

> Analyse d'événements naturels Crues d'août 2007

*Analyse des prévisions météorologiques et hydrologiques
Analyse approfondie de la régulation des crues du pied du Jura*

*Résumé de la publication
«Ereignisanalyse Hochwasser August 2007», www.umwelt-schweiz.ch/uw-0927-d*

> Résumé

En 2007, ce sont les crues qui, parmi tous les dangers naturels, ont le plus affecté la Suisse. La plus importante s'est produite entre le 8 et le 9 août. Elle a touché de vastes secteurs du Plateau et du Jura suisses. Les débits considérables qui se sont écoulés dans la Birse le long de la vallée de Laufon, dans la région des lacs du Pied du Jura et dans l'Aar en aval du lac de Biemme ont rendu la situation particulièrement critique. Les eaux du lac de Biemme ont atteint un niveau jamais enregistré depuis la deuxième correction des eaux du Jura. Le débit de l'Aar en aval du lac a aussi atteint un nouveau record. La montée rapide des eaux et les débits considérables ont surchargé le réseau hydrologique du Pied du Jura, régulé au barrage de Port, à l'exutoire du lac de Biemme.

Etat des lieux

Le but de la deuxième correction des eaux du Jura, destinée à protéger les riverains des lacs du Pied du Jura et de l'Aar en aval du lac de Biemme contre les inondations, n'a pas été atteint en août 2007. C'est pourquoi les services compétents de la Confédération et des cantons de Fribourg, Vaud, Neuchâtel, Berne, Soleure et d'Argovie ont décidé le 17 août 2007 d'étudier cet événement. L'analyse de la crue consistait principalement à examiner les prévisions, vérifier la qualité des modèles prévisionnels appliqués et étudier en détail le système de régulation des crues des lacs du Pied du Jura et les débits de pointe de l'Aar en aval du lac de Biemme. Sur la base de cette analyse, des améliorations de la gestion de l'ensemble du système de régulation ont été étudiées.

Analyse de la crue: motifs et buts

Dégâts de crues en 2007 essentiellement imputables à l'événement des 8 et 9 août

Entre 1972 et 2008, les dommages causés par les événements naturels se sont élevés en moyenne à 350 millions de francs par an (montant corrigé de l'inflation, prix de base 2007). Avec une facture totale de 710 millions de francs les intempéries de l'année 2007 ont été particulièrement dévastatrices. L'impact financier des crues et des laves torrentielles s'est monté à 685 millions de francs. Trois quarts des dommages ont touché le domaine privé et un quart le domaine public. Plus d'un cinquième des communes suisses a été affecté par les crues de 2007, qui ont fait quatre victimes.

Les crues de 2007 ont causé d'importants dommages

L'année 2007 a été marquée par quatre événements majeurs:

- > du 7 au 9 juin, de violents orages ont fait trois victimes et les dégâts matériels se sont élevés à plus de 85 millions de francs dans la région de Huttwil (BE);
- > les 20 et 21 juin, des orages ont causé des dommages de l'ordre de 140 millions de francs dans toute la Suisse. Les cantons de Schwytz et de Berne ont été particulièrement touchés;
- > les 8 et 9 août, une crue provoquée par des précipitations persistantes qui se sont abattues sur de vastes régions a causé pour 380 millions de francs de dommages, ce qui en fait le plus grave événement dû aux intempéries de l'année, en terme de dommages matériels;

> le 29 août, un violent orage a causé des dommages, principalement dans le nord du canton de Berne, et touché la commune de Lyss pour la troisième fois au cours de la même année.

La crue des 8 et 9 août 2007 a fait une victime et causé d'importants dommages, en particulier sur les rives du lac de Biemme, de l'Aar en aval du lac et de la Birse dans la vallée de Laufon. Elle est responsable de plus de la moitié des dommages dus aux crues de 2007. Ce sont les cantons d'Argovie, de Soleure et de Bâle-Campagne qui ont payé la facture la plus lourde. Si on considère les dommages causés par un événement unique, la crue d'août 2007 occupe le huitième rang depuis le début du recensement systématique des dégâts d'intempéries en 1972.

