

Reconstruction de crues historiques à l'aide de modèles hydrologiques et hydrauliques

Les hauts débits ne provoquent pas forcément des inondations. L'hydraulique est en effet déterminante. Grâce à la reconstruction précise du terrain, il est possible de simuler des événements de crue du passé avec des modèles hydrologiques et hydrauliques. Ces estimations comportent certes de nombreuses incertitudes, mais pour la gestion des risques de crue, c'est précisément cette information qui revêt une grande importance.

Reconstruction d'événements historiques extrêmes

La reconstruction d'événements de crue historiques peut compléter les relevés effectués dans les périodes de mesures instrumentales et donc fournir des bases essentielles pour l'évaluation d'événements extrêmes. C'est donc aussi une information importante pour le dimensionnement et la conception d'ouvrages de protection^{72,73} ainsi que pour la planification territoriale. D'une part, les événements extrêmes permettent d'étudier les processus qui peuvent entraîner une catastrophe. D'autre part, des événements de crue bien documentés réduisent les incertitudes dans l'évaluation des dangers et des risques.

Les événements de crue passés laissent des traces visibles sur le terrain sous forme de bordures d'érosion et de dépôts sédimentaires,^{74,75} dans les cernes des arbres,⁷⁶ dans des documents historiques (cf p. 18) ou encore sous forme de repères de niveau de crue sur des bâtiments.⁷⁷ Ces sources permettent de reconstituer d'anciens événements de crue. Ceci qui représente un grand potentiel pour l'analyse de la variabilité du climat régional et comme complément des données provenant de la période de mesure instrumentale. De ce fait, de nombreux groupes de recherche travaillent à la reconstruction d'événements de crue du passé avec des méthodes et des données très différentes.⁷⁸⁻⁸¹

En Suisse, les événements de crue historiques sont comparativement bien documentés: en plus des documents et des repères de crue, il y a eut très tôt déjà des mesures et de bonnes sources cartographiques.⁸² Au cours des grandes corrections des cours d'eau, des relevés étonnamment précis ont été effectués, comme des plans géométriques, des cartes topographiques historiques, des relevés de profils transversaux des cours d'eau et des mesures du niveau de l'eau (cf p. 20). En comparaison avec d'autres régions, cette richesse de données historiques permet une analyse très détaillée d'événements historiques.⁸³

Lorsque l'on reporte les débits, niveaux d'eau et surfaces inondées historiques reconstituées à la situation et au paysage actuels, il convient cependant de procéder avec prudence. En plus des variations climatiques et des modifications intervenues dans l'utilisation des terres dans les bassins versants⁸⁴, l'homme est intervenu très tôt déjà, et de manière directe, dans le système hydrographique: la déviation ou la correction des cours d'eau, les barrages, les ouvrages de protection contre les crues ont des répercussions directes sur la situation de l'ensemble du réseau hydrographique et surtout sur la situation locale des risques. Une situation hydrologique est typiquement modifiée par le creusement ou le réhaussement de seuils, ou la construction de digues latérales qui modifient de manière significative le profil d'un cours d'eau et donc le rapport niveau/débit.⁸⁵

Des ouvrages de protection contre les crues dans le cours supérieur peuvent accentuer les pointes de crue dans le cours inférieur.⁸⁶ Avant qu'un repère de crue ne puisse être pris en considération dans des analyses statistiques et des évaluations de risques plus approfondies, il faut donc reconstituer la situation hydraulique de l'époque.⁸⁷ En particulier lorsqu'il s'agit d'analyser sur de longues périodes l'influence du changement climatique sur la fréquence et la magnitude des événements de crue, il est impératif de tenir compte de la modification de la situation hydraulique.⁸⁸

Mise en évidence des modifications au cours du temps

Lors de travaux actuellement en cours à l'Institut de géographie de l'Université de Berne, les mesures et plans de situation du début du

XIX^e siècle figurant dans les archives historiques ont été numérisés et géo-référencés. Ces données de base, combinées avec les modèles numériques de terrain à haute résolution, disponibles depuis peu, dans lesquels on peut faire apparaître les traces d'anciennes crues, permettent une reconstruction détaillée de la surface historique du terrain. Celle-ci est représentée sous forme de modèle numérique de terrain et peut être utilisée pour des simulations hydrauliques. Grâce aux modèles de simulation disponibles aujourd'hui qui résolvent les équations de Saint Venant, des indications solides sur les débits de crue de jadis peuvent être déduites des repères de crues. Cette simulation permet de rendre plausible, de quantifier et d'interpréter les sources historiques qui sont le plus souvent qualitatives. Un autre avantage de la reconstruction des anciennes surfaces de terrain est que celles-ci permettent une comparaison avec la situation actuelle. Grâce à cette comparaison, on peut isoler l'influence de la morphologie modifiée du cours d'eau par rapport à d'autres facteurs influençant le débit et analyser ainsi son effet en particulier⁸⁹ (www.risikodynamik.ch).

