

Les événements extrêmes dans le fossé rhénan entre 1480 et 2012. Quels apports pour la prévention des inondations ?

Brice MARTIN¹, Axel DRESCHER², Marie FOURNIER¹, Ouarda GUERROUAH¹, Florie GIACONA¹,
Rüdiger GLASER², Iso HIMMELSBACH², Nicolas HOLLEVILLE¹, Dirk RIEMANN², Johannes SCHONBEIN²,
Marie-Claire VITOUX¹, Lauriane WITH¹

¹ CRESAT – UHA Campus Fonderie 16, rue de la Fonderie 68093 MULHOUSE CEDEX, Tél.0389568265 / 0632185996 brice.martin@uha.fr

² Albert-Ludwig-University, Institut of Physical Geography, Werderring 4 79085 Freiburg, Germany

RÉSUMÉ. – Lorsqu'est menée une action de prévention du risque d'inondation, le recours aux événements anciens permet tout autant de faire œuvre de pédagogie que de légitimer la procédure, parfois de manière un peu abusive. Ainsi, les PPRI alsaciens font tous référence à la crue exceptionnelle de 1910, mais seules les inondations de 1983 et 1990 servent de référence à la réalisation des documents réglementaires. On a pu montrer [MARTIN & al 2011a] que, bien que légitimes en tant qu'événements de référence, les inondations de 1910 étaient devenues notoirement méconnues, comme d'autres inondations remarquables : 1852, 1876, 1882, 1896, 1919 - 1920, 1947, 1955, etc., sans parler des événements encore plus extraordinaires de 1480, 1640, 1778. Mais leur prise en compte actuelle se heurte à 3 difficultés : la contextualisation des événements anciens, leur comparaison sur le long terme et leur transposition dans la situation actuelle. Et ceci en l'absence de valeurs chiffrées, même à moyen terme, en dehors du Rhin. Car la chronologie des inondations, qui plus est sur le long terme, reste marquée par une quintuple discontinuité qui rend les comparaisons et transpositions particulièrement périlleuses. On décrira ici quelques-unes des inondations extrêmes issues d'une base de données de plus de 3.000 événements, puis proposera un modèle de classification en l'absence de mesures et une interprétation de l'évolution des inondations en fonction des facteurs anthropiques, avant de s'interroger sur les limites de la cartographie réglementaire du risque d'inondation à la lumière d'une chronologie sur le temps long. Ces résultats sont le fruit d'un travail interdisciplinaire (historiens – géographes – anthropologues - linguistes) réalisé dans le cadre du programme ANR /DFG franco – allemand TRANSRISK (2008 – 2011) associant les universités de Mulhouse et Freiburg en Allemagne.

Mots-clés : Inondations historiques, Fossé Rhénan, contextualisation, facteurs anthropiques

The extreme events in the Rhine valley between 1480 and 2012. What contributions for flood prevention?

ABSTRACT. – When an initiative of flood risk prevention is undertaken, the reference to former events is used as much as a pedagogical act as a legitimization of the procedure, sometimes in a slightly excessive way. For instance, if every PPRI (Plan de Prévention des Risques d'Inondation) in Alsace (east of France) refers to the exceptional floods of 1910, only the floods in 1983 and 1990 serve as references for the realization of flood risks mapping. We were able to show [Martin and al. 2001 a] that, although legitimate as reference events, the 1910 floods have become largely underestimated, as are other remarkable floods (1852, 1876, 1882, 1896, 1919-1920, 1947, 1955, etc), not speaking of even more extraordinary events in 1480, 1640 and 1778. Nevertheless, to take them into account comes up against three difficulties: the contextualization of former events, their comparison on the long run and their transposition in the current situation. And this when mathematical data are lacking, even for medium-time events, except for the Rhine case. It must be remembered that the chronology of floods, especially for a long period, is still characterized by a quintuple discontinuity which makes comparisons and transpositions particularly hazardous. We will describe here some of the extreme floods, using a database of more than 3.000 events; then we will propose both a model of classification taking into account the lack of mathematical values and an interpretation of the evolution of the floods through human factors, before analysing the limits of the prescribed mapping when many centuries are taken into consideration. This analysis is the result of an interdisciplinary work (historians - geographers - anthropologists - linguists) which has been led within the framework of the program ANR/DFG French-German TRANSRISK (from 2008 to 2011) associating the universities of Mulhouse in France and Freiburg in Germany.

Key-words: Historical floods, Rhine valley, contextualization, human factors

I. INTRODUCTION

Lorsqu'est menée une action de prévention du risque d'inondation, le recours aux événements anciens permet tout autant de faire œuvre de pédagogie [Antoine et Gazelle,

2011] que de légitimer la procédure, parfois de manière un peu abusive. Ainsi trouve-t-on au début de la plaquette d'information sur les Plans de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) éditée au début des années 2000 par les services de la Direction Départementale de l'Agriculture

et de la Forêt du Haut – Rhin (DDAF) : « L'Alsace n'a plus connu de crue exceptionnelle depuis 1910. En presque un siècle, le risque d'inondation s'est donc naturellement effacé de nos mémoires ». Une affirmation pour le moins paradoxale car, si cette évocation renvoie indubitablement à la dimension dramatique des événements s'étant produits à Paris en 1910, les inondations de cette année - là ne sont aucunement prises en compte dans le Haut – Rhin où seules les inondations de 1983 et 1990 servent de référence à la réalisation des PPRI (Martin *et al.*, 2011b).

Mais les recherches menées dans le cadre du programme interdisciplinaire franco - allemand TRANSRISK, tant en Alsace que dans le Pays de Bade, ont surtout montré autre chose : certes, l'année 1910 a été marquée par des inondations remarquables du Rhin et de ses affluents en provenance des Vosges ou de la Forêt – Noire, mais en aucun cas il ne s'agit d'événements de référence. La « crue exceptionnelle de 1910 » se voit confrontée à d'autres inondations remarquables : 1852, 1876, 1882, 1896, 1919 - 1920, 1947, 1955 pour ne parler que des plus contemporaines, qui, souvent, la dépassent en matière de dégâts et d'intensité. Certes, l'application de la Directive européenne « inondation » [EU, 2007] a permis de corriger le tir et le principal mérite de sa première étape, l'EPRI (Enquête préliminaire sur le risque d'inondation), est d'ailleurs de remettre l'accent sur ces autres événements exceptionnels de l'histoire récente [Lang *et al.*, 2012]. Toutefois, cette enquête s'arrête à l'orée du XX^{ème} siècle (en dehors du Rhin), et les événements les plus extraordinaires se sont sans doute produits en 1480, 1651, 1778 ou encore 1876.

Sauf qu'en l'absence de valeurs chiffrées, même à moyen terme, on se heurte à trois difficultés inhérentes à la prise en compte des événements anciens, à savoir leur contextualisation, leur comparaison sur le long terme et leur transposition dans la situation actuelle. Car la construction d'une chronologie des inondations reste marquée par une quintuple discontinuité¹ qui rend les comparaisons et transpositions particulièrement périlleuses. Néanmoins, après la description de quelques-unes des inondations extrêmes issues d'une base de données de plus de 3.000 événements, on proposera un modèle de classification en l'absence de mesures et une interprétation de l'évolution des inondations en fonction des facteurs anthropiques, avant de s'interroger sur les limites de la cartographie réglementaire du risque d'inondation à la lumière d'une chronologie sur le temps long.

II. LES ENJEUX DE LA CONSTITUTION DE LA BASE DE DONNÉES DES INONDATIONS HISTORIQUES TRANSRISK

II.1. Un contexte historique défavorable à la connaissance des inondations historiques

L'Alsace est une des régions françaises ayant connu l'histoire la plus mouvementée. Cela explique sans doute en partie, la méconnaissance des inondations historiques, au-delà des crues de référence de 1983 et 1990. Entre 1870 et 1945, trois guerres se sont déroulées sur le territoire alsacien, se traduisant, notamment par cinq changements de langue et de système administratif en seulement 70 ans. L'accès aux sources relatives aux inondations se révèle donc compliqué du

fait des destructions, des pertes, de l'éparpillement² liés aux guerres, mais également parce que les archives ont été pour partie rédigées en allemand et en écriture gothique, entre 1870 et 1918, 1939 et 1945. L'allemand reste d'ailleurs une langue utilisée bien après le retour à la France, particulièrement dans la presse régionale. Il en va de même pour une grande partie des sources plus anciennes, antérieures au 19^{ème} siècle. Aux difficultés inhérentes à la recherche d'archives se rajoute donc la barrière de la langue, puisque, dans les administrations en charge de la gestion du risque d'inondation, les germanophones sont actuellement de plus en plus rares. De plus, la relative proximité temporelle de la dernière guerre et de l'occupation allemande, crée un contexte très particulier autour des aspects mémoriels, associant volonté d'oublier et focalisation extrême autour des faits liés à la guerre, au détriment, évidemment de la mémoire des inondations.

