



HAL
open science

Retour sur les inondations majeures de 2021 dans la vallée de l'Ahr (Allemagne) à l'échelle du bâti : de la construction du risque à une reconstruction résiliente ?

Sirine Bouchenaki

► To cite this version:

Sirine Bouchenaki. Retour sur les inondations majeures de 2021 dans la vallée de l'Ahr (Allemagne) à l'échelle du bâti : de la construction du risque à une reconstruction résiliente ?. Géographie. 2023. dumas-04321787

HAL Id: dumas-04321787

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04321787>

Submitted on 4 Dec 2023

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.

Copyright

Mémoire de recherche M1 GAED parcours Gestion des Catastrophes et des Risques Naturels (GCRN)
Université Paul Valéry – Montpellier 3

Retour sur les inondations majeures de 2021 dans la vallée de l'Ahr (Allemagne) à l'échelle du bâti : de la construction du risque à une reconstruction résiliente ?



Figure 1 : Dernau, en pleine reconstruction, au cœur de la vallée encaissée de l'Ahr
(photographie : S. Bouchenaki, 2023)

Sirine Bouchenaki – soutenu le 12 juin 2023

Sous la direction de M. Freddy Vinet, Professeur des Universités

Remerciements

Pour commencer, je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la construction de ce mémoire de recherche.

Tout d'abord, je remercie mon directeur de mémoire, Freddy Vinet, pour avoir encadré mon projet, soufflé plusieurs idées et donné différents conseils au cours de ces derniers mois. Mes remerciements vont aussi à toute l'équipe pédagogique du master GCRN qui m'a apporté de nombreuses connaissances théoriques.

Je remercie également Annegret Thieken, qui m'a mise en confiance dès mon arrivée sur le terrain d'étude, donné des pistes de recherches et les coordonnées de différentes personnes dont les contacts m'ont beaucoup servi. Elle m'a également transmis des données et méthodes indispensables à la bonne réalisation de mon étude.

Je souhaite ensuite chaleureusement remercier Maximilian Kranich, pour son temps, son accueil au sein de la ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler, ses explications et sa patience. Il m'a été d'une grande aide à travers des informations concrètes et détaillées.

Je remercie Bert Droste-Franke, chercheur de l'institut IQIB, pour son aide à l'obtention de certaines données nécessaires et ses encouragements.

Je remercie les pompiers de Bad Neuenahr-Ahrweiler pour leur accueil et leur intérêt, mais aussi Gunnar Kreidl, de l'organisme THW, pour ses explications détaillées.

Je remercie Holger et Thomas, habitants de Dernau, pour leur temps et accueil chaleureux ainsi que leurs témoignages.

Je remercie les associations DZNH et Johanniter pour leur temps et leur sympathie.

Je remercie tout particulièrement mes amis alsaciens de longue date pour leur soutien à distance, mais aussi et surtout mes camarades de master, qui constituent un soutien et réconfort indispensable à travers nos appels sur nos terrains respectifs, puis nos séances de rédaction à Montpellier.

Enfin, un grand merci à ma maman, mon papa, ma sœur, mon frère, mais aussi mes grands-parents, pour la relecture, les nombreux conseils, et le soutien inconditionnel.

