



HAL
open science

La géohistoire des inondations au service de l'évaluation critique du zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation : l'exemple de Thann (Haut-Rhin, France)

Brice Martin, Nicolas Holleville, Benjamin Furst, Florie Giacona, Rüdiger Glaser, Iso Himmelsbach, Johannes Schönbein

► To cite this version:

Brice Martin, Nicolas Holleville, Benjamin Furst, Florie Giacona, Rüdiger Glaser, et al.. La géohistoire des inondations au service de l'évaluation critique du zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation : l'exemple de Thann (Haut-Rhin, France). *Belgeo: Revue Belge de Géographie*, 2015, 1, 10.4000/belgeo.15926 . hal-02406509

HAL Id: hal-02406509

<https://hal.science/hal-02406509>

Submitted on 8 Jun 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Belgeo

Revue belge de géographie

1 | 2015

**Hazards and Disasters: Learning, Teaching,
Communication and Knowledge Exchange**

La géohistoire des inondations au service de l'évaluation critique du zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation : l'exemple de Thann (Haut-Rhin, France)

*Floods geohistory for a critical evaluation of Flood Risk Prevention Plan (PPRI):
the example of Thann (Haut-Rhin, France)*

**Brice Martin, Nicolas Holleville, Benjamin Furst, Florie Giacona, Rüdiger
Glaser, Iso Himmelsbach et Johannes Schönbein**



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/belgeo/15926>

DOI : 10.4000/belgeo.15926

ISSN : 2294-9135

Éditeur :

National Committee of Geography of Belgium, Société Royale Belge de Géographie

Ce document vous est offert par Université de Haute Alsace Service Commun de Documentation



Référence électronique

Brice Martin, Nicolas Holleville, Benjamin Furst, Florie Giacona, Rüdiger Glaser, Iso Himmelsbach et Johannes Schönbein, « La géohistoire des inondations au service de l'évaluation critique du zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation : l'exemple de Thann (Haut-Rhin, France) », *Belgeo* [En ligne], 1 | 2015, mis en ligne le 30 juin 2015, consulté le 17 mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/belgeo/15926> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/belgeo.15926>

Ce document a été généré automatiquement le 17 mai 2021.



Belgeo est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution 4.0 International.

La géohistoire des inondations au service de l'évaluation critique du zonage du Plan de Prévention des Risques d'Inondation : l'exemple de Thann (Haut-Rhin, France)

Floods geohistory for a critical evaluation of Flood Risk Prevention Plan (PPRI): the example of Thann (Haut-Rhin, France)

Brice Martin, Nicolas Holleville, Benjamin Furst, Florie Giacona, Rüdiger Glaser, Iso Himmelsbach et Johannes Schönbein

Présentation de la zone d'étude

- 1 Thann est une petite ville de l'est de la France (7930 habitants)¹ située dans le département du Haut-Rhin, au débouché de la vallée vosgienne de la Thur (figure 1). Cette rivière à caractère torrentiel prend sa source à environ vingt-cinq kilomètres en amont de Thann, sous la crête du Rainkopf (1304 m), bénéficie de l'apport de vingt - trois affluents principaux² et draine un bassin versant de 250km². En aval de Thann, la rivière s'écoule plus paisiblement dans la plaine d'Alsace pour rejoindre l'Ill, principal affluent du Rhin dans la partie française du Fossé Rhénan. Les crêtes bordant la vallée de la Thur reçoivent près de 2000 mm de précipitations par an et jusqu'à 2500 mm dans le haut bassin. Cette vallée d'origine glaciaire, plutôt étroite et encaissée, a vu les zones d'expansion des crues se réduire drastiquement depuis la fin du XIX^{ème} siècle, du fait de l'industrialisation et d'une urbanisation désormais presque continue dans la vallée (figure 1). Des évolutions de l'occupation des sols qui ne sont pas sans conséquence à Thann car la ville, traversée par la rivière, constitue un véritable verrou qui ferme la vallée (figure 2). Une situation évidemment favorable aux inondations, principalement en hiver où, lors

des périodes de redoux, peuvent se cumuler pluies intenses et brutales fontes des neiges³. Les crues torrentielles consécutives sont rapides, violentes et n'excèdent pas 24 heures. C'est une des raisons ayant conduit à la construction au début des années 1960, d'un barrage dans le haut bassin, destiné autant à soutenir le débit en période d'étiage, qu'à limiter l'impact des crues. Et ce, particulièrement dans la principale commune de la vallée, Thann, qui concentre des enjeux humains, matériels, fonctionnels, patrimoniaux au cœur d'une aire urbaine de plus de 32 000 habitants : quartier médiéval, cathédrale gothique, voie d'accès à la vallée de la Thur, usine chimique classée « Seveso seuil haut » (la plus ancienne usine chimique d'Europe ; figure 2 ; figure 6), etc.

Figure 1. Thann, au débouché de la vallée de la Thur dans la plaine d'Alsace.

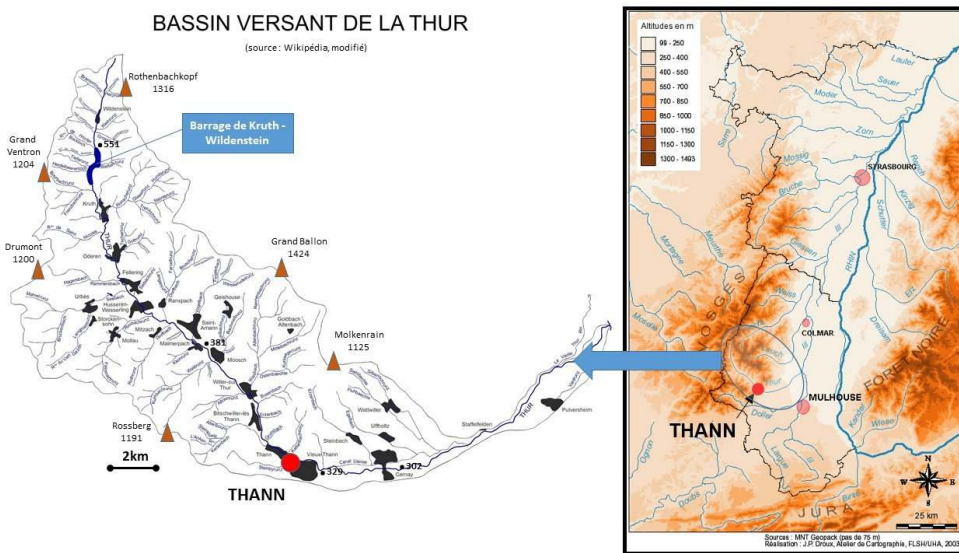
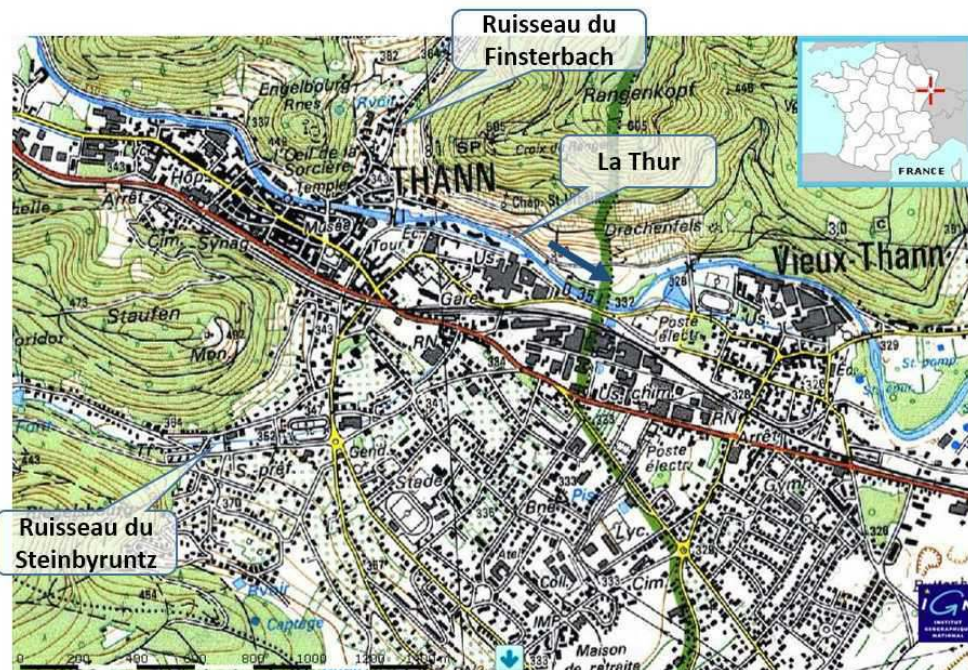


Figure 2. Thann verrouille l'entrée dans la vallée montagnarde de la Thur.



