correspondent plus aux normes actuelles.

BREF HISTORIQUE DES CRUES

Avant octobre 2000, la dernière grande crue du Rhône ayant provoqué des inondations remonte à 1948, avant la 2^e correction. Durant de nombreuses décennies, il n'y aura plus de grandes crues, jusqu'à celles de 1987, puis 1993 qui sont à l'origine de la 3^e correction du Rhône. Si les crues de 1987 et 1993 n'occasionnent que très peu d'inondations, elles ont chacune atteint la limite de capacité hydraulique et de résistance des digues. La situation était plus critique lors de l'événement d'octobre 2000 qui a provoqué une rupture de digue et d'importantes surfaces inondées. La situation aurait pu être encore plus critique si l'isotherme de zéro degré n'était pas brusquement descendu le dernier jour de précipitations intenses.

L'analyse des hydrogrammes de ces crues historiques de 1987, 1993 et 2000 a montré que les situations météorologiques lors desquelles ces événements rares se produisaient étaient relativement similaires : plusieurs jours de précipitations intenses, provenant du Sud des Alpes et amenées par un vent chaud chargé en humidité de la Méditerranée.

Mais, les crues du Rhône sont également fortement influencées par la répartition des précipitations et ainsi, par le moment de l'arrivée des débits de pointe des rivières latérales, à l'origine d'une éventuelle superposition de ces débits. Cela rend le comportement hydrologique de ce bassin versant complexe et augmente les incertitudes.

La position de l'isotherme du 0°C au-dessus de 3000 m et des précipitations antécédentes abondantes, facteurs déterminant pour la formation de ces crues exceptionnelles, sont difficiles à prévoir, spécialement si l'on prend en considération les effets du changement climatique.

Lors de ces trois crues, les débits de pointe ont nettement dépassés les valeurs historiques observées précédemment. Statistiquement, chacune de ces crues était proche de la crue centennale obtenue par ajustement statistique.

La 2^e correction n'a pas prévu des débits de cette importance. Ces événements historiques ont donc conduit à réviser les débits de projet à la hausse, en intégrant un intervalle de confiance à 90% pour mieux tenir compte des incertitudes mentionnées. Les débits de projet sont d'environ 30% supérieurs aux valeurs retenues lors de la 2^e correction.

LA CARTE DES ALÉAS DUS AUX CRUES DU RHÔNE

Les cartes des aléas représentent des documents de référence pour la prise en compte des dangers naturels en étant utilisées pour l'élaboration des plans d'affectation communaux (plans locaux). Ces cartes sont également importantes pour la planification ou l'élaboration de prescriptions pour des mesures de protection d'objets (réglementation sur la construction) et d'autres mesures visant à la réduction des dommages.

Les cartes d'aléas comportent des données sur les causes, le déroulement, l'intensité, le champ d'action et la probabilité d'occurrence des dangers naturels.

Les cartes des aléas pour les dangers naturels couvrent pratiquement tout le territoire suisse en respectant des critères homogènes. Le danger élevé est délimité en rouge, le moyen en bleu et le faible en jaune. La carte des aléas dus aux crues du Rhône de sa source jusqu'au Léman a été publiée en 2011. Auparavant, seule une carte indicative était disponible. L'échelle de représentation est le 1:10'000 hors zone à bâtir et 1:2'000 en zone à bâtir.

Les zones de danger reportées dans les plans d'affectation sont établies sur la base de la carte d'aléa calculée à l'aide d'un modèle d'inondation bidimensionnel prenant en compte l'expérience des dernières crues et les spécificités de la plaine du Rhône. Sa précision dans le calcul des niveaux d'inondation est de l'ordre de 10 centimètres.

Le modèle 2D mis en œuvre fait le lien entre celui du Rhône et celui de la plaine pour avoir une « maquette » virtuelle complète à l'intérieur de laquelle les flux hydrauliques sont calculés. Il prend en compte près de 1'300 profils en travers du Rhône et 1'600'000 points de hauteur dans la plaine pour une surface modélisée de 170 km², ce qui constitue une densité record à cette échelle. Il s'agit du plus grand modèle hydraulique jamais établi en Suisse, voire en Europe.