Et la guerre vient même impacter directement la connaissance des inondations historiques puisque de très nombreux ouvrages d'art portant des repères de crues ont été détruits, notamment les ponts, où les inondations avaient été reportées avec un soin méticuleux pendant la période allemande de 1870 à 1918. Par rapport à d'autres régions françaises [Gazelle et Maronna, 2009], les repères de crues historiques sont donc rares en Alsace, au contraire du Pays de Bade (Fig.4), sur la rive allemande du Rhin qui a été beaucoup moins théâtre de guerre.

II.2. Corpus de sources et base de données TRANSRISK

Justement, l'idée du programme franco – allemand TRANSRISK était de travailler de manière conjointe sur les inondations historiques de part et d'autre du Rhin, en France (Alsace) et en Allemagne (Pays de Bade). Le Fossé Rhénan constitue en effet un ensemble plutôt homogène géographiquement, à savoir une large vallée fluviale encadrée par deux massifs « frères » culminant à 1.400m (Fig. 1), mais divisé par des frontières étatiques (France, Allemagne, Suisse). Il s'agissait donc, non seulement de reconstruire une chronologie commune et partagée des inondations, mais également de comparer les événements à toutes les échelles afin, d'une part, de pallier aux absences d'information, d'autre part, de comprendre les raisons d'évolutions différenciées [Martin *et al.*, 2011a ; Himmelsbach, 2012].

Pour établir la chronologie des inondations, outre la date et la durée des aléas, ont été également pris en compte les dégâts, les conditions météorologiques ainsi que la réaction des populations concernées et des décideurs. Le corpus de sources est constitué des archives nationales, communales, paroissiales et privées de l'Alsace et du Bade-Wurtemberg. Parallèlement, une étude de chroniques, de journaux, de publications spécialisées et d'histoires locales et communales a été réalisée. Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, on peut en outre s'appuyer sur les données concernant les niveaux des cours d'eau et les cotes d'alerte [LUBW, 2006 CD ; Services de la Navigation du Rhin, DREAL, Conseil Général du Haut – Rhin, etc.]. Les informations brutes ont été intégrées dans une base de données spatio – temporelle franco – allemande référencant près 3.000 événements entre 1480 et 2012.

II.3. Chronologie des inondations

A partir de cette base de données, une chronologie commune des inondations a été réalisée pour l'III, la Largue, la

1. Voir III.4 ; avec, dans le cas présent, un facteur d'aggravation lié à la fréquence des changements politiques et administratifs ayant touché l'Alsace entre 1870 et 1945 (voir II.1).

2. En France, en Allemagne, en Autriche, ponctuellement en Suisse, jusqu'aux Etats – Unis pour les inondations ayant impacté l'avancée des troupes alliées en 1917 !

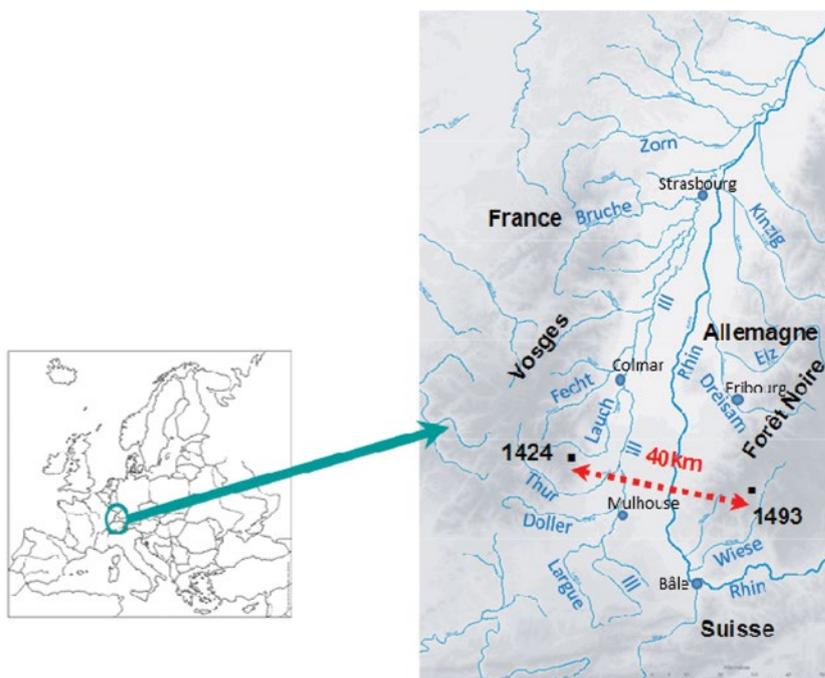


Figure 1 : Zone d'étude TRANSRISK : le Fossé Rhénan, drainé par le Rhin (frontière franco – allemande) et ses affluents issus des Vosges à l'ouest, de Forêt – Noire à l'est et du Jura au sud.

Thur, la Doller, la Lauch et la Fecht du côté français, pour la Wiese, la Kander, le Neumagen/Möhlín, l'Elz, la Dreisam et la Kinzig/Schutter du côté allemand (Fig. 2). Bien que cela n'ait été prévu au départ, il est rapidement apparu pertinent d'incorporer dans cette étude le Rhin, en tant que fleuve commun aux deux territoires, et exemplaire tant en matière d'inondation que de gestion du risque.

Apparaissent ainsi dans la base de données et dans la chronologie, des inondations généralisées (Rhin et affluents), d'ordre régional (1872, 1897, 1919, etc.) et suprarégional (1480, 1524, 1651, 1778, 1852, 1876, etc.) comme des inondations isolées affectant un seul cours d'eau. Et, malgré l'homogénéité de la zone d'étude et ses dimensions limitées, ce dernier type d'inondation se révèle bien plus fréquent que l'on ne l'attendait, rendant d'autant plus difficile la caractérisation d'un événement extrême – type. Si l'on confronte les différentes chronologies, les analyses sur le long terme ne montrent que peu de périodes aux profils similaires en termes de fréquence d'inondation qui pourraient indiquer l'existence d'un phénomène commun commandant aux événements dans le temps et dans l'espace. En réalité, on peut dire que chaque cours d'eau présente un profil spatiotemporel spécifique, comme il a été démontré par les travaux de Glaser *et al.* [2010] pour la situation sur l'ensemble de l'Europe. Par ailleurs, le report dans les archives étant conditionné par le caractère inhabituel et dommageable d'une inondation, il va de soi qu'il faut avant tout parler d'une chronologie « des inondations dommageables », reposant d'abord sur les enjeux et leur vulnérabilité, sur les perceptions et, in fine, sur les sources produites (types, nombre, disponibilité).

A l'examen de la Fig.2, apparaissent des ruptures / discontinuités dans les évolutions comparées des différentes rivières, mais également dans la chronologie d'une seule et même rivière (augmentation ou diminution de la fréquence des inondations recensées dans les archives). Plusieurs questions se posent : s'agit – il d'un biais lié à la qualité /

continuité des sources, comme pendant la guerre de 30 ans, par exemple ? Ces modifications dans l'occurrence spatio-temporelle des inondations peuvent-elles être interprétées comme le résultat d'un changement climatique ou / et de mesures prises modifiant la vulnérabilité aux crues (aggravation ou atténuation) ? Les événements les plus intéressants se sont produits durant toute la période d'étude, mais avec une concentration particulièrement remarquable durant la seconde moitié du XIX^{ème} et le début de XX^{ème}.

Remarquons par ailleurs que la représentation de la chronologie des inondations de manière synthétique, année par année, ne doit pas faire oublier, d'une part, que toutes les rivières ayant généré une inondation au cours d'une même année ne l'ont pas fait obligatoirement à la même date, d'autre part qu'une même rivière peut avoir généré plusieurs inondations au cours d'une même année. L'année 1910 est ainsi extrêmement complexe avec des inondations se produisant à six moments distincts de l'année [Martin *et al.*, 2011a] et impliquant, par exemple, à 3 reprises la Thur, mais pas forcément dans les mêmes secteurs de son bassin.