Fond topographique d'après www.géoportail.fr

Le PPRI de la Thur, une priorité dans le département du Haut-Rhin et un cas d'école en termes de géohistoire des risques

- 2 Dans ce contexte, la vallée de la Thur étant « l'une des plus vulnérables du département » (Kreis, 2004), on peut aisément comprendre que le Plan de Prévention des Risques d'inondations (PPRI) de la Thur ait été une des priorités en termes de réalisation dans le Haut-Rhin. Prescrit en 1997, il est le second du département à avoir été approuvé, en 2003, après « seulement » six ans, ce qui est presque un exploit (Martin & al., 2010) sachant que les suivants ont parfois attendu dix-sept ans avant d'arriver à terme (PPRI de la Doller prescrit en 1997 et approuvé en... 2014). C'est un PPRI englobant tout le bassin de la Thur et qui, lors de l'instruction puis de l'enquête publique, n'a guère suscité de réactions de la part des acteurs des scènes locales du risque. Une originalité puisque, en effet, il en a été tout autrement pour les autres PPRI du département, souvent âprement contestés par les élus locaux et les riverains (Martin, 2006 ; Martin & al., 2010 ; With, 2014). Dans le cas du PPRI de la Thur, la modélisation de la crue centennale ayant conduit à l'élaboration du zonage réglementaire, a été construite à partir des événements d'avril 1983 et février 1990, qui n'ont pourtant pas dépassé la récurrence cinquantiennale. Et pour la ville de Thann, le risque demeure somme toute spatialement limité, sauf en cas de rupture de digue (figure 5). Seule une zone restreinte de son territoire serait véritablement impactée par une crue centennale.
- 3 Toutefois, la cartographie du PPRI de la Thur à Thann soulève quelques questions. Des travaux publiés peu de temps après l'approbation du PPRI suggèrent une extension plus importante de la crue centennale dans la ville (Kreis, 2004) et, surtout, les archives récentes et anciennes semblent témoigner d'une zone inondable bien plus étendue que celle figurant sur le zonage réglementaire.
- 4 Il convient donc d'étudier de plus près les événements historiques afin d'essayer de les confronter au zonage du PPRI, en s'inscrivant, pour cela, dans une démarche géohistorique. Si la géohistoire des risques, et notamment des inondations, a déjà fait l'objet de publications (Bravard, 2004 ; Combe, 2007 ; Valette & al., 2014), elle bénéficie d'un développement particulier à l'Université de Haute-Alsace dans le cadre d'un travail collaboratif entre historiens et géographes (With, 2014 ; Giacona, 2014), permettant ainsi d'en préciser rapidement la méthode et les concepts. La géohistoire repose sur une prise en compte simultanée de la dimension spatiale et temporelle des objets géographiques (Franchomme & al., 2014), notamment sur le temps long, afin de les « mettre en récit » (Jacob-Rousseau, 2009) et de les contextualiser (Grataloup, 2015), ou de les confronter à des états antérieurs mettant en évidence les évolutions et le poids des héritages (mutations-permanences). Cela nécessite une triple compétence : à la connaissance des territoires et des processus et dynamiques qui les caractérisent, se rajoute la maîtrise des sources (Antoine & al., 2010). La contextualisation offre des opportunités de comparaisons diachroniques (à condition de tenir compte des discontinuités affectant les chronologies sur le temps long ; Martin & al., 2015), de hiérarchisation (Himmelsbach, 2012), voire de « réflexion sur les récurrences » (Grataloup, 2015). Ce qui présente évidemment un intérêt tout particulier lorsque l'on applique la méthode aux inondations, la connaissance des événements extrêmes constituant un enjeu important pour la prévention (Lang,

Cœur, 2014). Mais il faut pour cela accéder aux sources, ce qui se révèle particulièrement complexe dans une Alsace à l'histoire très mouvementée (Martin & al., 2015), et reconstituer les inondations historiques⁴ en tenant compte des facteurs naturels et anthropiques qui conditionnent leur occurrence et leur évolution, notamment les changements dans l'occupation des sols (Martin, 1996) . Cette contextualisation offre ensuite la possibilité d'envisager la transposition des événements anciens de référence dans le contexte actuel, afin, par exemple, de les confronter au zonage réglementaire issu des procédures de PPRI. Cette approche régressive, visant à analyser une situation actuelle à la lumière de l'évolution diachronique d'un territoire, est un des fondements de la géohistoire (Dournel, 2014 ; Grataloup, 2015). C'est l'ensemble de cette démarche qui va être détaillée à présent à travers le cas de Thann et de la Thur.

Thann face aux crues historiques de la Thur

- 5 Les recherches historiques menées dans le Fossé Rhénan (Alsace et Pays de Bade), à travers les programmes franco-allemand (ANR-DFG) TRANSRISK (2008-2011) et TRANSRISK² (2014-2017) ont montré qu'entre 1778 et 2014⁵, Thann avait été victime de vingt inondations dommageables, dont treize entre 1902 et 2014, ayant généré, depuis 1982, six arrêtés de catastrophe naturelle (1983, 1990, 1999, 2004, 2011, 2014) « Inondations et coulées de boue »⁶.
- 6 Plusieurs de ces crues ont été dévastatrices pour la ville, notamment celles de 1778, 1876, 1910, 1919 - 1920, 1947, 1983 et 1990 (Humbert, Corbonnois, 2000 ; Martin & al., 2011 ; Ehret, 2011). La comparaison entre ces inondations et leur hiérarchisation en matière de hauteur d'eau ou de dégâts peut être envisagée à Thann spécifiquement, dans la mesure où le cours de la rivière y a connu assez peu de changement en deux siècles, coïncée au pied d'un versant escarpé en rive gauche et le rempart médiéval de la ville en rive droite. Descriptions textuelles et photographies permettent notamment de placer des repères de crue le long d'une maison en bord de rivière, faisant apparaître l'importance des événements de 1919, 1920 et 1947, supérieurs à 1990 (figure 3). On manque malheureusement d'éléments pour inclure 1778 et 1876 dans cette hiérarchie. Et, surtout, les repères de crues « officiels », si utiles pour la comparaison des inondations (Gazelle, Maronna, 2009), établis sur des piles de nombreux ponts pendant la période d'annexion allemande (1870-1918), ont quasiment tous disparu du fait des bombardements des 1^{ère} et 2^{ème} guerres mondiales. Les seuls ponts « rescapés » se trouvent à plusieurs dizaines de kilomètres en aval, en plaine d'Alsace mais fournissent néanmoins des indications sur la hiérarchie des inondations. Dominant 1876 et 1919-1920, 1947 étant ici aussi manquante (figure 3). Mais la présence sur tous ces repères de crue de la marque correspondant aux événements de 1919-1920, permet, avec toute la prudence qui s'impose quant aux comparaisons sur des longues périodes, de considérer que les inondations de 1876, 1919-1920 et 1947, constituent des événements de référence dans le bassin et à Thann en particulier. C'est très intéressant car l'inondation de 1947 s'avère bien documentée à l'échelle locale, permettant d'entreprendre une reconstitution cartographique de l'extension de l'inondation, dans un objectif de comparaison avec la cartographie réglementaire du PPRI.

Figure 3. Repères de crues le long de la Thur, à Thann.