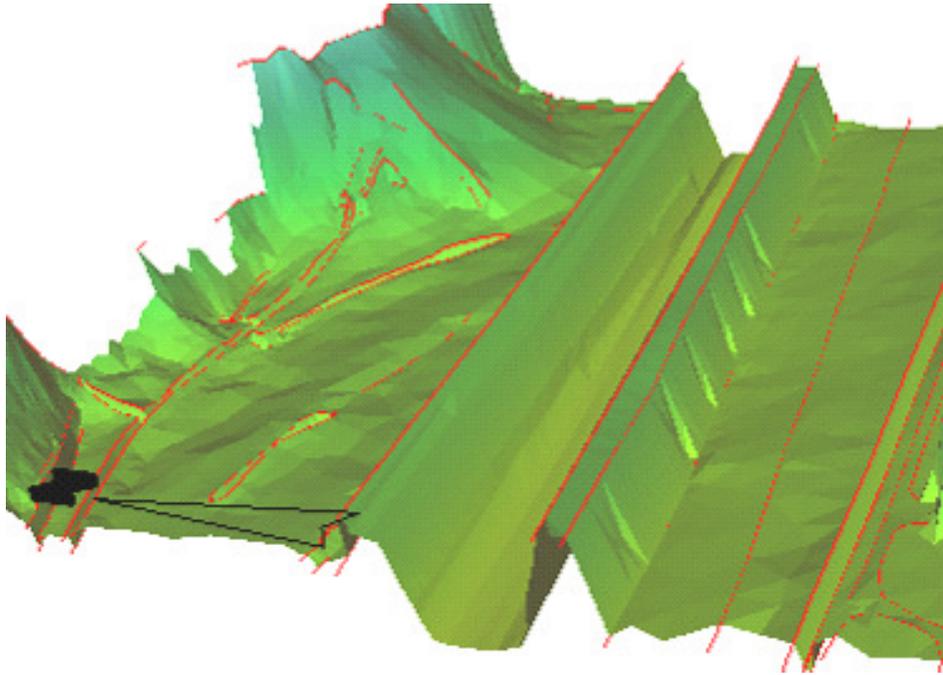


Fig. 2 Exemple de représentation du modèle 2D avec le chenal du Rhône et la plaine
Fig. 2 Example of representation of the 2D model with the channel of the Rhône and the floodplain

Ce modèle prend aussi en compte les particularités locales de la plaine grâce à de nombreuses visites et relevés de terrain complémentaires. Par exemple, les passages inférieurs sous l'autoroute, la route cantonale ou les voies de chemin de fer sont considérés, car l'inondation peut s'y propager.

Il en résulte que plus de 11'000 ha de plaine sont exposés à une inondation. En particulier, 1'055 ha de zone à bâtir sont situés en zone d'aléa élevé (rouge) et sont potentiellement inconstructibles compte tenu des prescriptions habituelles en matière de danger naturel. Cette situation de danger extrêmement étendue, concernant près de 100'000 personnes vivant dans la plaine et pouvant causer potentiellement pour plus de 10 milliards d'euros de dégâts est due à la situation du Rhône en crue surplombant la plaine de 4 mètres en moyenne, avec un risque de rupture de digue ou de débordement.