Notons pour finir une particularité surprenante des inondations les plus marquantes s'étant produites dans le Fossé Rhénan : leur dédoublement fréquent. En effet, les événements les plus graves sont souvent caractérisés par deux crues successives, se produisant dans un intervalle assez court de quelques semaines ou un mois (Tab. 1). Certains épisodes très rapprochés peuvent in fine être considérés comme un seul événement (le second épisode étant pour une part significative lié à la saturation induite par le premier épisode). Malgré leur intensité, ces seconds événements sont parfois, malheureusement, oubliés des bilans³.

3. Les inondations du 14-15 Janvier 1920 est le meilleur exemple, « masqué » par celles du 25 -28 décembre 1919, alors que les hauteurs d'eau ont localement été supérieures et constituent les maximas absolus connus, comme à Colmar.

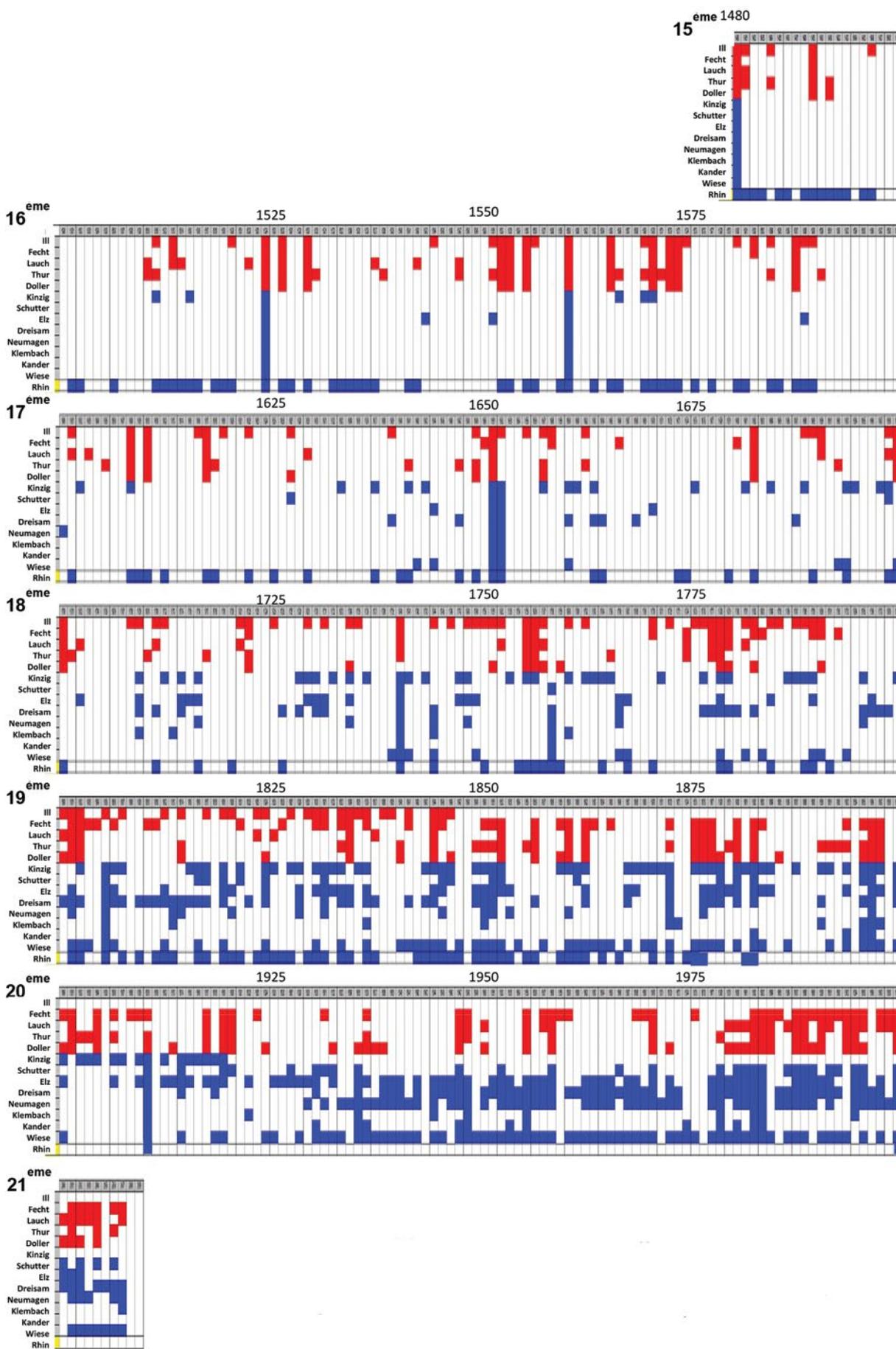


Figure 2 : Inondations de tout type d'intensité, répertoriées dans la zone étudiée : en rouge, côté français (de haut en bas) : Ill/Largue, Fecht, Lauch, Thur, Doller ; en bleu, côté allemand (de haut en bas) : Kinzig, Schutter, Elz, Dreisam, Neumagen/Möhlin, Klembach, Kander, Wiese, et enfin le Rhin.

Tableau 1 : Dédoublage des principales inondations du Fossé Rhéna au cours des 150 dernières années (en gras, les événements de classe 3 – voir 3.b).

Principales inondations (1850 – 2000)...	... avec dédoublage éventuel
Février 1876	Mars 1876
Novembre 1882	Décembre 1882
Février 1896	Mars 1896
Janvier 1910	Février 1910
Décembre 1919	Janvier 1920
Décembre 1947	Janvier 1948
Janvier 1955	
Avril 1983	Mai 1983
Février 1990	

III. LES DIFFICULTÉS D'UNE CLASSIFICATION À LONG TERME DES INONDATIONS

III.1. Des données quantitatives limitées dans le temps et dans l'espace

Dans l'ensemble de la zone d'étude, seul le Rhin bénéficie de données chiffrées sur le temps long, principalement à Bâle, Breisach et Strasbourg (200 ans). Ailleurs, les mesures sont disparates, lacunaires, limitées dans le temps ou relativement récentes. La plupart ne couvrent donc pas les événements remarquables de la seconde moitié du XIX^{ème} siècle. Ou, lorsque c'est le cas, rares sont les stations n'ayant fait l'objet d'aucune modification des conditions de mesure. Par ailleurs, comme cela a été évoqué précédemment, les repères de crue sont peu nombreux en Alsace, ne fournissant là aussi qu'une information disparate sur les événements extrêmes, mais couvrant la période 1778 – 1983. Plus de 1200 repères de crues ont été recensés dans la zone d'étude mais très majoritairement du côté allemand, le plus ancien datant de 1602 [Landesanstalt für Umwelt, 2006]. A partir des informations contenues dans les archives, certains repères de crue disparus ont pu être replacés, d'autres reconstitués, selon la méthode décrite par Pfister *et al.* [2011] par analyse historico – progressive des hauteurs d'eau lors d'une inondation historique, pour une infrastructure (bâtiment, pont, etc.) toujours présente à l'heure actuelle. Les indications sur l'extension du champ d'inondation ont également permis localement de reconstituer les hauteurs d'eau, comme les nombreuses informations faisant référence, lors d'une inondation, à un événement antérieur à travers une comparaison chiffrée⁴. Mises bout à bout, ces indications permettent très ponctuellement de lier une vingtaine d'événements entre 1740 et 1990, pour le Rhin, l'III ou la Kinzig. Mais les informations quantitatives restent malgré lacunaires et disparates, dans le temps et dans l'espace.

III.2. Proposition de classification sur le temps long

D'où la nécessité d'établir une classification exploitant et valorisant les informations qualitatives, plus nombreuses

4. « La crue (NDLR : de l'III) de 1919 dépasse en importance celle de 1910 qui dépassait elle – même celle de 1899 et 1896. (...) Pour l'III l'échelle d'IIIhaeusern indiquait 2m95 contre 2m83 en 1910. » *Note de la Direction Générale des Eaux et Forêts & de l'Agriculture (ADHR, 529D, n°16)*

« Wasserstand der III bei Kogenheim : 1882 : 2,57, 1896 : 2,50. Unterschied : 7 cm. ». *Elsässer Tagblatt, 17 mars 1896*

et détaillées. En s'appuyant notamment sur les travaux antérieurs [Sturm *et al.*, 2001 ; Bradzil *et al.*, 2002 ; Garnier, 2007 et 2010 ; Glaser *et al.*, 2012 ; Himmelsbach, 2012], la classification établie dans le cadre du programme TRANSRISK (Tab.2) associe les données d'endommagement (dommages matériels, structurels, fonctionnels), l'extension spatiale et les mesures de mitigation générées par l'événement, le tout renforcé par les valeurs quantitatives lorsqu'elle existent et par la hiérarchisation des événements issue des archives. L'enjeu consiste à définir des critères qui soient applicables et comparables à toutes les époques.