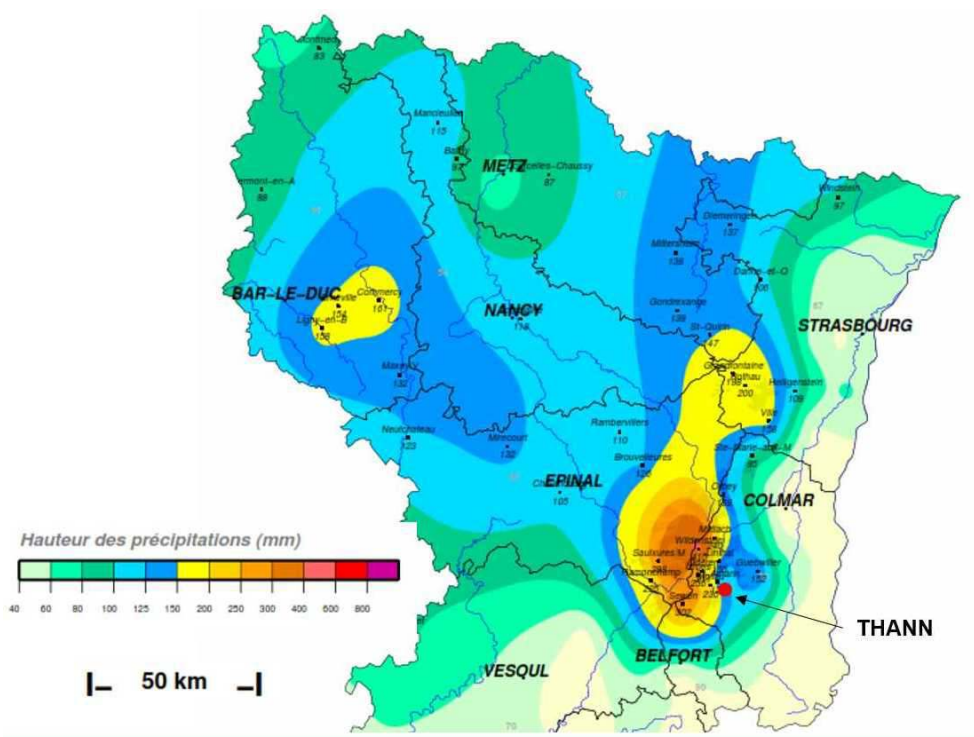


À gauche, reconstitués à partir des documents d'archives) et sur le pont SNCF de la ligne Colmar – Neuf-Brisach

Reconstruction cartographique de l'inondation de 1947

- 7 À Noël 1947, les Vosges connaissent d'importantes chutes de neige, avant l'arrivée d'un redoux brutal accompagné d'un épisode pluvieux très intense (figure 4). On mesure ainsi 185 mm de précipitations pour la seule journée du 27 décembre à Wildenstein en fond de vallée de la Thur et 415 mm sur cinq jours (Baulig 1950). Les 28 et 29 décembre 1947, la Thur sort de son lit, de même que tous ses affluents, et inonde la quasi-totalité des villes et villages de la vallée, causant la mort de deux personnes et emportant sur son passage une quinzaine de ponts⁷ et des kilomètres de voies de communication (Ehret, 2011). Les destructions sont importantes dans toutes les communes de la vallée alors en pleine période de reconstruction après les combats de la Libération. A Thann, la catastrophe est aggravée par le débordement des trois affluents locaux de la Thur (figure 6) : le Grumbach, le Finsterbach et surtout le Steinbyrunz. Les sources⁸ indiquent qu'un embâcle s'était formé dans le Steinbyrunz à cause des barbelés qui parsemaient le lit du cours d'eau depuis la fin de la guerre.

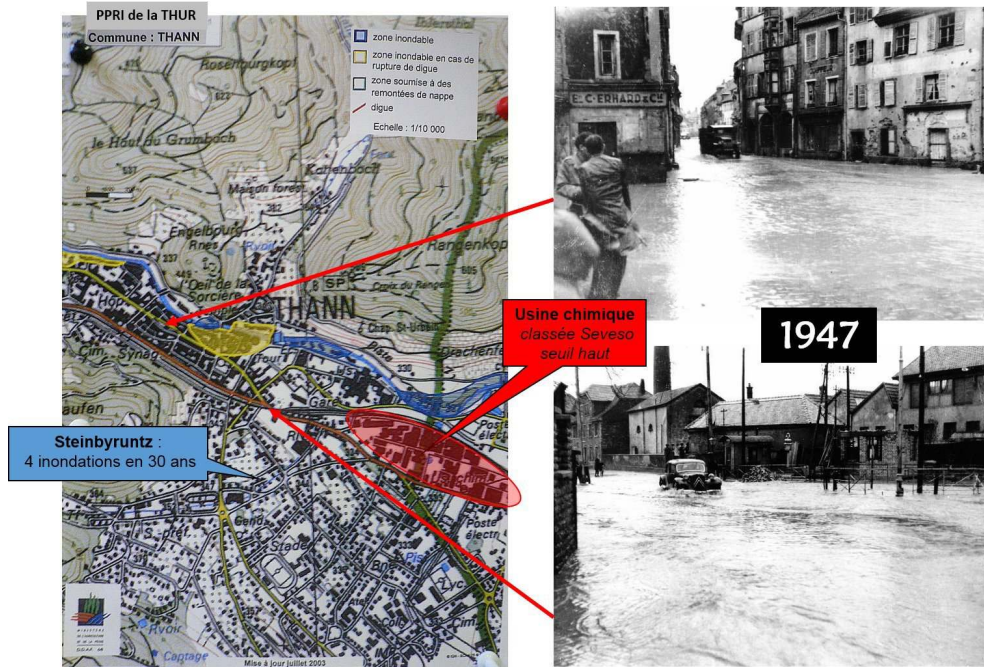
Figure 4. Cumul de précipitations (en mm) entre le 26 et le 31 décembre 1947.



Source : <http://pluiesextremes.meteo.fr> (édité le 11/08/2011 ; © Météo-France)

- 8 Dans les archives municipales de Thann, on trouve dans le dossier de la série J deux types d'informations intéressantes :
- la correspondance de la ville avec les autorités de tutelle, divers organismes de secours et associations professionnelles, mais aussi une série de 24 photographies de la ville inondée⁹ ;
 - les fiches de déclaration de dommages des sinistrés thannois¹⁰, réunies par la mairie et envoyées aux services de la sous-préfecture à des fins de secours financier et d'indemnisation exceptionnelle.

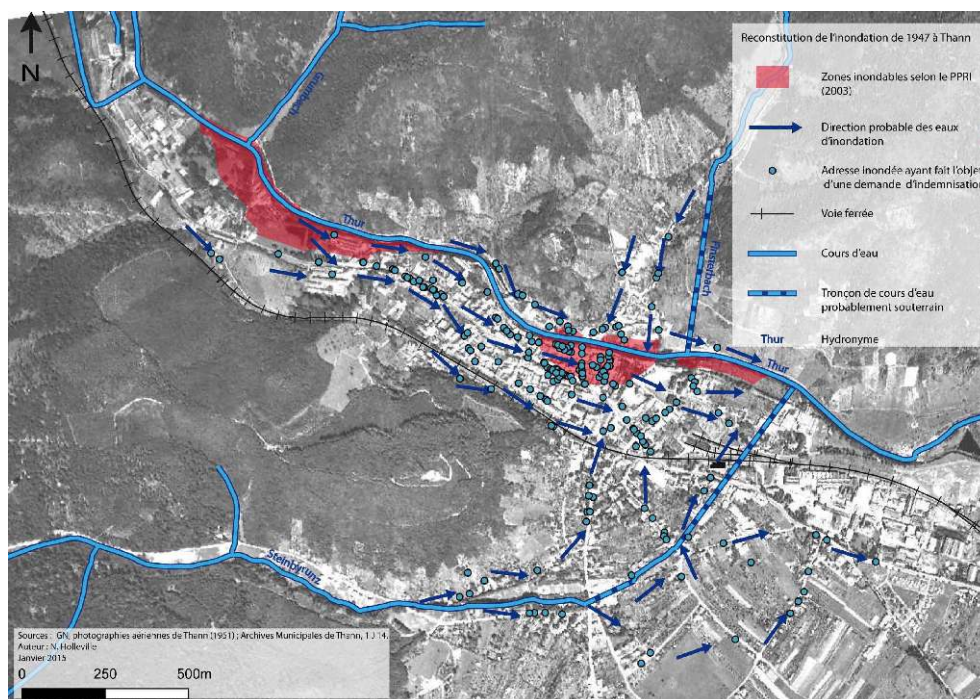
Figure 5. Photographies des inondations à Thann en 1947, reportées sur la carte du zonage réglementaire des risques d'inondation du PPRI de la Thur (2003).