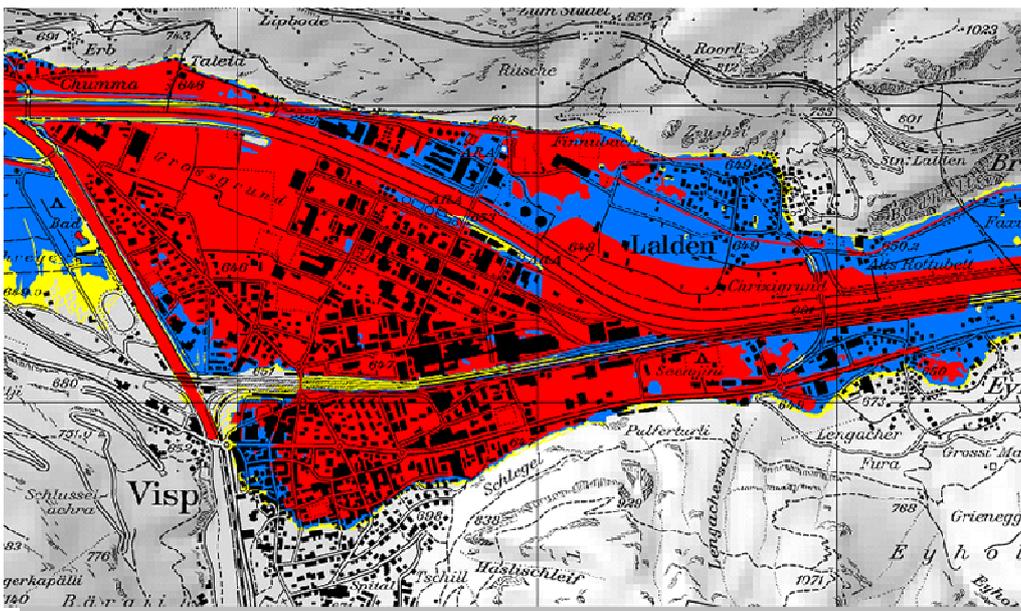


Fig. 3 Carte de dangers pour la ville de Viège et sa zone industrielle exposés à un danger élevé ou moyen couvrant la plus grande partie du territoire

Fig. 3 Hazard map of the city of Visp and its industrial area exposed to high or medium hazard covering most of the territory

LES RÈGLES D'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

Compte tenu des risques pour les personnes et les biens, des exigences issues de recommandations fédérales et appliquées uniformément en Suisse sont posées pour les autorisations de construire. Elles sont valables pour les différents dangers naturels. En zones d'aléa élevé (rouge), en principe, il y a interdiction de tout projet de construction (nouvelle ou transformée).

L'application de cette règle de gestion territoriale dans l'attente de la fin de la réalisation de la 3^e correction du Rhône prévue dans 30 ans serait disproportionnée et désastreuse pour le développement économique de la plaine.

Le canton a alors développé un complément au modèle de classification du danger (ou aléa) recommandé au niveau fédéral. Ce modèle prend en compte le temps de développement de la crue du Rhône et permet, sous conditions, la construction en danger élevé. Les prescriptions en situation de danger élevé du Rhône ont ainsi pu être allégées dans certains secteurs.

Une analyse plus fine des processus montre en effet deux particularités, dans le cas de la plaine, qui sont de nature à nuancer l'interprétation de l'aléa.

Le phénomène d'inondation de la plaine du Rhône est généralement un phénomène lent, à l'exception des secteurs situés en pied de berge où les vitesses sont élevées en cas de rupture de la digue. En cas d'inondation, le niveau d'eau monte dans un périmètre circonscrit par la digue du Rhône et un obstacle aval (souvent topographique). Compte tenu des étendues de ces périmètres, l'augmentation de la hauteur d'eau se fait lentement. Dans ces conditions, des mesures simples d'adaptations de la structure porteuse des nouveaux bâtiments leur permettront de résister à ces pressions d'eau statiques et d'éviter la rupture brusque qui caractérise les périmètres en aléa élevé (destruction soudaine des bâtiments).

Par ailleurs, la crue survient après plusieurs jours de météo défavorable, plusieurs heures de pluies et plusieurs heures de ruissellement et d'acheminement des eaux, en transitant par les retenues des barrages hydroélectriques dont l'effet de rétention est optimisé par l'outil de prévision et gestion des crues MINERVE. L'analyse dans le temps de ces phénomènes montre que si on fixe une cote d'alerte du niveau du Rhône définie par un temps de retour de 10 ans, on dispose d'un délai de 6 heures au minimum avant la pointe de crue. Une analyse globale des périmètres, du nombre de personnes et des habitations concernées par les spécialistes de l'organisation et de la planification des risques en cas de catastrophe montre que, si différentes conditions préalables sont réunies, ces périmètres peuvent être évacués dans ce laps de temps. Il s'agit principalement pour les communes d'avoir planifié et exercé de manière périodique l'évacuation dans son ensemble (mesures, délais et moyens).

Compte tenu de ces éléments (pas de destruction soudaine des bâtiments et possibilité d'évacuation durant la montée de la crue), et sous réserve de la garantie des conditions demandées pour permettre une évacuation rapide, les périmètres de danger d'inondation profonde ($h > 2\text{m}$) mais non concernés par des vitesses élevées ($v \cdot h < 2\text{m}^2/\text{s}$) pourraient être considérés comme des zones de réglementation (comme pour l'aléa moyen) et non comme des zones d'interdiction dans la réglementation territoriale.