Mais surtout, l'originalité de cette classification repose sur l'introduction d'un facteur correctif (cf. dernière colonne du tableau 2) lié aux sources (nombre de sources, durée de présence, reprise postérieure, etc.), et rapporté à différentes périodes d'homogénéité des sources (type, quantité, qualité). La principale difficulté d'une classification sur le temps long est d'essayer d'éviter les anachronismes en comparant les informations brutes produites à des périodes différentes [Himmelsbach, 2012]. Bien entendu, cette classification ne peut s'appliquer qu'à une même échelle spatiale. Une inondation localisée (orage violent), de classe 1, pourra se révéler en effet « catastrophique » à l'échelle d'une commune, ou même d'un quartier.

III.3. Les événements extrêmes et l'EPRI

Si l'on étudie la chronologie des inondations classées et hiérarchisées pour l'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude, comme par exemple pour l'III et la Kinzig (Fig. 3), deux remarques s'imposent : d'abord, il existe des tendances générales et des similitudes, qu'on retrouve à l'échelle européenne [Bradzil *et al.*, 2002 ; Glaser *et al.*, 2010], notamment en ce qui concerne la crise de la période 1872 – 1882, caractérisée par des conditions climatiques favorables à l'occurrence de crues majeures [Glaser et Riemann, 2009 ; Glaser *et al.*, 2012]. Ensuite, les cours d'eau témoignent malgré tout et majoritairement d'un fonctionnement relativement individualisé [Schönbeim *et al.*, 2013 ; Himmelsbach, 2012], tendance qui se renforce à l'heure actuelle, du fait la variabilité spatiale des stratégies d'urbanisation et de mitigation, etc. Cela nécessite une analyse au cas par cas à l'échelle du bassin – versant, voire un découpage du bassin en tronçons homogènes. Par exemple, en l'état actuel des connaissances, pour la haute vallée de la Thur l'événement de référence semble être l'inondation de décembre 1947, alors que l'on s'oriente davantage

Tableau 2 : Système de classification des inondations pour l'évaluation diachronique sur le temps long

Classe	Classification (intensité et dimension spatiale)	Indicateurs primaires (dommages matériels)	Indicateurs secondaires (dommages structurels/ fonctionnels)	Indicateurs tertiaires (mitigation)	Facteur correctif lié aux sources
1	Inondation localisée, dégâts localement importants	En montagne : Dommages limités, par ex. aux champs / jardins proches du cours d'eau Arbres emportés sur les berges etc. En plaine : idem, inondation de courte durée	Inondation de courte durée	Mesures d'assistance au niveau local, aide du voisinage. Coût limité.	Sources peu nombreuses, localisées, durée courte (1 jour dans la presse par ex.), reprise postérieure rare
2	Inondation régionale, dégâts importants à l'échelle régionale	En montagne : Dégâts aux constructions et infrastructures proches du cours d'eau : digues, levées, passerelles, ponts, moulins, bâtiments, réseaux, etc. Dégâts sévères aux champs et jardins proches ; pertes de bétails, pertes humaines limitées. Processus morphodynamiques (érosion, engravement etc.) En plaine : idem, vastes étendues inondées, évacuation lente	Inondation de moyenne durée (quelques jours)	Mesures d'assistance coordonnées par une aide extérieure. Appels aux dons / aide interrégionaux. Coût important.	Sources variées et croisées à l'échelle régionale, durée moyenne (plusieurs jours dans la presse par ex.), reprises postérieures assez fréquentes
3	Inondation suprarégionale, dégâts catastrophiques et généralisés	En montagne : Dégâts sévères aux constructions et infrastructures au-delà de la simple proximité du cours d'eau : digues, levées, passerelles, ponts, moulins, bâtiments, réseaux, etc. (infrastructures détruites et emportées). Dégâts sévères aux champs et jardins proches ; pertes de bétails importantes, pertes humaines. Processus morphodynamiques importants (érosion, engravement, modification du tracé etc.) En plaine : idem, Inondation de très vastes étendues ; l'eau ne s'écoule pas pendant des semaines.	Inondation de longue durée (plusieurs jours ou semaines)	Mesures d'assistance interrégionales, dimension nationale. Discours politiques sur la sécurité et la prévention suite à l'événement. Mesures de prévention nouvelles, techniques (digues), et administratives (zonage préventif). Ancrage durable de l'événement dans la mémoire collective, sert à long terme de référence). Coût très important.	Sources variées et croisées à l'échelle régionale et nationale, durée longue (plusieurs semaines dans la presse par ex.), reprise postérieures systématiques (événement de référence)

vers décembre 1919 ou octobre 1778, pour la moyenne et basse vallée (sachant que l'on manque d'information concernant ces deux dates pour la haute - vallée !), à l'exception - radicale - d'un village, Ungersheim, pour lequel l'inondation de décembre 1947 reste sans précédent (voir paragraphe V.2., quelques exemples de sous - estimation).

De fait, si l'on effectue malgré tout une synthèse, les événements extrêmes se répartissent en six catégories fondamentales d'occurrences dans l'espace du Rhin supérieur et de ses affluents [Himmelsbach, 2012] :

— de nombreux événements répertoriés dans la zone d'étude concernent presque exclusivement le Rhin, tels que les crues de juillet 1343, de juin 1876, de septembre 1881 ou de juin 1910 [Martin *et al.*, 2011a], dont les origines hydrologiques et météorologiques sont à chercher essentiellement dans les Alpes ou le plateau Suisse (type 1).

— Un deuxième type concerne le Rhin et l'ensemble de ses affluents dans la zone étudiée, comme dans le cas des crues de juillet 1480, de décembre 1882 ou de janvier 1910 [Martin *et al.*, 2011a]. Du point de vue géohistorique, c'est ce deuxième type qui a provoqué les dégâts les plus spectaculaires.

— Un troisième type concerne exclusivement les affluents du côté alsacien, comme la crue de mars 1876 ou les crues de février 1990 et de décembre 1999 (type 3).

— A l'opposé, le type 4 ne concerne que les affluents du côté allemand, comme la dernière crue importante de décembre 1991.

— Le type 5, très important également pour la région, se caractérise par la crue simultanée de tous les affluents de part et d'autre du Rhin, comme c'était le cas en mai 1872, février 1877, mars 1896 (Fig. 4), décembre 1919 / janvier 1920, décembre 1947 ou avril 1983.

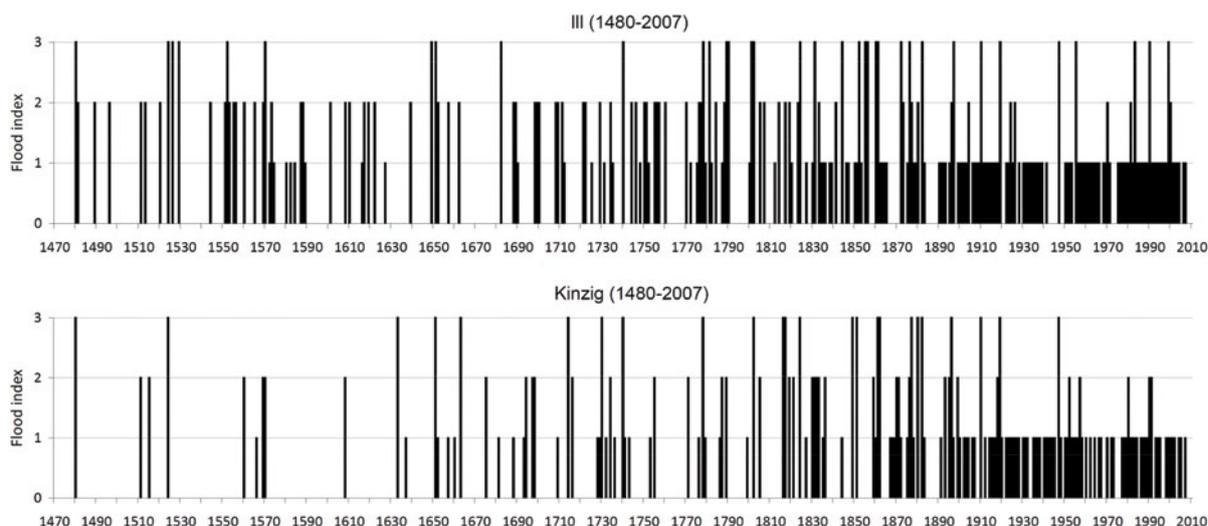


Figure 3 : Chronologie des inondations classées et hiérarchisées : Ill (France) et Kinzig (Allemagne ; d'après Himmelsbach [2012], modifié).