- 9 Les vingt-quatre clichés de Thann sous les eaux, bien que non annotés ni légendés, ont pu être relocalisés grâce à l'aide des services de la ville, fournissant des indications de hauteurs d'eau (en fonctions de bâtiments, des véhicules, du mobilier urbain, etc.) et d'extension de l'inondation (figure 5). Mais cette dernière a surtout pu être précisée grâce aux 290 déclarations de dommages remplies par les sinistrés au début de l'année 1948. L'estimation totale des dégâts, selon les déclarations des habitants, atteint la somme de 18 259 080 francs, soit près de 850 000 € actuels¹¹ (auxquels il faut rajouter cinq millions d'euros à la charge de la municipalité ; Ehret, 2011), mais ne prend pas en compte un certain nombre d'estimations de commerçants et d'industriels dans l'impossibilité de quantifier leurs pertes au moment du dépôt des demandes d'indemnisation¹². Cela pose un réel problème car on ne sait pas de quelle manière l'usine chimique classée « Seveso seuil haut » et présente en bord de rivière depuis le début du XIX^{ème} siècle (figure 6), a été impactée par cette inondation, sachant néanmoins que l'eau s'y est engouffrée et en a perturbé les accès¹³. Dans leur quasi-totalité, les déclarations ont été remplies sur un formulaire-type fourni par l'administration municipale. La richesse et la précision de ces documents (nom, adresse et montant estimé – et éventuellement corrigé – des dégâts) ont permis d'identifier 204 adresses d'habitations sur 290 déclarations, géolocalisées grâce à la base de données « Adresses » de l'IGN, vérifiées sur le terrain et intégrées dans un SIG¹⁴. Précisons qu'il a fallu évidemment tenir compte des changements de nom ayant affecté une partie des rues de la ville de Thann entre 1947 et l'époque actuelle, mais aucune rue ni habitation n'a disparu depuis 1947. Les 86 adresses écartées étaient soit inutilisables car incomplètes¹⁵, soit redondantes¹⁶.
- 10 Le nuage de points ainsi obtenu (figure 6) permet d'avoir un aperçu synthétique de l'inondation des 28-29 décembre 1947 à Thann, complété par les documents photographiques (Holleville, Martin, 2014) et les descriptions relevées dans les archives, issues de la base de données TRANSRISK (Himmelsbach, 2012), accessible en ligne depuis

janvier 2015 (www.orrion.fr¹⁷). Les informations ont été reportées simultanément sur un fond cartographique de l'époque (figure 6) et sur un fond actuel (figure 8) afin de permettre la comparaison avec le zonage réglementaire du PPRI de la Thur à Thann.

Figure 6. Reconstitution de l'inondation de 1947 à Thann, en fonction des demandes d'indemnisation des victimes.



Fond : photographie aérienne IGN 1951

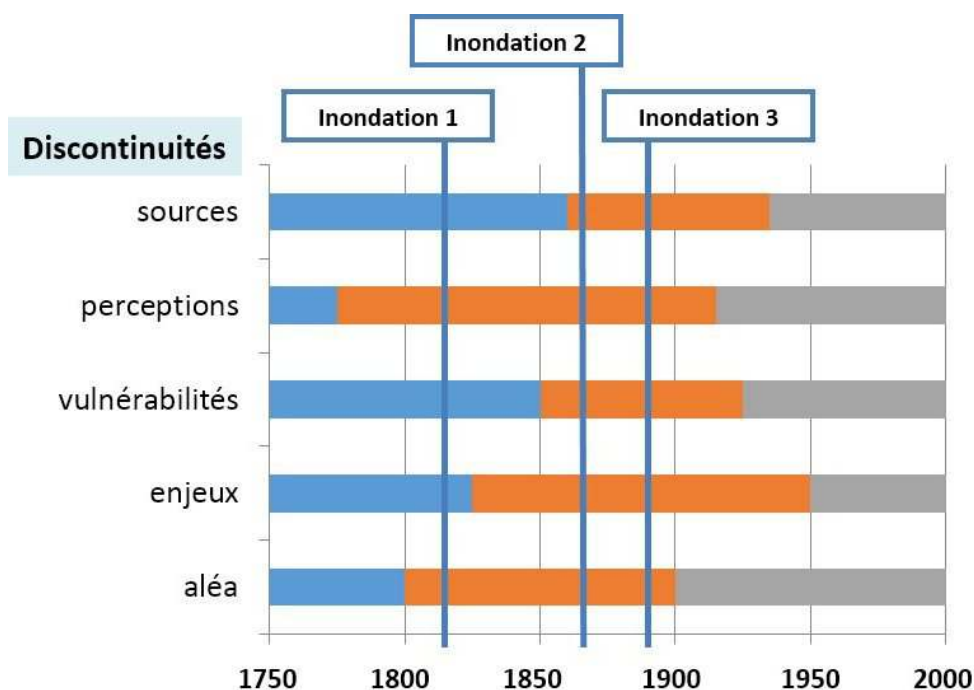
Les écueils de la transposition d'inondations historique sur des cartes d'aléas actuelles

- 11 La transposition de données sur les inondations historiques à l'époque actuelle ne peut et ne doit se faire qu'avec une grande prudence. De même pour l'interprétation des résultats. En effet, la chronologie des inondations – et des risques en général – sur le temps long, est marquée par des discontinuités multiples, qui compliquent les comparaisons spatiotemporelles. Les sources d'informations étant avant tout conditionnées par l'endommagement, elles sont dépendantes de la vulnérabilité plus que de l'aléa. On peut ainsi relever 5 discontinuités principales comme l'ont montré Martin & al. (2015) pour les inondations, ou Giacona (2014) pour les avalanches :

- Discontinuité de l'aléa, la dynamique du cours d'eau pouvant évoluer du fait de variations des facteurs déclenchants (climatiques) ou des facteurs de prédisposition (occupation des sols) (Martin, 1996).
- Discontinuité des enjeux du fait des changements dans l'occupation des sols. En l'absence d'enjeux vulnérables on peut parfaitement ne trouver aucune référence dans les archives à une crue pourtant extraordinaire.
- Discontinuités des vulnérabilités qui peuvent croître ou décroître en fonction des facteurs techniques pour les infrastructures, ou en raison de variations des perceptions et de la culture du risque.

- Discontinuité des sources, puisque les documents relatant les inondations varient dans le temps et dans l'espace (nature, quantité, qualité).
 - Discontinuité des perceptions du risque d'inondation, liées à la culture et à la mémoire du risque. Les mobilités, la perte de la transmission intergénérationnelle, l'individualisme, le discours politique et l'instrumentalisation du risque, la déresponsabilisation des acteurs, la déterritorialisation du risque, etc. (Martin & al., 2015), conduisent à une aggravation ou atténuation des perceptions (Langumier, 2011). Et cela va conditionner doublement l'information relative aux inondations, à travers la variation de la vulnérabilité et la production des sources.
- 12 En dehors des événements s'étant produits dans une période homogène caractérisée par une quintuple continuité, la comparaison des inondations nécessite une contextualisation. Comme le montre la figure 7, dans un même espace les inondations 2 et 3 peuvent donc être comparées directement car elles se sont produites durant des périodes caractérisées par une continuité des critères générant l'information. Au contraire, les inondations 1 et 2 nécessitent une contextualisation avant d'être comparées, du fait de leur occurrence durant des périodes caractérisées par une discontinuité des facteurs de production de sources dans le temps.