Cette interprétation n'est cependant possible que dans le cas exceptionnel de danger lent et si les critères ci-dessous sont tous respectés de manière cumulative :

1. La zone est déjà affectée à la construction.
2. La zone à bâtir est largement bâtie.
3. Les nouvelles constructions ne conduisent pas à une augmentation significative du risque.
4. Le danger naturel est du type inondation statique.
5. Les nouvelles constructions ne sont autorisées qu'à la condition que la réglementation et/ou les restrictions d'utilisation permettent de limiter les atteintes à l'homme ou les dommages aux biens importants.
6. Des interventions d'urgence garantissent que les personnes concernées puissent être évacuées à temps hors du territoire dangereux et le système est validé par l'organisme cantonal compétent.
7. Les zones à construire ne se trouvent plus en zone rouge après réalisation de la 3^e correction du Rhône (selon la planification du plan d'aménagement).
8. Aucun autre danger naturel ne menace de manière forte le secteur.

De plus, le terrain à bâtir ne devrait faire l'objet d'aucune restriction de bâtir dans d'autres domaines (p.ex. bruit, protection des eaux souterraines,...)

LES MESURES STRUCTURELLES PRIORITAIRES

Un projet général a été élaboré depuis 2005 et a été mis en consultation auprès de la population. Sans entrer dans les détails, il prévoit un élargissement systématique du fleuve, dans les secteurs où cela est encore possible afin d'augmenter la capacité hydraulique sans devoir rehausser les digues. Cette dernière mesure est en effet peu robuste (notamment en raison du refoulement des eaux dans le réseau de plaine et dans les affluents) et conduit à aggraver les risques résiduels en cas de dépassement de la capacité hydraulique. Les coûts du projet dépassent le milliard d'euros et sa réalisation prendra plusieurs décennies.

C'est la raison pour laquelle, simultanément à l'élaboration du projet général, plusieurs secteurs prioritaires ont déjà fait l'objet d'étude de détail. A Viège notamment, site industriel et urbain, où les travaux sont aujourd'hui en cours.

Mais, la sécurisation sur cinq secteurs prioritaires, au centre d'agglomérations denses, prévue jusque vers 2025 ne suffit pas pour répondre aux attentes des autorités. Au-delà des craintes des citoyens auxquelles elles doivent en effet répondre, les contraintes sur l'aménagement du territoire ont un effet important sur le développement économique et touchent toute la plaine. Des solutions pouvant être mises en œuvre rapidement doivent donc également être proposées.

Plutôt qu'un phasage conventionnel des travaux, tronçon par tronçon, une réflexion a été menée pour proposer des mesures partielles ayant un maximum d'efficacité, mais compatibles avec le projet général.

Il s'agit de définir plusieurs phases de travaux dans chaque tronçon qui permettent d'atteindre plus rapidement les objectifs de protection tout en veillant à réduire les coûts d'investissements, notamment au niveau de la gestion des matériaux et à réduire l'impact écologique des travaux.

L'une des solutions envisagée a été de réaliser en priorité les arrières-digues prévues dans le projet général pour la gestion des risques résiduels et qui protègent uniquement les zones habitées. Mais, les arrières-digues définitives ne sont pas prévues pour gérer un scénario de rupture de digues du Rhône : S'il fallait les concevoir pour ce type de scénarios, ces arrières-digues devraient avoir des hauteurs dépassant celles des digues du Rhône et conduiraient à des emprises et à un impact très important dans la plaine.

La démarche générale de mise en œuvre échelonnée proposée consiste alors à construire la nouvelle digue prévue avec les matériaux de l'ancienne digue et à renforcer la digue maintenue. L'enrochement ou les anciens épis seront enlevés pour favoriser l'érosion naturelle et les blocs seront déposés temporairement en vrac au pied de la nouvelle digue.