— Enfin, il faut mentionner les événements très localisés (type 6), impactant au mieux des cours secondaires, liés à des précipitations d'orage, responsables de coulées de boue ou de ruissellement urbain, notamment dans la ville de Mulhouse [Ansel, 2009 ; Martin *et al.*, 2010a]. Contrairement aux idées reçues, les coulées de boue constituent un phénomène déjà ancien, puisque l'on trouve références à cet aléa dès le XIX^{ème} siècle sur le piémont viticole, notamment à Soutzmatt en juillet 1896⁵. Parfois, ces coulées de boue localisées se produisent simultanément dans de multiples endroits, comme en mai - juin 2008, lui conférant une dimension régionale [Martin *et al.*, 2011b].

Pour les affluents du Rhin, les événements extrêmes se sont presque toujours produits pendant la période hivernale (décembre – mars), tandis que le Rhin a connu ses crues les plus extraordinaires soit en hiver (décembre – mars), soit sur la période juin – juillet.

Dans un contexte de méconnaissance globale de l'histoire des inondations en Alsace, l'EPRI (évaluation préliminaire des risques d'inondation) réalisée dans le cadre de l'application de la Directive Européenne 2007/60/CE [EU, 2007] relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, dite « Directive Inondation » [Lang *et al.*, 2013], constitue une réelle avancée. Des participants au programme TRANSRISK ont d'ailleurs été mobilisés pour sa mise en place. L'EPRI souligne, notamment, l'importance des inondations de décembre 1919 – janvier 1920 [MEDDTL, 2011], qui constituent incontestablement un événement de référence à l'échelle régionale. Mais les descriptions ne concernent qu'une petite partie de l'Alsace (vallée de la Bruche), tout reste donc à faire en termes d'analyse des conséquences matérielles et des dimensions spatiales. La même remarque peut être faite pour décembre 1947. On peut également regretter que la prise en compte des inondations historiques ne concerne que le XX^{ème} siècle. Et néglige mars 1896, novembre – décembre 1882, et, surtout, mars 1876 qui est sans aucun doute l'inondation la plus importante de l'histoire récente, comparable à celle d'octobre 1778. Ceci en grande partie parce qu'il s'agit

d'un phénomène généralisé sur le plan spatial, associé à une forte crue du Rhin, masquée dans les bilans annuels, comme en 1910 [Martin *et al.*, 2011a], par une crue encore plus forte en juin de la même année. Curieusement, l'EPRI remonte

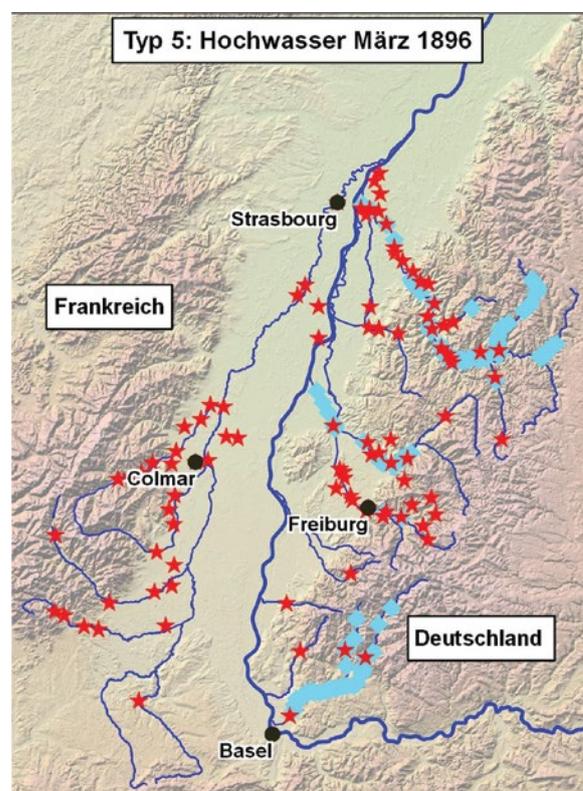


Figure 4 : Inondation de type 5 dans l'espace du Rhin Supérieur. La carte représente les lieux touchés par des dégâts d'inondation (étoiles) et les lieux où la cote d'alerte a été atteinte (points, Service de l'environnement, des mesures et de la protection de la nature du Land de Bade-Wurtemberg, 2006).

5. On dispose de photographies d'époque témoignant de l'intensité exceptionnelle de ce phénomène.

plus loin dans le temps pour les inondations du Rhin mais de manière sélective. Septembre 1881 n'est pas mentionnée, ni 1802 ou 1824, au contraire de décembre 1919, qui reste une crue assez limitée. Certes, il est assez délicat d'interpréter les événements antérieurs à la correction réalisée entre 1830 et 1870 [Tulla, 1825], mais l'objectif de la Directive, d'une gestion construite sur des événements de récurrence pluricentennale voire millennale, se doit d'intégrer les inondations anciennes exceptionnelles, notamment juillet 1480 [Pfister, 2005 ; Himmelsbach 2012]. Mais la principale critique que l'on peut faire à l'EPRI est de s'arrêter aux frontières nationales, alors que l'on se situe dans un espace commun et partagé et qu'il s'agit d'appliquer une directive européenne. Et le cas de figure le plus catastrophique pour l'Alsace reste sans aucun doute l'occurrence simultanée de crues fortes (pas forcément majeures), pour le Rhin et ses affluents alsaciens et badois, voire bâlois avec la Birse qui rejoint le fleuve dans l'agglomération bâloise. Ceci en raison, notamment des perturbations des réseaux qui en résulteraient, sur un axe multimodal essentiel à l'échelle européenne, et au trafic très dense.

III.4. Classer, hiérarchiser les inondations historiques dans un contexte de discontinuités multiples de l'information

L'analyse à long terme de l'évolution des inondations demande énormément de prudence car on travaille sur un phénomène caractérisé par des discontinuités multiples, qui rendent les comparaisons spatiotemporelles aléatoires si l'on ne prend pas un minimum de précaution, sachant que les sources sont conditionnées par l'endommagement, et que l'on bâtit une chronologie des inondations destructrices et non pas des crues. Ces discontinuités sont, principalement, au nombre de cinq, comme l'ont montré Giacona *et al.* [2014] pour les avalanches :

— Discontinuité de l'aléa : la dynamique du cours d'eau peut varier en raison des changements dans les facteurs déclenchants (climatiques) comme dans les facteurs de

prédisposition (occupation des sols), comme on a pu le montrer dans le cas de Vars dans les Hautes – Alpes [Martin, 1996].

— Discontinuité des enjeux : l'occupation des sols connaît des changements importants le long des cours d'eau, surtout sur une période pluriséculaire. Or, l'absence d'enjeux exposés et vulnérables (humains et / ou matériels) fait que l'on peut très bien ne trouver aucune trace d'une crue extraordinaire dans les archives.

— Discontinuités des vulnérabilités : même à enjeux constants, la vulnérabilité des enjeux n'est pas constante dans le temps. Elle peut croître ou décroître selon des facteurs techniques pour les infrastructures, selon des facteurs liés aux perceptions, à la culture et la mémoire du risque pour les enjeux humains.

— Discontinuité des sources : les documents relatifs aux inondations varient dans le temps et dans l'espace (type, quantité, qualité).

— Discontinuité des perceptions du risque d'inondation, fonction de la culture et de la mémoire du risque. Les mobilités, la perte de la transmission intergénérationnelle, l'individualisme, le discours politique, le niveau de déresponsabilisation, la déterritorialisation du risque, l'instrumentalisation du risque, etc., contribuent à aggraver ou atténuer les perceptions [Langumier, 2011] qui vont peser doublement sur l'information relative aux inondations, à travers la vulnérabilité et la production des sources.

A cela se rajoutent évidemment des facteurs conjoncturels liés à l'histoire tourmentée de ce territoire, découpé par des frontières nationales et soumis à des systèmes politico – administratifs différenciés.