Figure 7. Règles de comparaison des inondations dans le temps, selon la continuité/discontinuité des critères générant l'information, chaque couleur correspondant à une période homogène (sans discontinuité), les changements de couleur traduisant les discontinuités.



D'après Martin & al., 2015

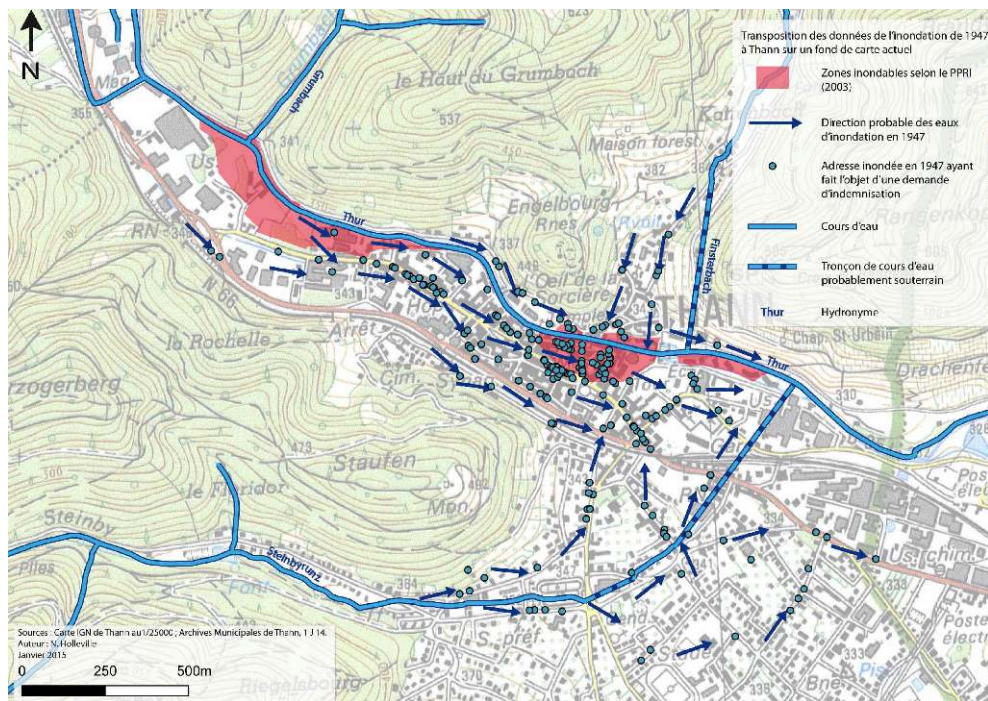
- 13 Dans le cas de Thann, même des événements aussi proches que ceux de 1910 et 1919 demandent à être contextualisés avant comparaison, du fait des destructions dues à la guerre qui ont modifié autant la vulnérabilité des infrastructures anthropiques dans la vallée que la dynamique du cours d'eau (en termes de réponse aux facteurs climatiques déclenchants) en raison de la destruction des forêts le long de ligne de front¹⁸. Donc, pour une transposition des données de 1947 en 2014, il est obligatoire d'avoir une approche

systémique, de prendre en compte l'évolution de l'occupation des sols (urbanisation, réseaux, activités agricoles, etc.) et les aménagements du cours d'eau (endiguement et réduction des champs d'expansion des crues, correction voire canalisation de la rivière, construction de barrages, etc.). Dans le cadre de Thann et des crues de la Thur, depuis 1947 l'urbanisation de la vallée et surtout des flancs de vallée le long des trois affluents de la Thur ont, d'une part, impacté la dynamique du cours d'eau en réduisant les zones d'expansion des crues et en accélérant le ruissellement et la concentration des eaux du fait de l'imperméabilisation des sols, d'autre part, augmenté la vulnérabilité en rajoutant des enjeux en zones inondables. En outre, divers canaux usiniers¹⁹ qui écrêtaient les pics de crue, ont disparu ou ont été couverts depuis 1947. Enfin, il faut surtout évoquer la création d'un lac artificiel en amont de Thann, près de la source de la Thur. Construit en 1963, le barrage soutient les étiages et stocke une partie des crues (Ehret, 2011).

Les inondations de 1947 face au zonage réglementaire du PPRI

- 14 A de très rares exceptions près, les bâtiments ayant connu des dommages en 1947 sont toujours présents sur la carte IGN servant de support au zonage réglementaire du PPRI de la Thur à Thann. La zone inondée de 1947 s'étend bien au-delà des secteurs considérés aujourd'hui « à risque d'inondation par débordement ou par rupture de digue », avec une surface dix fois supérieure. Avant même de discuter des limites de la transposition de l'événement de 1947 à l'époque actuelle, plusieurs remarques s'imposent (figure 8) : en 1947, il n'est nullement question de rupture de digue dans la vieille ville, mais de débordements le long de la rivière d'une part et, surtout, d'une inondation venant de l'amont, contournant le centre-ville et s'y engouffrant par les rues et les espaces entre les habitations. De fait, en 1947, la zone naturelle d'expansion des crues en amont déborde, et la rivière, grossie par des apports latéraux, inonde la totalité du lit majeur, étroit et totalement urbanisé au niveau de Thann, dans des quartiers non considérés à risque par le PPRI aujourd'hui.
- 15 En aval de Thann, les eaux de crue de la Thur et du Steinbyrunz se répandent en direction des faubourgs sud le long de la route nationale, inondant la gare et la route d'accès à la vallée comme à l'usine chimique. Ce secteur n'est pas désigné comme inondable dans le PPRI.
- 16 Enfin, Thann a été inondée par la Thur en 1947, mais également par les trois ruisseaux qui la rejoignent sur le territoire de la commune, notamment le Steinbyrunz en rive droite, responsable d'importants dégâts aux habitations, aux réseaux, à la poste ou à la gare ferroviaire. Le PPRI de la Thur se limitant exclusivement au cours d'eau principal de la vallée, la Thur, et ignorant tous les affluents, ces secteurs ne sont pas considérés comme inondables par le PPRI et n'ont pas été pris en compte dans les cartes d'aléas.

Figure 8. Transposition des données de l'inondation de 1947 à Thann sur le fond de carte actuel.



Peut-on transposer l'inondation de 1947 dans le contexte actuel ?

- 17 Comme cela a été évoqué précédemment, il convient de faire preuve de beaucoup de prudence dans la transposition d'événements passés à l'époque actuelle (Glaser, Stangl, 2004), en commençant par contextualiser l'inondation de 1947. C'est une des bases de l'approche géohistorique sur les risques (Giacona, 2014 ; Martin & al., 2011), autant qu'un objectif dès lors que l'on s'inscrit dans une démarche diachronique à finalité comparative (Martin & al., 2015), voire appliquée dans le cas présent. S'agissant des risques, la contextualisation puis la transposition vont devoir s'appliquer à l'aléa, à savoir la rivière et sa dynamique, autant qu'aux enjeux et à leur vulnérabilité.
- 18 Concernant l'aléa tout d'abord, les conditions climatiques responsables de l'inondation de 1947 (redoux, pluies torrentielles et fonte du manteau neigeux), ont été intenses mais pas extraordinaires dans le Massif Vosgien, puisqu'une telle configuration, avec parfois localement des précipitations encore plus élevées a été observée en 1876, 1882, 1896, 1910, 1919, 1920, 1955, et 1990 (Baulig, 1950 ; Humbert, Corbonnois, 2000 ; Himmelsbach, 2012). L'impact du réchauffement climatique semblant s'exercer à travers une plus grande variabilité climatique et des précipitations plus intenses en hiver (Glaser, 2014), il faut semble-t-il s'attendre à une aggravation des phénomènes associant redoux-pluies intenses et fontes des neiges, avec une augmentation des pics de crue de $20\text{m}^3/\text{s}$ d'ici 2050, les événements de fréquence centennale jusque-là, passant à une fréquence cinquantennale (Kreis, 2004). Si la durée d'enneigement se réduit, les précipitations neigeuses n'en restent pas moins ponctuellement très importantes, comme en témoignent les violentes avalanches des hivers 2010 et 2012, sans précédent depuis plus de 60 ans, avec des accumulations de plus de 12 mètres en zone de dépôt (Giacona, 2014).