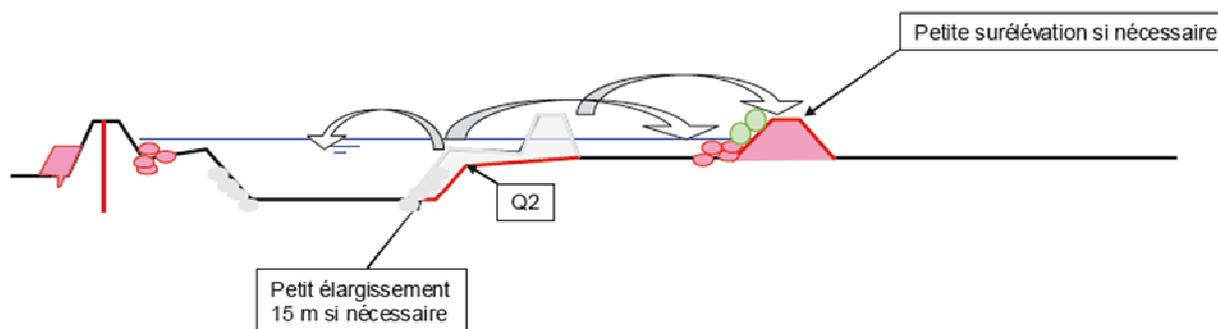


Fig. 4 Première phase de réalisation des mesures

Fig. 4 First phase of the implementation of the measures

Grâce à l'installation des gravières temporaires pendant 20-30 ans et au maintien de celles existantes, le déficit de charriage ainsi créé devrait faciliter l'auto-érosion latérale pour tendre vers le profil en travers définitif. Ce processus doit faire l'objet d'une surveillance régulière et au besoin être accompagné activement par des corrections à l'aide d'une excavatrice.

Les mesures préconisées devront faire l'objet de test sur un premier secteur. En cas de résultats concluants, la première étape décrite ci-dessus qui permettra de sécuriser une grande partie de la plaine contre les crues centennales devrait pouvoir être réalisée dans une période de 10 ans au lieu des 30 à 40 ans prévus.

Dans le même temps, les digues seront équipées de déversoir de sécurité afin de gérer au mieux les cas de surcharge. Il est en effet essentiel de privilégier une gestion globale du risque dans toute la gamme de débits. Cette préférence par rapport à des mesures qui ne font que repousser le seuil d'une inondation, sans permettre la maîtrise du risque résiduel, voire en l'aggravant est un des éléments clefs de la réflexion pour développer des solutions de sécurisation rapides et efficaces.

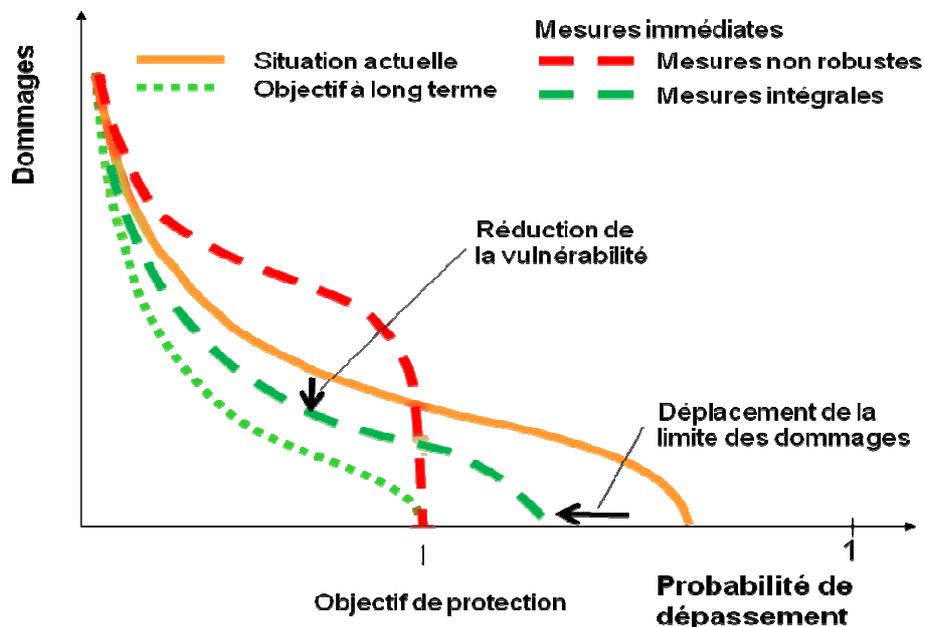


Fig. 5 Effets des différentes actions sur le risque

Fig. 5 Effects of different actions on the risk

LA COMMUNICATION SUR LE RISQUE – LA PROBLÉMATIQUE

La publication des zones de danger d'inondation du Rhône a mis en évidence la difficulté pour la population d'accepter l'idée d'être en danger, dans une société qui vise le danger zéro et cherche des coupables lors de chaque catastrophe.