Cela suppose donc qu'en dehors des événements s'étant produits dans une période homogène, c'est-à-dire dans une quintuple continuité (facteurs de production de sources constants dans le temps), la comparaison des inondations nécessite une contextualisation, que l'on ait des informations qualitatives ou quantitatives. En effet, comme on peut le voir sur la figure 5, les inondations 2 et 3 se sont produites durant des périodes caractérisées par une continuité des

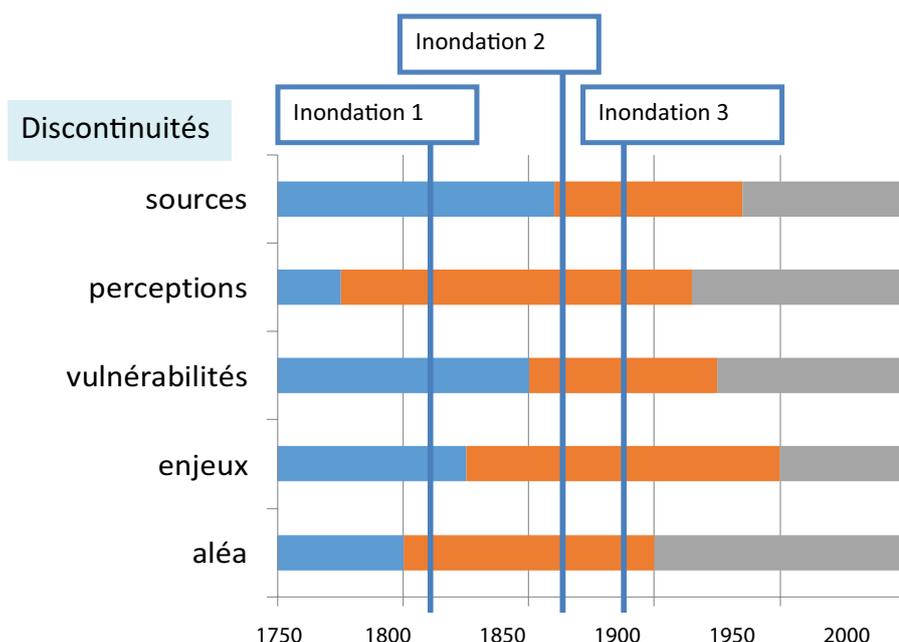


Figure 5 : Règles de comparaison des inondations dans le temps, selon la continuité / discontinuité des critères générant l'information.

critères générant l'information. Elles peuvent donc être comparées directement. Au contraire des inondations 1 et 2, qui, du fait de leur occurrence durant des périodes caractérisées par une discontinuité des facteurs de production de sources dans le temps, nécessitent d'être contextualisées pour pouvoir être comparées. A notre échelle, et sur un même site, on peut par exemple comparer dans le temps mars 1876 et novembre 1882. Les variations relèveront majoritairement de facteurs déclenchants d'ordre climatique. Par contre, la comparaison de mars 1876 avec mars 1896 nécessitera une contextualisation en fonction des changements d'occupation des sols (discontinuités des enjeux et des vulnérabilités).

IV. LES FACTEURS ANTHROPIQUES DANS L'ÉVOLUTION DES INONDATIONS

IV.1. Contextualisation des inondations historiques

D'une certaine manière, l'EPRI affiche une cohérence dans le choix de la période décrivant les événements de référence, en excluant les inondations anciennes s'étant produites dans un contexte de discontinuités importantes par rapport à la période actuelle. Mais comme on l'a vu précédemment, sans doute passe-t-on à côté d'événements exceptionnels dont la prise en compte est pourtant un objectif de la Directive. Cela nécessite cependant un travail complexe de contextualisation, intégrant, notamment, une parfaite connaissance de l'évolution de l'occupation des sols. Dans le cadre du programme TRANSRISK, les résultats des recherches en France et en Allemagne ont été confrontés pour identifier les convergences et les divergences spatiales et temporelles des phénomènes de crues et de leurs conséquences. Leur analyse comparée (entre la France et l'Allemagne, entre les cours d'eau d'un même pays, entre les communes d'un même bassin) a permis la mise en évidence du rôle explicatif des facteurs climatiques et des facteurs anthropiques (changement dans l'occupation des sols, gouvernance). En voici quelques exemples.

IV.2. Les limites à la comparaison des repères de crue

Les repères de crue sont d'un intérêt capital pour l'évaluation et la classification des inondations historiques, notamment à travers la comparaison des débits reconstitués à travers la relation hauteurs-débits. Encore faut-il utiliser ces repères avec prudence. Ainsi, on trouve sur la Kinzig, coté allemand, un repère de crue superposant des événements depuis 1602 et jusqu'en 1919 (niveau le plus élevé). Or la hiérarchisation est impossible, la rivière étant passée d'un état naturel à un tracé calibré, artificiel (profil en double trapèze). De même, le repère de crue situé sur la Lauch en amont de Colmar permet la comparaison entre les crues de mars 1876, janvier 1910, décembre 1919, janvier 1920 et avril 1983. Les crues de 1876 et 1920 correspondent aux niveaux le plus élevé, mais la réduction du champ d'expansion des crues entre ces dates, de l'ordre de 10 à 15% (construction d'usines, canalisation), sous-évalue 1876. Quant à 1983, le champ d'expansion s'est contracté d'au moins 30% du fait de l'urbanisation et du développement des réseaux. Et, non seulement les hauteurs d'eau ont été inférieures de 50cm à celle de 1876, mais ce niveau reste sur-évalué si on le contextualise par rapport à 1876, mais aussi 1919, 1920 et 1910. Mais l'exemple le plus intéressant est celui de Strasbourg, puisque le pont St-Martin affiche les niveaux des inondations de 1778 et 1882. Auxquels on

peut superposer, d'après les archives, ceux de 1919 et 1947. Or ces derniers sont inférieurs de plus d'1m50. Que peut-on en déduire ? Non pas que les crues ont été plus faibles, mais tout simplement que le canal de dérivation de l'III, construit en amont de Strasbourg en 1891, se révèle particulièrement efficace. En effet, en 1919, plus de 85% du débit de l'III a été détourné (plus de 500 m³/s), le repère de crue ne témoignant que de l'apport de la Bruche, très important par ailleurs [Gaume, 2005] qui se jette dans l'III à Strasbourg. Sans la construction du canal, le niveau à Strasbourg aurait été supérieur à celui de 1882, entraînant une inondation catastrophique.

IV.3. Le cas de l'III à Mulhouse

Comme Strasbourg, Mulhouse est « protégée » par un canal de dérivation de l'III. L'analyse de son rôle est cependant plus complexe mais illustre parfaitement ce que l'on peut tirer de la méthode des superpositions spatiales et temporelles dès lors que l'on a des informations en cohérence avec l'échelle d'analyse (Fig. 6).

L'étude comparée de la chronologie des inondations domageables pour l'ensemble du bassin de l'III et pour la seule ville de Mulhouse, montre des discontinuités en ce qui concerne la fréquence mais surtout l'ampleur des inondations. Mais ceci uniquement à partir de la construction du canal de décharge de l'III, détournant la rivière pour protéger la ville et permettre l'urbanisation. Dans un premier temps, le canal s'est révélé insuffisant pour évacuer les crues de l'III. Or, comme la croissance urbaine a été très rapide, notamment dans les anciennes zones inondables, les dommages des inondations sont devenus plus importants à Mulhouse que dans le reste du bassin. D'où un élargissement du canal réalisé durant la période d'occupation allemande (1905), modification efficace, puisque, après cette date, la tendance s'inverse et les inondations deviennent moins graves à Mulhouse que dans le reste du bassin [Martin *et al.*, 2010a].

Toutefois, la crue d'août 2007, de récurrence cinquantennale, mais proche des limites de capacité du canal, pose clairement la question d'une absence des conditions climatiques favorables à l'occurrence de phénomènes extrêmes depuis la fin du XIX^{ème} siècle. En effet, les crues de référence de l'III au XX^{ème} siècle sont surtout imputables à l'apport des cours d'eau vosgiens, en aval de Mulhouse. Le canal est remarquablement efficace pour les crues moyennes, au-delà, on peut se montrer réservé. A noter que l'aggravation des inondations le long de l'III durant les dernières décennies, est à mettre en parallèle, non pas avec des facteurs uniquement climatiques, mais avec :

- une augmentation de la vulnérabilité, liée à la construction de nombreux lotissements dans les villages aux alentours de la rivière en amont et en aval de Mulhouse.
- une modification vraisemblable de la réponse aux précipitations (observée surtout dans l'immédiat pour des crues localisées / coulées de boue), du fait de l'accroissement des surfaces en cultures annuelles, surtout du maïs, [Martin *et al.*, 2011b] au détriment des prairies, haies et bosquets dans le haut-bassin (Sundgau)⁶ [Heitz, 2005].