Sur les hauteurs du bassin de la Thur, les changements de l'occupation des sols ont été limités entre 1947 et nos jours, la proportion de forêts et pâturages restant assez constante (Giacona, 2014) et n'impactant ni la conservation du manteau neigeux, ni la réponse aux précipitations. Par contre, dans le fond de vallée, les changements ont été considérables. Du fait des travaux hydrauliques de canalisation et d'endiguement, la Thur a perdu 5% de sa longueur et plus de 50% des zones d'expansion des crues. Ce qui ne peut se traduire à Thann que par une réponse plus intense et plus rapide de la rivière lors des événements climatiques favorables aux crues. S'y rajoute une importante imperméabilisation des sols liée à l'accroissement de l'urbanisation et aux renforcements des réseaux²⁰, notamment en ce qui concerne l'ancienne zone d'expansion de crue en amont de la ville, occupée par des parkings et des surfaces commerciales (figure 8). Cette situation est compensée par la construction d'un vaste barrage dans la haute vallée en 1963. Cet ouvrage de 15 millions de m³ a comme vocation première de soutenir les étiages en période estivale mais peut également écrêter les pics de crue de 20 à 30 m³/s. Cependant, s'il s'avère très efficace pour le haut bassin, là où les précipitations sont les plus élevées, il ne draine que 10% du bassin versant de la Thur à Thann, et son impact en aval, face à des pics de crue centennale de l'ordre de 200 m³/s, reste limité (Kreis, 2004). Surtout, il se doit d'être rempli en fin d'hiver, et voit son efficacité être quasiment réduite à néant face aux crues hivernales tardives comme en avril 1983 ou même en février 1990 ou le seuil du déversoir a été dépassé de 40 cm (Ehret, 2011).

- 19 En termes d'enjeux et de vulnérabilité, le nombre de bâtiments a aujourd'hui presque doublé dans la zone inondée en 1947, notamment le long du Steinbyruntz et en rive gauche de la Thur. Ces constructions ne sont pas protégées des inondations au-delà du calibrage, voire de la couverture des cours d'eau, et ne bénéficient pas de mesures de mitigation, puisqu'on retrouve des garages en sous-sol, des habitations de plein pied, des parkings en bord de rivière en amont de ponts à section réduite favorables aux embâcles, etc. S'y rajoute une vulnérabilité liée à la faiblesse de la culture et de la mémoire du risque, dans ce secteur et en Alsace en général, du fait de l'histoire complexe de la région, victime, entre 1870 et 1945, de trois guerres et cinq changements de nationalité, de langue et d'administration (Martin & al., 2011). Et les travaux menés dans le cadre du programme TRANSRISK ont montré que, du fait de la déresponsabilisation des acteurs des scènes locales du risques et des processus conduisant à la perte de liens avec le territoire (Hubert, De Vansay, 2004 ; Langumier, 2007), même la crue de février 1990 avait tendance à disparaître des mémoires (Martin & al., 2015 ; Martin & al., 2011). De plus, lors de la transposition du zonage réglementaire du PPRI au POS de la ville de Thann, une zone inondable avait dans un premier temps tout simplement été oubliée ! Il faut toutefois remarquer que, chose inhabituelle, les riverains de la Thur ont procédé, très rapidement après l'approbation du PPRI, aux modifications exigées pour réduire les risques, en transformant ou condamnant des ouvertures des bâtiments en bordure de rivière. Mais, faute d'accompagnement et de contrôle, la hauteur des modifications est d'une variabilité totale et, surtout, une vaste ouverture dans le mur d'enceinte, correspondant au jardin privatif d'un propriétaire jaloux de son accès paysager à la rivière, offre à la Thur en crue un passage direct vers les rues de la vieille ville. Une possibilité qui semble avoir été totalement ignorée par le PPRI. Et dans ce cas-là, les rénovations urbaines réalisées depuis 1947, ont supprimé la barrière protectrice des bâtiments anciens, aggravant ainsi le risque d'inondation du centre-ville.

Les enseignements de la crue de 1947 en matière de risque d'inondation à Thann

- 20 Si l'on fait le bilan de la contextualisation géohistorique des inondations de 1947, leur transposition à la période actuelle amène plusieurs commentaires. A condition climatiques équivalentes (et parfaitement vraisemblables), la crue serait au moins aussi forte, avec une vitesse de propagation probablement accrue. Donc, la zone inondée en 1947 serait au moins aussi importante de nos jours, mais avec un coût beaucoup plus élevé dans la mesure où le nombre de bâtiments a quasiment doublé, sans réelle adaptation du bâti aux risques de crue, sans protection des voies d'accès à la vallée de la Thur (route, gare et voie ferrée du réseau tram-train en direction de Mulhouse), voire à l'usine chimique classée « Seveso seuil haut ». Les événements de 1947 constituent donc une base crédible de construction d'un scénario d'inondation majeure à Thann, potentiellement catastrophique²¹, sur lequel pourraient, et même devraient s'appuyer les acteurs de la gestion de crise. On peut en effet penser que le zonage réglementaire du PPRI sous-estime grandement le risque d'inondation à Thann pour deux raisons, par erreur et par omission : d'abord parce que l'extension et la dynamique de la crue centennale de la Thur semblent sujettes à caution et, ensuite, parce que le PPRI ignore totalement les affluents de la Thur²². Or, le seul Steinbyruntz est responsable de davantage de dommages au cours des trente dernières années que la Thur proprement dite. Et aux 200m³/s de la crue centennale, il semble nécessaire d'ajouter un potentiel de 10 à 15m³/s pour les trois ruisseaux. Pire, cette sous-estimation ne participe en rien de la culture du risque, induisant un faux sentiment de sécurité, une déresponsabilisation, avec pour conséquence une vulnérabilité additionnelle de l'ensemble des acteurs de la scène locale du risque (Langumier, 2011), des citoyens aux responsables de la gestion d'une crise éventuelle²³. Car, certes des travaux ont été réalisés après 1990 pouvant expliciter ce risque minoré, mais la crue de 2004, d'une période de retour de 10 à 20 ans seulement, a montré que la Thur continuait à provoquer des inondations et que ses trois affluents restaient difficilement contrôlables²⁴. Ce qui laisse imaginer les conséquences catastrophiques d'une crue centennale, de l'ampleur de celle de 1947.

Conclusion

- 21 Dès lors que l'on dispose de suffisamment d'éléments permettant une reconstitution cartographique et une approche diachronique systémique, la contextualisation et la transposition des événements anciens peut donc s'avérer particulièrement instructive pour l'évaluation critique des PPRI ainsi que pour la construction de scénarii destinés à la préparation de la gestion de crise avant, pendant, après l'inondation, surtout lorsque le zonage du PPRI paraît déconnecté de la réalité du risque. Car l'agglomération thannoise est d'autant plus menacée par une inondation catastrophique que la sous-estimation du risque d'inondation est aggravée par une absence de culture du risque, même si les services municipaux ont eu à gérer des événements mineurs (2004, 2010, 2014). Celles-ci posaient déjà les limites du PPRI malgré des conditions climatiques sans commune mesure avec les événements intenses de 1947. Les travaux menés dans le cadre du programme TRANSRISK montrent sans ambiguïté que ce type d'événement extrême est loin d'être rare, avec des équivalents en 1778, 1876, 1882, 1910, 1919, 1920, etc. Certes,