Les événements de crue reconstitués ont encore un autre avantage pour la gestion des risques en général, à savoir la prise en compte intégrale de toutes les mesures destinées à éviter et réduire les risques de crue: le risque de crue peut en effet être décrit localement de manière frappante, surtout lorsque l'on dispose de documents et illustrations historiques. Cela facilite la sensibilisation de la population (www.ueberschwemmungsgedaechtnis.ch).

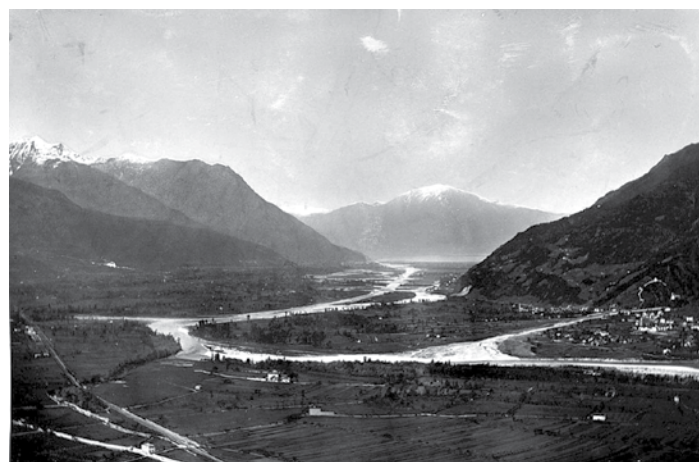


Fig. 51: Vue sur la rivière près de Giubiasco¹ et sur la plaine de Magadino. Photographie prise dans les années 1880. Les travaux de correction avaient déjà commencé mais le cours initial est encore visible.

L'événement de crue d'octobre 1868 reconstituée par le modèle hydraulique

Sur la base de travaux préalables⁶², le niveau de la partie supérieure du lac Majeur et les débits de crue dans la plaine de Magadino reconstitués à l'aide du modèle hydrologique (cf p. 28) ont été utilisés dans un modèle hydraulique afin de simuler les surfaces inondées. Le modèle hydraulique a été utilisé dans différentes configurations: en se basant sur l'état naturel (vers 1864) ou l'état actuel (vers 2003) du terrain et en se basant sur le niveau simulé ou observé du lac.

La comparaison des résultats montre que le plus haut niveau observé autrefois ne peut plus être atteint avec le rapport actuel niveau/débit à la sortie du lac Majeur. Lors de l'événement historique, le lit de la rivière s'est en effet nettement creusé à la sortie du lac, ce qui augmente fortement le débit.⁴⁰ Cela a pour conséquence aujourd'hui que le lac ne peut plus être retenu autant que dans la situation d'autrefois. La comparaison montre aussi que les corrections des cours d'eau dans la plaine de Magadino ont fortement réduit les surfaces inondables. Cet exemple montre de manière saisissante à quel point les effets d'un même événement déclencheur peuvent être différents en fonction des modifications dans la morphologie du cours d'eau. Il est impératif d'en tenir compte lors de l'interprétation de sources historiques.

Répercussions de la crue de 1868 autrefois et aujourd'hui

Depuis 1868, ce ne sont pas seulement le cours de la rivière et l'écoulement du lac qui se sont modifiés, mais aussi l'état de l'habitat. En aval de Bellinzona¹ et à proximité des rives du lac Majeur du côté suisse, on dénombrait en octobre 1868 436 bâtiments dans la surface inondable reconstituée d'après le niveau du lac mesuré et le débit de crue simulé. Si l'on considère le nombre de bâtiments en 2016, la même surface inondable (modèle de terrain historique) concernerait 3934 bâtiments. Cela signifie que l'état de l'habitat considéré a augmenté d'un facteur 9. Si l'on considère en revanche le cours actuel de la rivière (modèle de terrain actuel, niveau de lac simulé et débit simulé à Bellinzona), ce sont 944 bâtiments qui sont concernés. Cela veut dire que la protection contre les crues et l'agrandissement de la sortie du lac par l'érosion du fond pendant l'événement de 1868 montrent leurs effets. Environ 2990 bâtiments profitent aujourd'hui de ces modifications, planifiées et non planifiées, dans le système hydrographique. Les reconstructions d'anciens événements de crue peuvent donc constituer une base importante pour l'évaluation de la fréquence et de la magnitude des crues. Elles peuvent également être une base pour l'analyse de la dynamique spatiale et temporelle dans l'évolution du risque de crue.



Fig. 52: Comparaison des surfaces inondées de l'événement de crue de 1868 reconstitué par le modèle hydraulique (en haut) et les répercussions simulées du même événement sur la situation actuelle (en bas).