Par ailleurs, la réalisation précoce d'un PPRI dans la vallée de la Largue⁷ a protégé les zones d'expansion des crues [With,

6. Cette situation oblige les collectivités territoriales (Conseil Général du Haut-Rhin) à multiplier les constructions de bassins de rétention, tandis que certains maires sont allés jusqu'à interdire la culture du maïs sur leur territoire communal, à moins de 500m des habitations.

7. Principal affluent de l'III en amont de Mulhouse

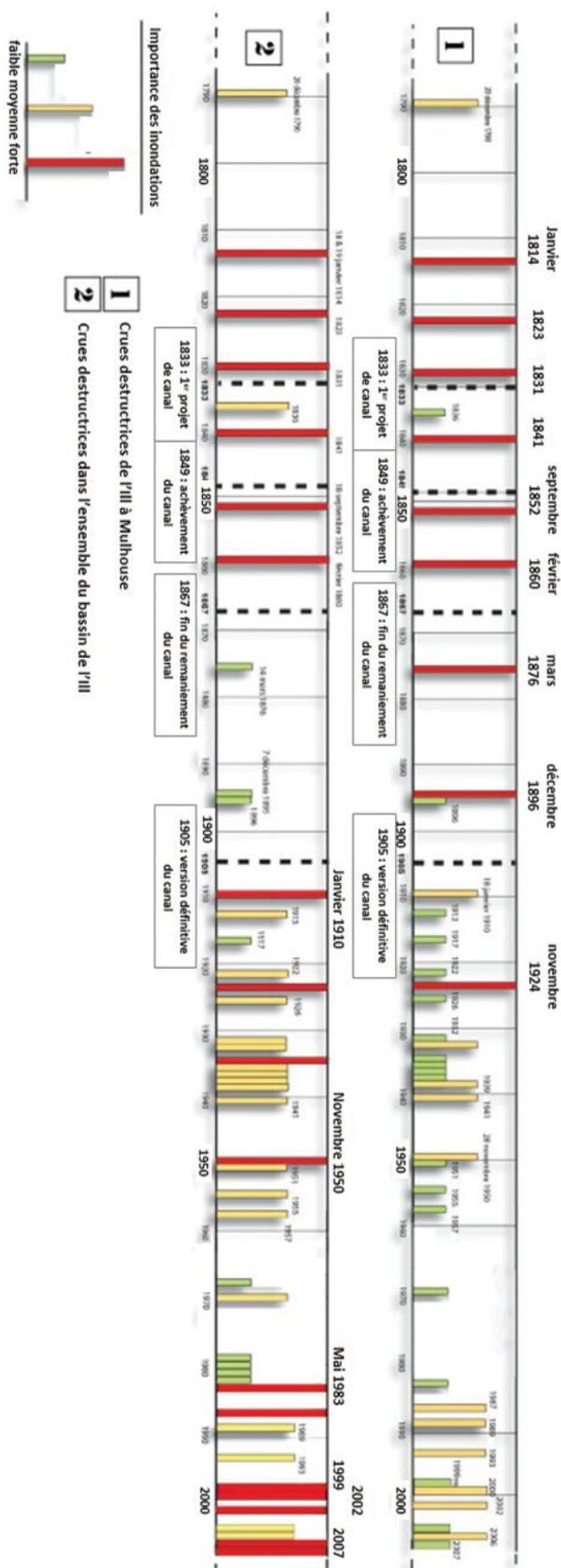


Figure 6 : chronologie des inondations de l'Ill en fonction de trois niveaux de gravité, pour la seule ville de Mulhouse (en haut) et l'ensemble du bassin de l'Ill (en bas). Les lignes en tirets noirs représentent les différentes phases de construction et de modification du canal de décharge de l'Ill à Mulhouse. D'après Martin et al.[2010a].

2010], alors qu'elles ont été largement urbanisées dans la vallée voisine de l'Ill, avant la réalisation du PPRI. Résultat, on assiste actuellement à un déphasage d'environ 6h des pics de crue de ces deux rivières qui se rejoignent en amont de Mulhouse, alors qu'ils étaient concomitants par le passé. Un effet imprévu du PPRI de la Largue qui lisse l'onde de crue à Mulhouse et y réduit notablement le risque d'inondation.

V. LES LIMITES DE LA CARTOGRAPHIE RÉGLEMENTAIRE FACE AUX ÉVÉNEMENTS EXTRÊMES

V.1. Les crues de références des PPRI en Alsace confrontées à la chronologie à long terme

Les résultats du programme TRANSRISK, mais aussi ceux de l'EPRI, sont instructifs quant à la réalisation et au contenu des PPRI en Alsace. Deux problèmes peuvent être soulevés. D'abord, celui de la pertinence des priorités : le premier PPRI à avoir été réalisé est celui de la Largue. Or, même si les crues de cette rivière sont très fréquentes, c'est aussi la vallée dans laquelle les enjeux sont les moins importants. Clairement, les services de l'état se sont « fait la main » sur un cas facile, non conflictuel⁸, avant de passer aux choses sérieuses [Martin *et al.*, 2010b]. Celui de l'Ill a, par exemple, été prescrit en 1997, pour n'être approuvé qu'en 2006 [Guerrouah, 2010]. Et celui de la Doller, prescrit en 1997 également, est toujours en cours d'instruction alors qu'il impacte la principale agglomération du Haut – Rhin, à savoir Mulhouse. Et l'on touche là au second problème, le choix des événements de référence qui se limite à 1983 et 1990 pour calibrer la crue centennale dans les modèles, même pour le PPRI de la Doller instruit récemment. Certes, ce sont des crues importantes, mais sans commune mesure avec celles de 1947, 1919, 1910, 1876, etc.

V.2. Quelques exemples de sous – estimation

D'où une sous – estimation de la réalité du risque d'inondation sur la quasi-totalité des PPRI du Haut – Rhin. A moins qu'il ne s'agisse d'une forme de pragmatisme du fait des contraintes foncières dans une des régions les plus densément peuplées de France. La ville de Thann est ainsi quasiment exempte de risque d'inondation, en dehors d'un petit secteur, menacé en cas de rupture de digue. Or les archives, photographies à l'appui, montrent que l'ensemble de la commune a été inondée en 1919, 1920, 1947, dans un contexte, en termes de facteurs anthropiques aggravants, moins défavorables qu'à l'heure actuelle. De même, plus en aval, et toujours pour le PPRI de la Thur, la commune d'Ungersheim est relativement préservée en raison de son éloignement de la rivière et d'une topographie apparemment favorable. Mais, si l'on avait pris en compte la crue de 1947, on aurait constaté, comme l'a montré le travail de Holleville et Martin [2014], que les affaissements miniers liés à l'exploitation des mines de potasse, lors de crues extrêmes, entraînent l'apparition d'un nouveau chenal de crue qui dirige les eaux directement vers Ungersheim.

8. Ce qui en fait une exception en Alsace.

V.3. Le paradoxe de Mulhouse, d'une absence de risque au TRI

Mais la situation la plus intéressante reste sans doute celle de Mulhouse. Le PPRI de l'III ne mentionne qu'une toute petite zone inondable [Martin *et al.*, 2010b], affectant surtout le camping de la commune. La berge opposée, exactement à la même hauteur, est par contre exempte de risque ! Surtout, le canal semble incapable d'évacuer une crue centennale, et son occurrence provoquerait vraisemblablement une inondation d'une bonne moitié de la ville, avec une extension comparable à ce qui s'est produit en 1852 et 1860. Résultat, le Conseil Général a construit récemment un second canal de décharge de l'III pour mettre la réalité du terrain en conformité avec la cartographie du PPRI ! Le programme TRANSRISK et l'EPRI ont mis le doigt sur cette incohérence et, du coup, Mulhouse passe d'une ville exempte de risque d'inondation d'après le PPRI, à un TRI (Territoire à Risque important d'Inondation), prioritaire au même titre que Strasbourg, pour la seconde phase de l'application de Directive européenne « inondation » [DREAL Lorraine, 2013].