Analyse météo-climatique de l'événement

Les précipitations à l'origine de la crue des 8 et 9 août 2007 ont duré quatre jours, du lundi 6 au jeudi 9 août. L'épisode a commencé par des précipitations convectives liées à un front froid. Puis la formation d'une dépression à l'ouest de l'arc alpin a entraîné des masses d'air chaud chargé d'humidité depuis le sud-ouest. Le glissement de cet air humide sur l'air froid a provoqué d'abondantes précipitations sur de vastes régions.

Plus de 100 à 120 mm de pluie sont tombés sur tout le nord des Alpes pendant l'épisode pluvieux du 6 au 9 août. On a même relevé localement un niveau de précipitations supérieur à 160 mm. Cet événement a touché la partie orientale du Jura, les Préalpes fribourgeoises et bernoises, ainsi que les cantons d'Argovie et de Zurich. Mais l'analyse a aussi révélé d'importantes précipitations à l'est des Alpes bernoises et valaisannes. Compte tenu de la limite des chutes de neige à ces altitudes, ces précipitations sont essentiellement tombées sous forme neigeuse, si bien qu'elles n'ont pas gonflé immédiatement les cours d'eau. La distribution spatiale des précipitations totales était homogène.

Statistiquement, les précipitations journalières relevées le 8 août, au plus fort de l'événement, correspondaient à une période de retour de 20 à 100 ans pour les stations de mesure situées au nord-ouest de la Suisse. Elle était de 20 à 50 ans le long de l'Aar, à l'ouest du Plateau et dans quelques stations argoviennes et zurichoises. Les périodes de retour des précipitations cumulées sur deux et quatre jours (7–8 août et 6–9 août) étaient généralement plus courtes.

Au matin du 6 août 2007, soit 60 à 72 heures avant que les pointes de crue n'atteignent les grands cours d'eau touchés, les modèles météorologiques ont fourni les premières indications d'un événement de fortes précipitations à grande échelle. Mais l'extension spatiale et la quantité de précipitations calculées par les modèles différaient selon les simulations jusqu'aux premières heures du 8 août, ce qui a compliqué l'évaluation de la situation et empêché d'émettre des avis précis.

Le premier avis de précipitations importantes au nord des Alpes, dans le nord et le centre des Grisons et surtout sur le versant nord des Alpes a été émis par MétéoSuisse

La crue des 8 et 9 août a causé la moitié des dommages de 2007

Les précipitations ont duré quatre jours

Des précipitations supérieures à 100–120 mm sur tout le nord des Alpes

Des précipitations dans l'ensemble pas exceptionnelles

Des signes avant-coureurs d'importantes précipitations

le lundi 6 août 2007 vers onze heures déjà, soit une soixantaine d'heures avant l'arrivée des pointes de débit.

Analyse hydrologique de l'événement

Au soir du 8 août, les premiers débits de crue ont été enregistrés autour du massif de l'Aar. Puis d'autres stations débimétriques, réparties sur tout le nord des Alpes, ont observé des crues successives. L'événement s'est déroulé dans un intervalle de 24 heures, sauf à la sortie des lacs, où les débits maximaux ont été retardés par l'effet de rétention des plans d'eau.

Une progression rapide de la crue, amortie par les lacs périalpins

Durant la nuit du 8 au 9 août, l'alimentation du réseau hydrologique du Pied du Jura a augmenté considérablement en raison de l'élévation des niveaux de l'Aar et de la Sarine. A ce moment, le débit sortant du lac de Biemme était déjà fortement diminué en raison du niveau d'eau élevé de l'Emme en aval. L'apport important de l'Aar via le canal de Hagneck, combiné avec la modération de débit au barrage de Port, a provoqué une élévation rapide du niveau du lac de Biemme, qui a dépassé le seuil de crue de 53 cm. Malgré la régulation du lac, un débit de 1262 m³/s, dépassant d'un quart l'ancien maximum de 1981, a été mesuré dans l'Aar à Murgenthal.