Une gestion territoriale efficace passe pourtant par une acceptation et une intégration du risque par la population et les autorités, faute de quoi les mesures de restriction à la construction ne sont pas comprises et non respectées. Il s'agit donc d'améliorer la sensibilité et la compréhension du risque, voir de retrouver la mémoire du risque.

Une analyse globale des dynamiques sociales en lien avec le risque (fig. 5) montre en effet que, dans une première phase de développement territorial de la plaine du Rhône, la mémoire du risque était très présente et prise en compte.

Suite aux grands travaux de protection, le risque a été oublié et le développement territorial s'est fait sans le prendre en compte.

La publication des cartes et zones de d'aléas, basées sur l'expérience des grandes crues permet de disposer aujourd'hui d'une « matérialisation » de la mémoire du risque qui est prise en compte dans le développement territorial à travers les outils d'aménagement du territoire.

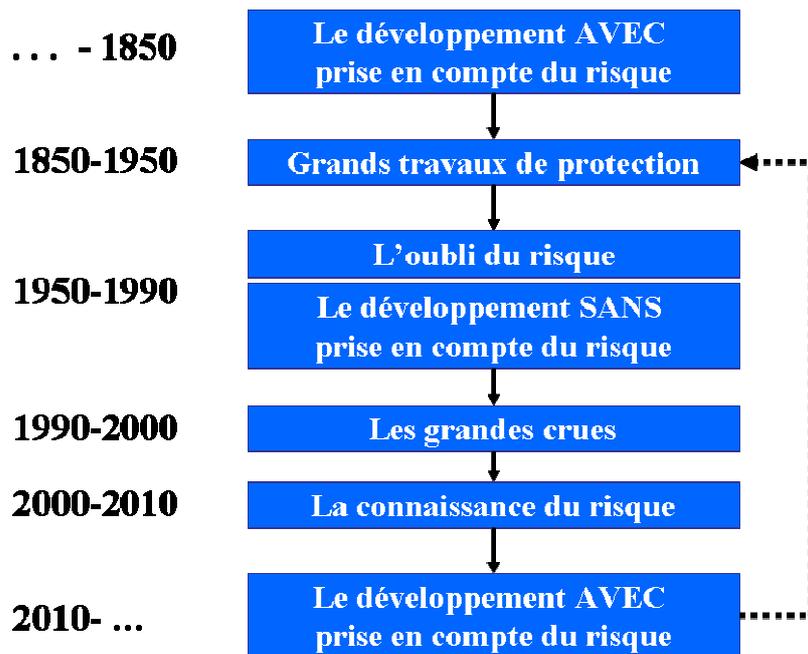


Fig. 6 Evolution au cours du temps de la prise en compte du risque

Fig. 6 Evolution with time of taking into account the risk

Finalement, les grands projets de protection contre les crues doivent prendre en compte la notion de risque résiduel après travaux et les cartographier, pour éviter une boucle et la répétition du schéma dès 1850.

Les mesures de réglementation du territoire après réalisation des mesures structurelles de protection sont alors cruciales pour éviter une nouvelle augmentation du potentiel de dommages. Une réglementation des constructions doit donc être maintenue dans les zones de risques résiduels. Selon les recommandations actuelles de la Confédération, les zones exposées à un aléa en cas d'événement extrême sont cartographiées en jaune strié et ceci indépendamment de l'intensité.

Pour une meilleure différenciation des mesures d'aménagement du territoire, le canton du Valais propose de garder l'information sur l'intensité en distinguant des zones striées jaune, bleue et rouge. Cette distinction peut s'avérer particulièrement utile lorsque la première étape de mise en œuvre échelonnée sera réalisée.

Car si la protection contre les crues rares sera effectivement atteinte après cette première étape, les objectifs de robustesse des mesures ne pourront être atteints qu'après réalisation de la totalité des mesures, ce qui doit être traduit sur les cartes d'aléa intermédiaires.

LA COMMUNICATION SUR LE RISQUE – LES OUTILS

L'outil principal de communication sur les aléas est le plan des zones de danger. Il est mis à l'enquête publique et donc consultable par toute la population. Il est ensuite reporté à titre indicatif sur les plans d'affectation des zones (voir fig. 3).