VI. CONCLUSION

Avec l'application de la Directive Européenne « inondation », l'analyse historique des inondations devient d'un intérêt capital, puisqu'il s'agit de construire une gestion du risque adaptée à des phénomènes de récurrence rare, au-delà de la fréquence centennale. Plus on travaille sur le temps long, plus on a de chance de pouvoir découvrir la réalité de ces événements exceptionnels. Mais encore faut-il être en mesure, pour pouvoir les transposer sans anachronisme dans l'époque actuelle, de les évaluer dans leur contexte, de construire une méthode de hiérarchisation et de comparaison faisant abstraction autant que possible des discontinuités temporelles et spatiales qui caractérisent les critères de production de l'information. Il s'agit néanmoins d'une analyse très complexe, nécessitant une approche multiscalaire et un travail de recherche géohistorique aussi important sur les phénomènes eux-mêmes que sur leurs causes directes (facteurs déclenchants climatiques) et indirectes (facteurs de prédisposition anthropiques et climatiques). Les résultats du programme TRANSRISK indiquent surtout qu'il faut se montrer très circonspect en ce qui concerne l'approche linéaire d'une chronologie des inondations sur le temps long, qui considérerait les facteurs d'occurrence de cet aléa comme constants dans le temps. Au-delà des simples anachronismes géohistoriques, cela présente surtout, en matière de gestion, un risque de mauvaise évaluation des événements extrêmes. La Directive « Inondation » étant conçue pour être mise à jour tous les six ans, cela apporte la justification scientifique à un travail de contextualisation, mais offre également le temps nécessaire pour réaliser ce type de travail complexe, nécessitant une approche interdisciplinaire et comparative.

VII. REFERENCES

ANSEL R. (2009) — Les rapports d'intervention des sapeurs-pompiers de Mulhouse : une source pleine de promesses. *Actes du CRESAT*. **6** : 54-59

ANTOINE J.-M., GAZELLE F. (2011) — L'apport des données historiques dans la connaissance des crues – Interprétation dans le Sud-Ouest de la France. *Historiens-Géographes*

BRADZIL R., GLASER R., PFISTER C., STANGL H. (2002) — Floods in Europe. A look into the past. *Pages News*. 21-23

DREAL LORRAINE (2013) — *Identification des TRI sur le bassin Rhin-Meuse. Rapport de présentation*

EU (2007) — *Richtlinie 2007/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23 Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken*. Edited by EU

GARNIER E. (2007) — Histoire d'eau, histoire du climat, Matériaux et méthodes d'une histoire du climat en milieu fluvial (XVI^e – XIX^e siècles). *Actes du CRESAT*. **5** : 19-26

GARNIER E. (2010) — *Les dérangements du temps : 500 ans de chaud et de froid en Europe*. Paris, Plon

GAUME E. (2005) — Analyse préliminaire des données historiques sur les crues de la Bruche et de l'III à Strasbourg. *Note technique*. CEREVE / ENPC

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** : 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. 689p. + ann

GLASER R., RIEMANN D. (2009) — A thousand-year record of climate variations for Germany and Central Europe based on documentary data. *Journal of Quaternary Science*. **24** : 437-449

GLASER R., RIEMANN D., SCHÖNBEIN J., BARRIENDOS M., BRÁZDIL R., BERTOLIN C., CAMUFFO D., DEUTSCH M., DOBROVOLNÝ P., VAN ENGELEN A., ENZI S., HALÍCKOVÁ M., KOENIG S., KOTYZA O., LIMANÓWKA D., MACKOVÁ J., SGHEDONI M., MARTIN B., HIMMELSBACH I. (2010) — The variability of European floods since AD 1500. *Climatic Change*. **101** : 235-256

GLASER R., DRESCHER A., RIEMANN D., MARTIN B., HIMMELSBACH I., MURAYAMA S. (2012) — Transnationale Hochwasserrisikogesichte am Oberrhein. *Gebhardt H, Glaser R, Lentz S (Hrsg.): Europa – eine Geographie, Berlin, S. 82-88*

GUERROUAH O. (2010) — Situation de blocage d'une procédure de PPRI : la clef de l'histoire ? Cas du Bassin de l'III (Alsace, France). Quelles archives aujourd'hui pour mieux gérer les risques demain ? *Approches géographiques et historiques, Nancy Meschinot de Richemond (dir), Collection Géorisques PULM Montpellier*. **3** : 56-61

HEITZ C. (2005) — Etude de la perception du risque de catastrophes naturelles relatif aux coulées de boue par les acteurs des communes périurbaines (Sundgau, Alsace). *Mémoire de DEA, Univ. de Strasbourg*

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. *Les territoires au croisement du temps et de l'espace. Mobilités, identités et paysages. Borello C., Pollini A. (dir), supplément en ligne des Actes du Cresat, Mulhouse*. 11p

LANDESANSTALT FÜR UMWELT. MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2006) — *Historische Hochwassermarken in Baden-Württemberg, Karlsruhe (CD)*

LANG M., COEUR C., BARD A., BACQ B., BECKER T., BIGNON E., BLANCHARD R., BRUCKMANN L., DELSERIEYS M., EDELBLUTTE C., MERLE C. (2013) — Les inondations remarquables en France: premiers éléments issus de l'enquête EPRI 2011. *La Houille Blanche*. **5** : 37-47

- LANGUMIER J. (2011) — Mémoire et oubli, peur et déni : dynamiques du risque sur un territoire sinistré. *November V. Pénélas M., Viot P. (dir.), Habiter les territoires à risques, Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne.* 165-184
- MARTIN B., ANSEL R., GUERROUAH O., VITOUX M.-C., WITH L., DRESCHER A., GLASER R., HIMMELSBACH I., SCHÖNBEIN J. (2011) — Géohistoire critique de la crue de janvier 1910 dans le Fossé Rhénan (Alsace / Pays de Bade). *La Houille Blanche.* **1** : 62-68
- MARTIN B., ANSEL R., DRESCHER A., GUERROUAH O., GLASER R., RIEMANN D., VITOUX M.-C., VOGT S., WITH L. (2010) — Threatening disaster or mastered risk? A geo-historical approach of flood risk in urban area. Example of Mulhouse (France). *Territorium.* **17** : 201-209
- MARTIN B., GUERROUAH O., ANSEL R., WITH L. (2010) — Territorialisation ou déterritorialisation du risque ? Analyse comparative et critique de la procédure de réalisation des P.P.R.N.P. *RISEO (www.riseo.fr).* **1**
- MARTIN B., GUERROUAH O., HIMMELSBACH I., WITH L. (2011) — La périurbanisation et la construction des territoires du risque d'inondation en Alsace. *Actes du colloque Association de Prospective Rhénane, Périurbanisation, créativité & durabilité, Strasbourg, 22 novembre 2010.* 119-133
- MARTIN B. (1996) — Les aléas naturels à Vars. 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*
- MEDDTL (2011) — L'évaluation préliminaire du risque d'inondation. Bassin du Rhin. *Rapport MEDDTL*
- PFISTER C. (2005) — Überschwemmungen und Niedrigwasser im Einzugsgebiet des Rheins 1500– 2000. *Klötzli F.: Der Rhein - Lebensader einer Region, Zürich.* 265-273
- PFISTER C., WETTER O. ET AL. (WETTER O., PFISTER CH, WEINGARTNER R., LUTERBACHER J., REIST T & TRÖSCH J. (2011) — The largest floods in the High Rhine basin since 1268 assessed from documentary and instrumental evidence. *HSJ.* **56(5)** : 733-758
- SCHÖNBEIN J., GLASER R., HIMMELSBACH I., MARTIN B. (2013) — Transnationale Hochwassergeschichte am südlichen Oberrhein. *BfG-Mitteilungen.* **1** : 33-39
- STURM K., GLASER R., JACOBET J., DEUTSCH M., BRÁZDI R., PFISTER C., LUTERBACHER J., WANNER H. (2001) — Hochwasser in Mitteleuropa seit 1500 und ihre Beziehung zur atmosphärischen Zirkulation. *Petermanns Geographische Mitteilungen.* **6** : 14-23
- TULLA J.G. (1825) — *Karlsruhe Über die Rektifikation des Rheins, von seinem Austritt aus der Schweiz bis zu seinem Eintritt in das Großherzogtum Hessen*
- WITH L. (2010) — Des archives pour « prédire » le risque : cas du bassin de la Largue (Haut-Rhin, France), Quelles archives aujourd'hui pour mieux gérer les risques demain ? *Approches géographiques et historiques, Nancy Meschinot de Richemond (dir), Collection Géorisques PULM Montpellier.* **3** : 61-65