Un débit record dans l'Aar malgré la régulation à l'exutoire du lac de Biemme

Près de la moitié des quelque 200 stations fédérales ont enregistré des pointes de débit dont la période de retour est supérieure ou égale à deux ans. La crue a surtout affecté le centre du Plateau et le nord-ouest de la Suisse. Quatorze stations, situées pour la plupart en aval des lacs périalpins et dans le Jura suisse, ont enregistré la valeur la plus élevée depuis le début des mesures. Le débit maximum a particulièrement augmenté dans le cours inférieur de l'Emme, sur l'Aar en aval de l'embouchure de l'Emme et dans le bassin versant de la Birse.

Près de la moitié des stations hydrométriques fédérales touchées

Si on considère les valeurs extrêmes, l'événement s'est concentré sur le centre du Plateau et le nord-ouest de la Suisse. Il est jugé centennal ou plus rare dans dix stations et bicentennal ou plus rare aux stations de Wiler sur l'Emme, Murgenthal sur l'Aar et Moutier sur la Birse. Cependant l'Emme a déjà subi plusieurs crues supérieures entre 1908 et 1917, soit avant le début des mesures à Wiler, en 1922. Si on en tient compte, le débit de pointe d'août 2007 a une période de retour légèrement supérieure à 100 ans.

Un débit plus que centennal dans dix stations

Les stations du réseau hydrométrique fédéral ont subi des dégâts minimes en 2007. L'enregistrement et la transmission des données ont fonctionné quasi parfaitement pendant l'événement. Ainsi, les mesures de sécurisation contre les crues prises après 1999 afin de protéger ces infrastructures essentielles pour évaluer la situation et pour émettre des prévisions ont prouvé leur utilité et doivent être poursuivies systématiquement.

Le réseau hydrométrique a fait ses preuves en août 2007

L'alarme automatique en cas de dépassement des niveaux d'eau ou des débits fixés préalablement avec les clients a été déclenchée et transmise correctement.

Prévision des débits

L'OFEV émet des prévisions sur les crues à trois jours concernant le bassin versant du Rhin grâce au système FEWS (Flood Early Warning System), opérationnel depuis juin 2007. En août 2007, les prévisions des débits ont été publiées sur Internet et commentées en fonction des situations particulières. Le commentaire comprenait une estimation des précipitations prévues ainsi qu'une interprétation en termes de débits attendus. Alors que les prévisions sont émises une fois par jour (vers 08 h 30) du lundi au vendredi en temps normal, ce service a été assuré 24 heures sur 24 pendant la crue de 2007, pour la première fois en 20 ans de service de prévision hydrologique.

Des prévisions de débits émises pour la première fois 24 heures sur 24

Les incertitudes liées aux modèles météorologiques se répercutent sur les prévisions des débits. Ces dernières se basent sur des modèles hydrologiques également entachés d'incertitudes. En août 2007, les prévisions des débits opérationnelles ont fourni une image relativement fiable de l'évolution de l'événement 12 à 24 heures seulement avant l'arrivée des pointes de crue. Mais même au soir du 8 août, alors que les eaux montaient déjà, les débits de pointe et le moment de leur arrivée n'étaient pas encore prévus précisément. Les prévisions ont sous-estimé les débits maximaux de l'Aar, de la Limmat, de la Thur et du Rhin jusqu'à 20%. De plus, ils sont parfois survenus plusieurs heures plus tôt que prévu. La prévision des débits de l'Emme fut encore plus problématique. Tout cela indique que les modèles hydrologiques souffrent de déficiences, qu'il faut pallier.

Des prévisions de débits fiables seulement lorsque les eaux montent

La prévision des débits de l'Aar en aval du lac de Bienne est aussi compliquée par le fait qu'ils dépendent de la régulation du lac au barrage de Port. En cas de hautes eaux, l'écoulement est réglé en fonction du débit de crue observé dans l'Emme à Emmenmatt, si bien que la prévision est pénalisée par l'incertitude relativement grande concernant les débits sortant du lac de Bienne.