La représentation en trois degrés d'aléa (élevé – moyen – faible) correspondant à trois couleurs (rouge – bleu – jaune) simplifie la communication de ce type de plan.

Cette information sur l'aléa est présentée sous d'autres aspects pour en faciliter la consultation ou la compréhension.

Le film d'animation présentant les zones de danger depuis une vue virtuelle d'hélicoptère survolant la plaine permet une présentation du sujet en conférence avec une lisibilité accrue.

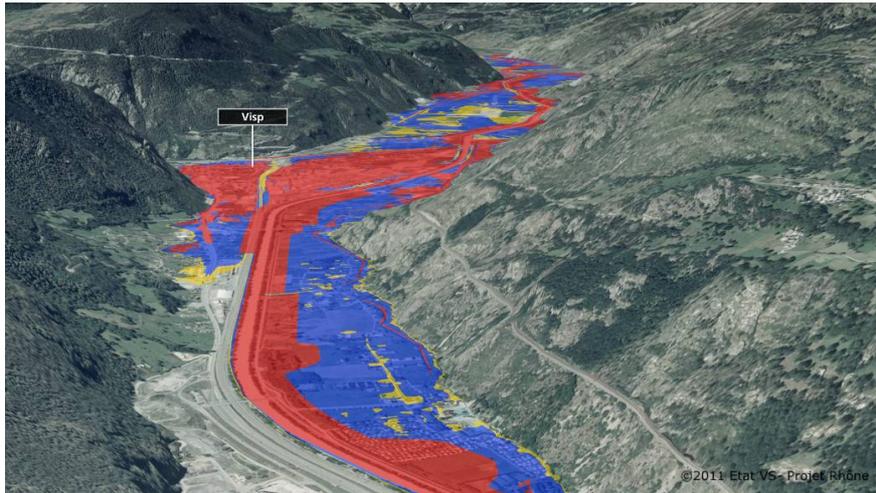


Fig. 7 Représentation virtuelle des dangers pour améliorer la communication
Fig. 7 Virtual representation of the hazards for improving the communication

Le site internet et le plug-in SIG (www.vs.ch → Accueil > Transports, équipement et environnement > Protection contre les crues du Rhône > Danger et territoire) permettent à tout intéressé de consulter on-line le plan des zones de danger sur le secteur le concernant, d'imprimer la carte souhaitée et de consulter les informations essentielles comme le niveau d'eau en un point. L'information peut donc être très facilement accessible par toute la population à l'échelle de la parcelle.

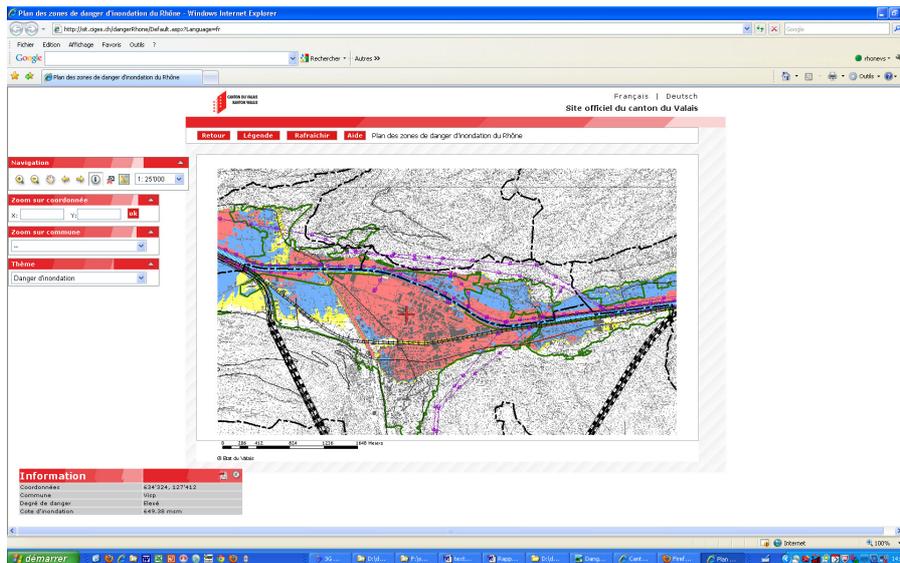


Fig. 8 Site Internet de l'Etat du Valais
Fig. 8 Website of the canton of Valais

Une feuille d'information (A3 recto-verso) présentant de manière synthétique les zones de danger ainsi que les réponses aux questions fréquentes a été éditée et distribuée aux communes concernées.