REMERCIEMENTS	3
INTRODUCTION	6
1. CONTEXTE ET RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES CRUES DES 14 ET 15 JUILLET 2021	8
1.1. LA VALLEE DE L'ÀHR : CONTEXTE D'UN TERRITOIRE A RISQUE	8
1.1.1. <i>Un territoire touristique au cœur de l'Europe</i>	8
1.1.2. <i>Une région historiquement confrontée au risque inondation</i>	10
1.2. LA CATASTROPHE DU 14 AU 15 JUILLET 2021	14
1.2.1. <i>Chronologie d'un évènement majeur à travers ses contextes météorologique et hydrologique</i>	14
1.2.2. <i>Un lourd bilan humain</i>	19
1.2.3. <i>De nombreux enjeux détruits engendrant d'importantes conséquences économiques</i>	21
1.2.4. <i>Un rapide élan de solidarité générale</i>	24
1.2.5. <i>Conséquences environnementales et lien avec le changement climatique</i>	26
2. METHODOLOGIE ET OBJECTIFS	29
2.1. OBJECTIFS ET ORGANIGRAMME METHODOLOGIQUE	29
2.2. LE RETEX COMME METHODOLOGIE DE DEPART	30
2.2.1. <i>Temporalité et intérêt du RETEX</i>	30
2.2.2. <i>Apport des entretiens auprès des différents acteurs</i>	31
2.3. ANALYSE DIACHRONIQUE DE L'OCCUPATION HUMAINE DES LITS MAJEURS	36
2.4. EVALUATION DES NIVEAUX D'ENDOMMAGEMENT ET DE RECONSTRUCTION	37
2.4.1. <i>Grille d'endommagement du bâti</i>	38
2.4.2. <i>Grille de réhabilitation du bâti</i>	41
2.4.3. <i>Grilles de réurbanisation permanente et temporaire</i>	45
3. RESULTATS	48
3.1. TRAJECTOIRE DE VULNERABILITE DE LA VALLEE : LE PROCESSUS DE CONSTRUCTION DU RISQUE	48
3.1.1. <i>Evolution de l'urbanisation depuis les années 50</i>	48
3.1.2. <i>Densification des enjeux en zones inondables</i>	50
3.2. ÉTAT DE LA RECONSTRUCTION A TRAVERS LE NIVEAU DE DOMMAGE COMPARE ENTRE 2021 ET 2023	52
3.3. AVANCEMENT DE LA REHABILITATION	56
3.3.1. <i>Organisation majoritairement individuelle</i>	56
3.3.2. <i>Le financement comme frein à la reconstruction</i>	58
3.3.3. <i>Rôle majeur des associations</i>	60
3.3.4. <i>Organisation communale et incertitude des stratégies</i>	64
3.4. SOLUTIONS TEMPORAIRES ET PERMANENTES MAIS DES VULNERABILITES RESIDUELLES	65

3.4.1. Relogement et réurbanisation temporaires	66
3.4.2. Réurbanisation permanente	68
3.4.3. Diagnostic de vulnérabilités post-crise	69
3.5. PRISE EN COMPTE DES VULNERABILITES ET « BUILD BACK BETTER » (BBB)	70
3.5.1. Nouveaux aménagements à Bad Neuenahr-Ahrweiler et Dernau	71
3.5.2. Mise en place d'un système d'alerte	73
3.6. UNE PERIODE PROPICE AU DEVELOPPEMENT DE LA SENSIBILISATION AU RISQUE	75
3.6.1. La mémoire de la catastrophe à travers différents symboles	75
3.6.2. Développement de moyens de prévention et sensibilisation	77
DISCUSSION	78
CONCLUSION	79
BIBLIOGRAPHIE	81
SITOGRAFIE	84
LISTE DES FIGURES	85
LISTE DES TABLEAUX	85
ANNEXES	87
RESUME	90
ABSTRACT	90

Introduction

L'inondation est le risque naturel le plus fréquent à l'échelle mondiale et est ainsi très étudié. Il peut se produire sur la quasi-totalité du globe, comme l'illustre la figure 2. Il présente une répartition relativement homogène, bien que des différences de fréquence existent selon les régions du monde. L'inondation est un aléa multiforme, mais le plus souvent hydro-climatique indirect. Un évènement déclenche donc l'inondation. Cette dernière correspond à « l'invasion par l'eau d'un espace habituellement exondé » (Leone *et al.*, 2010). L'importance des conséquences dues à ces évènements dépend des enjeux et des vulnérabilités du territoire.