La régulation du lac interfère avec la prévision des débits

Régulation du réseau hydrologique du Pied du Jura en cas de crue

La crue qui a touché le système composé des lacs du Pied du Jura et de l'Aar en aval au mois d'août 2007 n'a pas pu être évacuée sans dommages, bien que la période de retour des apports dans les lacs ait été inférieure à 50 ans. La particularité de la crue d'août 2007 réside dans la combinaison d'apports importants, dans des lacs bien remplis conformément à la saison, et d'apports exceptionnels du bassin versant intermédiaire de l'Aar entre le lac de Bienne et Murgenthal.

La régulation du réseau hydrologique du Pied du Jura en août 2007

L'analyse de la régulation de la crue indique que l'augmentation considérable et extrêmement rapide des apports du bassin intermédiaire de l'Aar a empêché à elle seule de limiter le débit de la rivière à 850 m³/s à Murgenthal («convention de Murgenthal»). Mais l'événement d'août 2007 a aussi souligné les limites des principes de régulation. La crue de l'Emme a été identifiée trop tardivement. Et la méthode de calcul du débit de l'Aar à Murgenthal, appliquée pour réguler ses crues, n'a permis de prévoir que partiellement l'évolution de celle de 2007. De plus, les modifications de l'écoulement au barrage de Port sont limitées par un règlement. Ainsi, la marge de régulation était restreinte en août 2007.

L'analyse des mesures applicables pour améliorer la sécurité en cas de crues dans le système des lacs du Pied du Jura montre que la marge de manœuvre est restreinte et limitée aux actions suivantes:

- > augmenter le volume de rétention des lacs du Pied du Jura, en abaissant leur niveau lorsqu'une grande crue est annoncée (régulation sur prévisions);
- > optimiser le volume de rétention actuel des lacs du Pied du Jura, en agrandissant le canal de la Thielle pour égaliser plus rapidement les niveaux des lacs de Neuchâtel et de Bienne;
- > augmenter la capacité d'écoulement de l'Aar en aval du lac de Bienne;
- > optimiser la régulation des crues, en améliorant la détection précoce et la prévision des grands débits provenant du bassin versant intermédiaire de l'Aar en aval du lac de Bienne.

La réalisation d'ouvrage nécessite des investigations poussées, qui ne peuvent pas être réalisées dans le cadre d'une analyse des événements. Elles doivent faire l'objet de projets consécutifs. C'est pourquoi la présente analyse met l'accent sur les mesures rapidement applicables dans le domaine de la régulation. Mais elle indique aussi les possibilités offertes par les autres mesures.

La régulation des crues développée pour les lacs du Pied du Jura se base sur des prévisions de débits. Si les apports prévus font craindre une élévation excessive du niveau des lacs, le débit sortant au barrage de Port est augmenté préventivement. Cela permet notamment d'abaisser le niveau du lac de Bienne, qui réagit le plus rapidement et, ainsi, de créer un volume de rétention supplémentaire avant l'arrivée d'une éventuelle crue. L'efficacité de cette mesure a été vérifiée au moyen de simulations numériques pour différents scénarios d'afflux d'eau, fondés sur des événements historiques importants incluant une crue extrême. Dans tous les cas examinés, la régulation sur prévisions a permis d'abaisser significativement le niveau maximum des lacs. Pour les crues de 2005 et 2007, il a par exemple été diminué de 35 à 40 cm dans le lac de Bienne et de près de 30 cm dans le lac de Neuchâtel.

La régulation sur prévisions est peu sensible à l'imprécision des prévisions. Le système des lacs du Pied du Jura est «robuste» même lorsque les prévisions sont inexactes:

- > si un événement annoncé ne se produit pas, la durée et l'ampleur de l'abaissement préventif généré par erreur sont limitées. Le niveau initial du lac se rétablit en quelques jours;
- > si un événement non annoncé se produit, le niveau du lac n'aura pas été abaissé et on se retrouve dans la configuration sans régulation sur prévisions. Dans ce cas, la régulation sur prévisions n'aggrave pas la situation actuelle.