toutes ces conclusions mériteraient évidemment d'être validées, complétées ou corrigées par la modélisation²⁵. Mais cela n'enlève rien à la réalité catastrophique d'un événement antérieur, constitutif de la mémoire de ce territoire. Et même si cet événement n'est ni modélisé, ni intégré dans le parapluie déresponsabilisant d'un zonage réglementaire, les acteurs de la scène locale du risque se doivent de s'y préparer (surtout compte tenu d'un possible effet domino inondation-accident technologique). Ce qui veut dire se réapproprier le risque, spatialement et temporellement, et, surtout, le reterritorialiser, par choix, c'est-à-dire avant la crise et non pas par obligation, après la catastrophe.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTOINE J.-M., DESAILLY B., PELTIER A. (2010), « Sources historiques et problématiques de recherche en géographie des risques naturels », *Géocarrefour*, 84, 4, pp. 229-241.
- BAULIG H. (1950), « Les inondations de décembre 1947 », *Publications du Comité consultatif météorologique du Bas-Rhin, Extrait des Annales de l'Institut de physique du globe de Strasbourg*, tome V, Strasbourg, Imprimerie Alsacienne, 12 p.
- BRAVARD J.-P. (2004), « Le risque d'inondation dans le bassin du Haut Rhône : quelques concepts revisités dans une perspective géohistorique », in BURNOUF J., LEVEAU P. (Ed.) *Fleuves et marais, une histoire au croisement de la nature et de la culture. Sociétés préindustrielles et milieux fluviaux, lacustres et palustres : pratiques sociales et hydrosystèmes*, Paris, CTHS, pp. 397-408.
- COMBE C. (2007), *La ville endormie ? Le risque d'inondation à Lyon. Approche géohistorique et systémique du risque de crue en milieu urbain et périurbain*, Thèse de doctorat, Université Lumière – Lyon II, 456 p.
- DOURNEL S. (2014), *Géohistoire du risque d'inondation dans les villes du Val de Loire (Nevers, Orléans, Blois, Tours, Angers) : de l'analyse paysagère à la gestion territorialisée de la prévention*, Etude Postdoctorale, hal-01016668, 140 p.
- EHRET C. (2011), *Les caractéristiques et la gestion des inondations dans la vallée de la Thur, aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles*, Mémoire de master d'histoire, Université de Mulhouse, 148 p.
- FRANCHOMME M., SERVAIN-COURANT S., SAJALOLI B. (2014), « De l'approche géohistorique à l'élaboration de nouveaux outils de sensibilisation et de prévention du risque inondation », *Développement durable et territoires* [En ligne], 5, 3, décembre 2014.
- GAZELLE F., MARONNA K. (2009), « Conservation et disparition des repères de crue. Exemple des repères apposés après la crue de 1930 en Lot-et-Garonne et dans le sud du Tarn », *Physio-géo*, 3, pp. 21-33.
- GIACONA F., (2014), *Géohistoire des avalanches dans le Massif des Vosges. Réalités spatiotemporelles, culture et représentations d'un risque méconnu en moyenne montagne*, Thèse de doctorat, Université de Mulhouse, 689 p.
- GLASER R. (2014), *Global Change. Das neue Gesicht der Erde*, Primus Verlag, Frankfurt am Main, 223 p.

- GLASER R., STANGL H. (2004), « Floods in Central Europe since 1300 AD and their regional context », *La Houille Blanche*, 3, pp. 43-49.
- HIMMELSBACH I. (2012), *Erfahrung - Mentalität - Management Hochwasser und Hochwasserschutz an den Nicht schiffbaren Flüssen im Ober - Elsass und am Oberrhein (1480-2007)*, thèse de doctorat de l'Université de Freiburg, <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/8969/>
- HOLLEVILLE N., MARTIN B. (2014), « Identifier les territoires à risques d'inondations : l'apport des photographies et archives audiovisuelles à la reconstitution d'une mémoire du risque en Alsace », in BORELLO C., POLLINI A. (dir.), *Les territoires au croisement du temps et de l'espace. Mobilités, identités et paysages*, Supplément en ligne des Actes du Cresat, Mulhouse, 11 p.
- HUBERT G., DE VANSAY B. (2005), « Le risque d'inondation et la cartographie réglementaire. Analyse de l'efficacité, des impacts et de l'appropriation locale de la politique de prévention », *Programme "Evaluation et Prise en compte des Risques naturels et technologiques"*, Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 188 p.
- HUMBERT J., CORBONNOIS J. (2000), « Ressources et gestion de l'eau dans les bassins français de la Meuse, de la Moselle et du Rhin », *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. Gestion des excès et de la pénurie*, SEDES, pp. 119-149.
- JACOB-ROUSSEAU N. (2009), « Géohistoire/géo-histoire : quelles méthodes pour quel récit ? », *Géocarrefour*, 84, 4, pp. 211-216.
- KREIS N. (2004), *Modélisation des crues des rivières de moyenne montagne pour la gestion intégrée du risque d'inondation. Application à la vallée de la Thur (Haut-Rhin)*, thèse de doctorat, ENGREF, Paris, 350 p.
- LANG M., COEUR D. (2014), *Les inondations remarquables en France. Inventaire 2011 pour le Directive Inondation*, Quae, 640 p.
- LANGUMIER J. (2011), « Mémoire et oubli, peur et déni : dynamiques du risque sur un territoire sinistré », in NOVEMBER V., PÉNÉLAS M., VIOT P. (dir.), *Habiter les territoires à risques*, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne, pp. 165-184.
- LANGUMIER J. (2007), « Le modèle périurbain à l'épreuve de la catastrophe », *Métropoles*, 1.
- MARTIN B. & al. (2015), « Les événements extrêmes dans le Fossé Rhénan entre 1480 et 2012. Quels apports pour la prévention des inondations ? », *La Houille Blanche*, 2, pp. 82-93.
- MARTIN B. & al. (2011), « Géohistoire critique de la crue de janvier 1910 dans le Fossé Rhénan (Alsace / Pays de Bade) », *La Houille Blanche*, 1, pp. 62-68.
- MARTIN B. & al. (2010), « Territorialisation ou déterritorialisation du risque ? Analyse comparative et critique de la procédure de réalisation des P.P.R.N.P. », *RISEO*, 1, Mulhouse, www.riseo.fr
- MARTIN B. (2006), « Expertise et risques majeurs, le point de vue des géographes », *Droit de l'Environnement*, 142, pp. 314-322.
- MARTIN B. (1996), *Les aléas naturels à Vars (Hautes-Alpes, France) : le rôle des facteurs naturels et des facteurs anthropiques dans leur occurrence et leur évolution de 1800 à nos jours*, Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 663 p.
- PUYO J.-Y. (2004), « Les conséquences de la Première Guerre Mondiale pour la forêt et les forestiers français », *Revue Forestière Française*, 6, pp. 573-584.

VALETTE P., CAROZZA J-M., SALLES D., DAVID M., SIMONET D. (2014), « Construction géohistorique du “sauvage” de la Garonne toulousaine : quelle part de naturalité dans les paysages fluviaux ? », *Développement durable et territoires* [En ligne], 5, 3, décembre 2014.

WITH L. (2014), *La prise en compte des événements historiques en matière de gestion des risques d'inondation : le cas de la vallée de la Lauch (Haut-Rhin)*, Thèse de doctorat, Université de Mulhouse, 542 p.