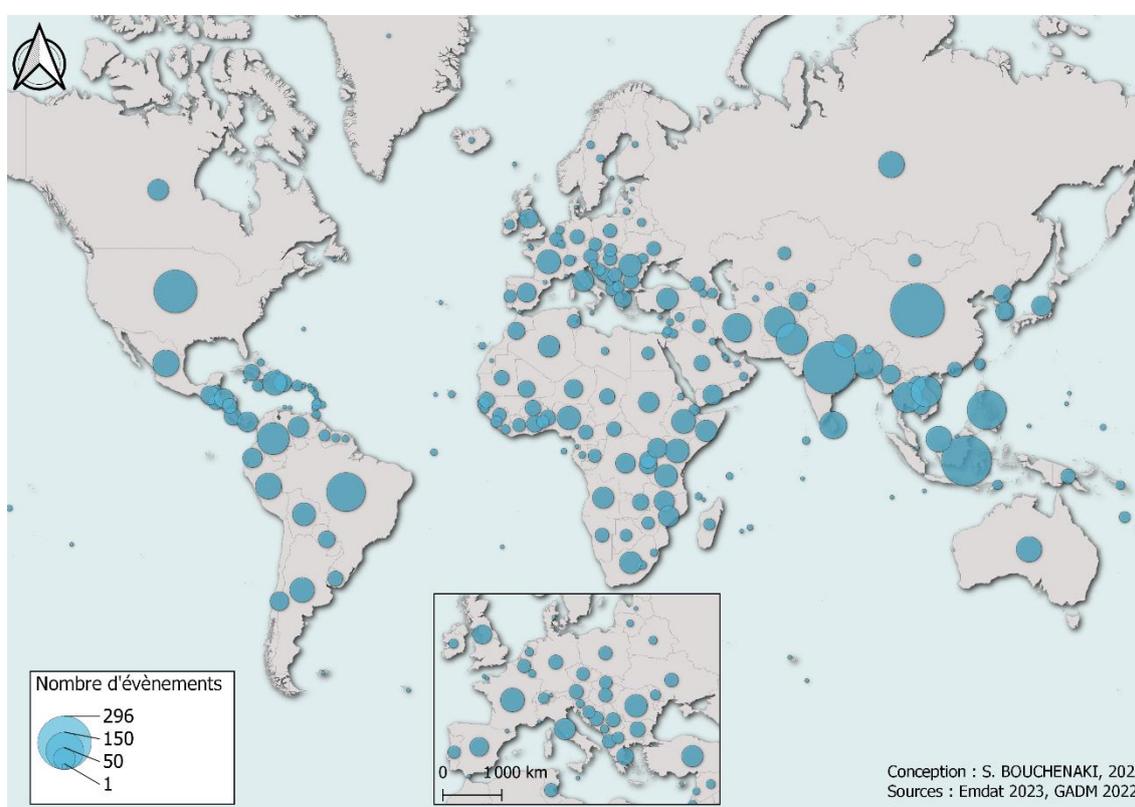


Figure 2 : Répartition et nombre d'inondations par pays entre 1970 et 2023

« Du 12 au 19 juillet 2021, l'Europe occidentale et centrale a connu des précipitations étendues et intenses causées par le système dépressionnaire "Bernd" »¹ (Thielen *et al.*, 2022, a). Ses effets se sont fait ressentir dans plusieurs pays, mais ont été plus importants en Allemagne. Dans la vallée de l'Ahr, cela engendra des inondations de type torrentiel. Des dommages ont alors été causés par la brutalité des faits et le transport de matériaux. Nous estimons qu'il s'agit ici d'une catastrophe car la population et l'ensemble des acteurs ont été pris au dépourvu (Merz *et al.*, 2021). La catastrophe est par ailleurs le résultat de la matérialisation du risque.

¹ Traduit de l'anglais

Puisque, d'après Vinet (2018), ce n'est que « lorsque les eaux se retirent et dévoilent l'ampleur des dommages » que la « véritable » crise commence, l'étude s'attellera à la phase de reconstruction post-catastrophe. En effet, l'intensité des dommages s'estime le plus souvent à partir du bâti (Leone *et al.*, 2010). De plus, au cours de son évolution, la géographie des risques est passée d'aléa centrée à plus axée autour des enjeux sociaux (Defossez *et al.* 2018). Ainsi, les impacts sur les logements et infrastructures dans le post-crise s'intègrent bien dans l'étude des risques.