Compte tenu de ces résultats positifs, la régulation sur prévisions a été mise en œuvre à fin 2008 déjà, car toutes les conditions nécessaires étaient remplies. Elle complète le règlement de régulation existant, ce qui permet d'en conserver les éléments et les avantages. Les améliorations attendues grâce à cette nouvelle méthode concernent essentiellement la phase précédant les crues potentielles. La régulation sur prévisions est

Améliorations possibles dans le réseau hydrologique du Pied du Jura

Utilisation de prévisions pour améliorer la rétention des crues dans les lacs du Pied du Jura

Mise en œuvre rapide de la régulation sur prévisions à fin 2008

accompagnée d'une observation de la situation météorologique dans le bassin versant intermédiaire de l'Aar en aval du lac de Biemme. Les débits sont ainsi étalés lorsqu'une crue se prépare, en particulier dans l'Emme.

Il est en général plus efficace de réguler les débits sur prévisions plutôt que d'augmenter la capacité du canal de la Thielle. La solution optimale consisterait à combiner les deux. Mais l'effet d'un élargissement du canal doit être examiné en détail, pour un éventail de scénarios plus étoffé, car une augmentation de sa capacité d'écoulement pourrait avoir des effets négatifs dans certains cas. C'est pourquoi la faisabilité technique, le coût et l'utilité de cette mesure doivent être étudiés en détail dans le cadre d'un projet consécutif.

Agrandissement
du canal de la Thielle

En augmentant le débit maximal admissible au barrage de Port, on diminue le volume qui doit être retenu dans les lacs du Pied du Jura. Ainsi, leur niveau monte moins lors d'un événement. Cette mesure agit surtout sur les crues de brève durée comportant des pointes de débit marquées. Elle s'applique donc essentiellement aux événements qui se produisent en été, lorsque le niveau des lacs est élevé. Pour pouvoir augmenter le débit au barrage de Port, il faut que l'Aar ait une capacité d'écoulement suffisante en aval de l'ouvrage. Cette mesure nécessite donc une étude exhaustive et certaines adaptations de la capacité d'écoulement de l'Aar en aval du lac de Biemme.

Augmentation du débit maximal
admissible au barrage de
régulation de Port

Pour limiter plus judicieusement le débit à la sortie du lac de Biemme en cas de crue de l'Emme, il faut perfectionner la détection précoce des événements potentiels, réduire plus rapidement l'écoulement au barrage de Port et améliorer les prévisions des débits dans le bassin versant intermédiaire de l'Aar.

Optimisation
de la régulation des crues

La détection précoce des situations critiques nécessite des données pluviométriques. L'instrument le plus utile est le radar de précipitations, qui fournit des informations surfaciques, contrairement aux stations pluviométriques ponctuelles.

Ces améliorations des prévisions à court terme nécessitent de nouvelles bases et de nouveaux développements, qui n'ont pas pu être réalisés dans le cadre de la présente analyse. Ils doivent faire l'objet de projets consécutifs. Mais pour permettre de réagir plus rapidement aux crues de l'Emme dès maintenant, la vitesse maximale de réduction du débit au barrage de Port a été portée de 50 m³/s par heure à 100 m³/s par heure dans le cadre de la mise en œuvre de la régulation sur prévisions.

Conclusions

Les nouveaux produits et les incertitudes en matière de prévisions imposent des exigences élevées aux concepteurs de modèles ainsi qu'aux auteurs et aux destinataires des prévisions. En cas de danger impliquant plusieurs services de la Confédération, il est nécessaire que des spécialistes évaluent l'ensemble de la situation et son évolution. Ils doivent interpréter conjointement les informations et s'accorder sur une appréciation globale. Il faut aussi que les intéressés puissent obtenir à tout moment des informations interprétées et commentées utilement. A l'échelon de la Confédération, les conditions nécessaires doivent être réunies en 2010, avec l'instauration d'un état-major

Création d'un état-major
Dangers naturels à l'échelon
de la Confédération

spécialisé dans les dangers naturels qui réunira les services fédéraux concernés en cas d'événement.