NOTES

1. Source : INSEE, recensement 2011.
2. Dont trois sur le territoire de Thann : le Grumbach, le Finsterbach, le Steinbyrunz, responsables de fréquentes inondations.
3. En février 1990, le débit journalier a ainsi atteint $126\text{m}^3/\text{s}$ à la sortie de la vallée de Thann, une valeur proche de la crue cinquantennale ($130\text{m}^3/\text{s}$). Depuis 1974, la valeur de débit instantané la plus élevée a été mesurée en janvier 2004 ($153\text{m}^3/\text{s}$).
4. On parle bien des inondations et non pas des crues. En effet, la présence d'informations dans les archives est conditionnée par l'endommagement (pas de dégâts, pas d'information) et, même lorsque l'on dispose de mesures sur les temps longs (hauteurs d'eau, débits, etc.), il faut tenir compte des variations dues aux changements dans l'occupation des sols. La géohistoire des risques est donc avant tout une réflexion sur l'évolution diachronique des enjeux (et de leur vulnérabilité) et de leur rôle en tant que cause résiduelle de l'aléa. Ce qui peut permettre ensuite, à travers la contextualisation, une caractérisation, une hiérarchisation et une comparaison des événements, et donc, in fine, une réflexion sur l'évolution diachronique de l'aléa.
5. La base de données franco-allemande TRANSRISK comprend plus de 3 500 références à des inondations s'étant produites dans le Fossé Rhénan entre 1480 et nos jours, pour le Rhin, ses affluents alsaciens de rive gauche, et ses affluents du Pays de Bade en rive droite. Les données sont également en cours de collecte pour le bassin de la Moselle (France et Allemagne).
6. Source : http://macommune.prim.net/d_commune.php?insee=68334
7. Essentiellement des ponts provisoires qui remplaçaient les ponts détruits à la fin de la guerre par l'armée allemande.
8. Archives Municipales de Thann, archives contemporaines 1 J 14.
9. Archives Municipales de Thann, archives contemporaines, série 1 J 14 (2).
10. Archives Municipales de Thann, archives contemporaines, série 1 J 14 (4).
11. <http://www.insee.fr/fr/themes/calcul-pouvoir-achat.asp>
12. Ces dernières déclarations ne sont pas présentes dans les archives municipales de Thann.
13. Journal L'Alsace, 30 décembre 1947.
14. Logiciel QGIS.
15. Bien souvent, il n'est fait mention que du nom de la rue et pas du numéro de rue.
16. Trois cas de figures ont amené des doublons : déclarations de propriétaires et de locataires d'un même bien ; déclarations de plusieurs locataires d'un même immeuble ; déclarations d'artisans ou commerçants dont le local professionnel se confond avec la résidence privée.
17. ORRION Alsace: Observatoire Régional des Risques d'Inondation en Alsace.
18. La ville de Thann a été reprise par l'armée française dès 1914 et le front s'est stabilisé le long de la crête en rive gauche de la vallée de la Thur. S'il est difficile d'avoir une vue d'ensemble précise des destructions, les prélèvements, les bombardements et la mitraille, les déboisements stratégiques ont fortement dégradé le couvert forestier, jusqu'à sa destruction totale autour du Hartmannswillerkopf, par exemple (Puyo, 2004).

19. Deux canaux en amont de la vieille ville, trois en aval.

20. Les travaux réalisés dans le cadre du programme TRANSRISK en cours montrent un doublement des zones urbanisées depuis 1950 dans la vallée de la Thur, et même localement un triplement comme dans le cas du sous-bassin du Steinbyruntz, affluent de la Thur à Thann.

21. Notamment si l'inondation entraînait des dégâts sur les wagons ou canalisations de gaz toxiques de l'usine chimique située au cœur de la zone urbanisée.

22. On peut évidemment s'interroger sur les raisons d'une telle sous-estimation du risque d'inondation dans le zonage du PPRI. L'avis des services instructeurs aurait été intéressant, malheureusement, les personnes en charge du dossier à la DDA ne sont plus en place à l'heure actuelle. On peut néanmoins remarquer qu'il s'agissait de la première instruction de PPR pour un cours d'eau vosgien, conduite par une personne de la DDA non spécialiste des inondations, dans un contexte général d'absence de culture du risque (aucun repère de crue dans la vallée de la Thur). Les hypothèses hydrologiques et les données topographiques disponibles à l'époque aboutissent à un zonage « favorable ». Sans oublier la menace, en termes d'économie et d'emploi, d'un placement éventuel en zone inondable d'une l'usine chimique subissant déjà une forte pression suite à l'explosion d'AZF (l'instruction du PPRI s'est faite en 2002-2003), même si les travaux de Nicolas Kreis (2004) ne placent pas non plus l'usine en zone inondable en cas de crue centennale.

23. La participation à l'enquête publique a été dérisoire. Et pour cause, car le zonage a minima arrange tout le monde et limite les risques de contestation. D'ailleurs, les PPRI ultérieurs (Fecht, Lauch, Ill), nettement plus restrictifs, ont soulevé de véritables tempêtes de protestation.

24. « C'est la 4^{ème} fois en 30 ans que nous sommes inondés et on ne fait rien pour éviter que le Steinbyruntz ne déborde (...). » Un riverain, situé rue de la poste à Thann (*L'Alsace* du 14 janvier 2004 et du 15 janvier 2004).

25. On peut regretter que ce secteur n'ait pas été retenu parmi la première vague de TRI (Territoire à Risques d'inondations Importants) dans le cadre de la seconde phase de l'application de la Directive Européenne Inondation. Il le sera peut-être dans une deuxième vague, avec modélisation de crue millénale.

RÉSUMÉS

Thann, entre Massif Vosgien et plaine d'Alsace, est une des premières villes du Haut-Rhin à avoir fait l'objet d'un Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI). La commune est en effet traversée par la Thur, caractérisée par des crues violentes. Pour autant, le zonage du PPRI de la Thur ne mentionne qu'une zone à risque assez réduite. Or la ville a été victime par le passé d'inondations destructrices, telles que le révèle la base de données TRANSRISK. Parmi ces événements, la crue de décembre 1947, très bien documentée, permet, à travers une approche géohistorique (contextualisation, transposition), la confrontation spatiale des zones inondées en 1947 et des zones classées inondables par le PPRI. Les résultats soulèvent de nombreuses questions quant à la qualité du zonage du PPRI qui semble pécher par erreur et par omission. Et en cas de crue centennale, les dégâts seraient catastrophiques. Si la reconstitution de 1947 offre un scénario du pire, cela peut aussi constituer une base de préparation de gestion de crise.

Thann, between the Vosges Mountains and the Alsace plain, is one of the first cities of Haut-Rhin to have been concerned by a Flood Risks Prevention Plan (PPRI). The town is indeed crossed by

the Thur river, characterized by violent floods. However, the zoning of the PPRI mentions only a relatively small risk area. But the city has suffered in the past from destructive floods, as it is revealed by the TRANSRISK database. Among these events, the flood of December 1947, very well documented, allows, through a geo-historical approach (contextualization, transposition), the spatial confrontation of areas flooded in 1947 and flood areas designated by the PPRI. The results raise many questions about the quality of PPRI zoning that appears to present errors and omissions. And in the case of a 100-year flood, the damage would be catastrophic. If the re-enactment of the 1947 flood features a worst case scenario, this can also be the basis for a preparation for crisis management.

INDEX

Mots-clés : géohistoire, inondations, PPRI, Alsace, Thann

Keywords : geohistory, floods, Risk mapping (PPRI)

AUTEURS

BRICE MARTIN

CRESAT (Centre de Recherche sur les Economies, les Sociétés, les Arts et les Techniques, EA3436),
UHA - Campus Fonderie, 16 rue de la fonderie 68093 MULHOUSE CEDEX, brice.martin@uha.fr

NICOLAS HOLLEVILLE

CRESAT (Centre de Recherche sur les Economies, les Sociétés, les Arts et les Techniques, EA3436),
UHA - Campus Fonderie, 16 rue de la fonderie 68093 MULHOUSE CEDEX, nicolas.holleville@uha.fr

BENJAMIN FURST

CRESAT (Centre de Recherche sur les Economies, les Sociétés, les Arts et les Techniques, EA3436),
UHA - Campus Fonderie, 16 rue de la fonderie 68093 MULHOUSE CEDEX, benjamin.furst@uha.fr

FLORIE GIACONA

CRESAT (Centre de Recherche sur les Economies, les Sociétés, les Arts et les Techniques, EA3436),
UHA - Campus Fonderie, 16 rue de la fonderie 68093 MULHOUSE CEDEX, florie.giacona@uha.fr

RÜDIGER GLASER

IPG (Institut für Physische Geographie), Albert-Ludwigs-Universität Freiburg D-79085 Freiburg
FREIBURG, ruediger.glaser@geographie.uni-freiburg.de

ISO HIMMELSBACH

IPG (Institut für Physische Geographie), Albert-Ludwigs-Universität Freiburg D-79085 Freiburg
FREIBURG, iso.himmelsbach@geographie.uni-freiburg.de

JOHANNES SCHÖNBEIN

IPG (Institut für Physische Geographie), Albert-Ludwigs-Universität Freiburg D-79085 Freiburg
FREIBURG, johannes.schoenbein@geographie.uni-freiburg.de