Des exercices d'évacuation sont demandés aux communes menacées par des dangers élevés. Sans l'organisation spécifique de leur plan d'intervention d'urgence et le test de leur structure et de leur faculté à assurer l'évacuation de la population menacée, le canton préavise négativement les demandes de construction en danger élevé sur cette commune.

Finalement, une hot-line a été organisée et un groupe de travail ad-hoc constitué pour répondre aux questions et cas échéant cerner de nouveaux besoins en communication.

CONCLUSIONS

Le projet d'aménagement du Rhône à l'amont du lac Léman est exemplaire des problèmes que posent une situation critique de danger sur un très grand territoire ne pouvant être résorbée qu'aux moyens de travaux s'étendant sur plusieurs décennies. Il faut alors pouvoir répondre aux craintes des habitants et à la pression des demandes de sécurisation rapide. Pour ne pas compromettre l'acceptabilité de mesures durables, d'autres actions doivent être développées tout en assurant une gestion intégrale des risques.

Durant les décennies que dureront les travaux de ce grand projet d'aménagement de cours d'eau, des mesures d'aménagement du territoire adaptées à la situation sont et seront appliquées pour éviter une augmentation des dommages, sans toutefois porter fortement préjudice au développement de la plaine. Outre les mesures prioritaires, la réalisation échelonnée des mesures sur pratiquement l'entier du linéaire devrait permettre de réduire efficacement et globalement le risque dans un délai deux fois plus court que celui prévu pour la réalisation de la totalité des travaux.

Ce projet constitue ainsi à ce jour un cas unique d'adaptation à grande échelle d'ouvrages hérités des grands aménagements hydrauliques du XIX^e siècle et du début du XX^e. La prise en compte pour de tels travaux des nouveaux paradigmes dans le domaine de la protection contre les crues nécessite alors le développement d'outils spécifiques tant en terme d'aménagement du territoire, qu'en terme de participation et d'information. Cette expérience sera très utile pour les futurs grands projets de renouvellement des endiguements, en Suisse ou en Europe, à l'exemple du projet international sur le Rhin alpin à l'amont du lac de Constance dont la planification des mesures a commencé il y a quelques années.

Les travaux en cours depuis 2008 pour la mesure prioritaire de Viège apporteront également des enseignements importants sur l'exécution des travaux et permettra de vérifier les résultats des modèles mathématiques et physiques. La protection durable d'un centre urbain et industriel avec des dommages potentiels dépassant le milliard d'euros est toutefois déjà sur la bonne voie.

REFERENCES

Département des transports, de l'équipement et de l'environnement du canton du Valais. Département de la sécurité et de l'environnement du canton de Vaud (2008). Rapport de synthèse du plan d'aménagement de la 3e correction du Rhône + (2010) Rapport intermédiaire sur l'information/la consultation publique de l'avant-projet du Plan d'aménagement (PA-R3) et du Plan sectoriel Vaud (PS-R3 VD) de la 3e correction du Rhône (mai à septembre 2008).*

Hernandez J.G., Horton P., Tobin C., Boillat J.-L. (2009). MINERVE 2010: prévision hydrométéorologique et gestion des crues sur le Rhône alpin, Wasser Energie Luft, 04-2009, pp 297-302.

Petrascheck A., Hegg C., et al. OFEG, WSL (2000). Les crues 2000. Analyse des événements, cas exemplaires. Rapports de l'OFEG, série Eaux, no. 2, Office fédéral des eaux et de la géologie.

OFEG (2001). Directives protection contre les crues des cours d'eau. Office fédéral des eaux et de la géologie.

Roduit B., Arborino T. (2010). Crues 2000, Saillon se souvient.

Boillat J.L. (2005). L'influence des retenues valaisannes sur les crues, le projet MINERVE, Wasser Energie Luft, 11/12-2005, pp 317-324.

*Téléchargeable sur le site de l'état du Valais : www.vs.ch → **Accueil > Transports, équipement et environnement > Protection contre les crues du Rhône**