Les destinataires doivent disposer des connaissances nécessaires pour interpréter et préciser les prévisions suprarégionales à l'échelle régionale ou locale. Pour cela, il faut notamment intégrer l'expérience locale et les observations faites sur place. Cela implique de recruter et de former des spécialistes aux échelons local et régional. Une formation de conseiller local en matière de dangers naturels est actuellement mise au point sous la houlette de l'OFEV. Les états-majors de conduite régionaux et locaux chargés d'établir des plans d'urgence et de maîtriser les événements bénéficieront ainsi d'un soutien spécialisé.

Formation de nouveaux spécialistes

Pour qu'une décision puisse être prise à temps, il faut pouvoir disposer de bases exhaustives et à jour. C'est pourquoi la mise sur pied de la plate-forme d'information commune Dangers naturels (GIN), lancée après la crue de 2005, a été accélérée. Elle tient notamment compte des contraintes de la régulation des lacs, conformément aux conclusions de l'analyse de la crue de 2007. Cette plate-forme sera mise à la disposition des services cantonaux compétents au printemps 2010, puis agrandie pour être accessible aux services locaux et enfin proposée à la collectivité.

Instauration d'une plate-forme d'information commune Dangers naturels (GIN)

Les prévisions permettent d'anticiper les crues, mais les délais d'alerte resteront toujours brefs. Il faut donc exploiter systématiquement les signes avant-coureurs d'un événement pour augmenter le degré de préparation et réduire le temps de réaction, en interprétant et en évaluant constamment les mesures et les prévisions. Cela implique d'élaborer des plans d'urgence et d'intervention exhaustifs et à jour et, surtout, de les exercer.

Elaboration et mise en pratique de plans d'urgence

La régulation des lacs doit exploiter les possibilités offertes par la prévision des débits, à l'exemple des lacs du Pied du Jura. La régulation sur prévisions développée pour compléter leur gestion actuelle tient compte des incertitudes entachant les prévisions.

Optimisation des règlements de régulation

Les eaux du Pied du Jura font partie d'un système plus vaste. La régulation des lacs du Pied du Jura, des Quatre-Cantons et de Zurich doit donc être harmonisée en cas de crue, et développée en visant une gestion globale des crues. L'objectif de cette gestion incluant les lacs régulés est de limiter les dommages dans l'ensemble du système lors d'un événement futur. Pour cela, il faut:

Gestion des crues à l'échelle du bassin versant

- > compléter les documents de base, notamment en inventoriant continuellement les dommages potentiels sur les rives des lacs et le long des cours d'eau situés à l'aval;
- > développer des modèles permettant de simuler l'incidence de diverses stratégies de régulation en cas d'événement;
- > prendre des mesures d'organisation, notamment en institutionnalisant les concertations entre les services de la Confédération et des cantons touchés.

L'analyse des événements indique que la gestion des eaux du Pied du Jura peut encore être améliorée. Les options doivent être examinées en détail dans le cadre de projets consécutifs, qui viseront à:

Des projets subséquents s'imposent

- > optimiser la régulation des crues, en améliorant les prévisions numériques sur lesquelles elle se base et les prévisions des débits de l'Emme et des autres affluents de l'Aar en aval du lac de Biemme;
- > examiner en détail les effets et la rentabilité d'une augmentation de la capacité du canal de la Thielle et de l'Aar en aval du lac de Biemme;
- > examiner la capacité d'écoulement et les possibilités de rétention de l'Aar, en tenant compte des centrales électriques situées le long de la rivière.

Les crues peuvent être mieux maîtrisées en réagissant plus tôt et plus vite en fonction de prévisions et en optimisant la régulation des lacs périalpins. Mais nous ne pourrions empêcher ni les crues ni la surcharge des ouvrages de protection lors d'un événement majeur. C'est pourquoi il faut impérativement établir une documentation complète sur les dangers, élaborer des plans d'urgence exhaustifs et à jour, alerter les organes de conduite et les unités d'intervention en temps utile et alarmer la population à temps pour limiter les dommages dans ces situations.