Afin de réduire la vulnérabilité sur le long terme, une prise en compte de la notion de « Build Back Better » (BBB) est nécessaire. Puisqu'en général, les habitants souhaitent rester dans leurs habitats et n'envisagent pas la relocalisation, il faut rendre les constructions plus résistantes à l'aléa et porter attention à la période de vulnérabilités accrues engendrées par la temporalité des travaux (Moatty, 2015).

Ce travail de recherche se focalise ainsi sur la création du risque mais surtout la reconstruction suivant la catastrophe de l'Ahr en 2021. Il répondra aux questionnements suivants : en quoi les inondations de l'Ahr en juillet 2021 et leurs conséquences représentent un évènement d'une ampleur exceptionnelle pour l'Allemagne ? Comment l'urbanisation de la vallée au cours du temps a-t-elle pu amplifier les dégâts de l'évènement ? Et quels ont été les enjeux impactés au cours du temps ? Comment la reconstruction permet-elle de remédier à une part des impacts et au manque d'habitats ? Enfin, la reconstruction de la vallée de l'Ahr s'inscrit-elle dans une démarche de BBB ?

Il a alors été choisi d'étudier les communes de Bad Neuenahr-Ahrweiler et Dernau, pour des raisons d'accessibilité. De nombreuses analyses se focaliseront sur Dernau car il s'agit d'un village de taille restreinte, permettant une vision d'ensemble sur tout son bâti.

Pour répondre à cette problématique, nous détaillerons dans un premier temps le contexte du terrain d'étude puis relaterons les faits catastrophiques étudiés à travers des informations chiffrées et datées, par le biais d'un retour d'expérience (RETEX). Dans un second temps, nous évoquerons la méthodologie employée au cours de cette étude. Nous aborderons tout d'abord les objectifs de celle-ci puis présenterons les outils utilisés sur le terrain. Dans un troisième temps, nous exposerons nos différents résultats. Seront donc abordés la construction du risque, l'évolution de l'endommagement, l'avancement de la reconstruction, les différentes solutions, puis l'adaptation aux vulnérabilités.

1. Contexte et retour d'expérience sur les crues des 14 et 15 juillet 2021

1.1. La vallée de l'Ahr : contexte d'un territoire à risque

1.1.1. Un territoire touristique au cœur de l'Europe

Le secteur de l'étude se situe en Allemagne de l'Ouest, dans l'Etat fédéré de Rhénanie-Palatinat (RLP). Ce dernier est divisé en arrondissements, dont celui d'Ahrweiler (figure 4). La ville principale et cheffe-lieu est Bad Neuenahr-Ahrweiler, et concentrera notre attention. Bad Neuenahr et Ahrweiler furent à l'origine deux villages indépendants, mais l'étalement urbain les a rapprochés et ils forment désormais une même ville. Celle-ci se situe dans la vallée de l'Ahr et à l'ouest du Rhin. La région est notamment connue pour son attractivité touristique, puisque l'on y trouve des thermes et un tourisme de cure thermique, d'où le préfixe « Bad » (soit « bain » en français). De plus, la région est caractérisée par une notable activité viticole, avec la production de vins rouges dans de petits villages typiques. La vallée de l'Ahr est alors bordée par tout un versant de vignes, que l'on peut traverser à pied en utilisant le sentier prévu à cet effet : le « Rotweinwanderweg », c'est-à-dire le chemin de randonnée du vin rouge. En effet, 80 % des pentes du versant sud de la vallée sont recouvertes de vignobles (Blasi, 2022). D'autres sentiers de randonnée sont également prévus pour attirer les visiteurs, notamment l'« Ahrsteig » qui longe la vallée sur le versant opposé, celui-ci étant couvert de forêts. Ces différentes activités touristiques sont regroupées sur la figure 3 représentant le tourisme dans la vallée de l'Ahr comme fondé sur cinq pôles : activité physique, bien-être, culture, gastronomie, et évènementiel (Stors, 2013).

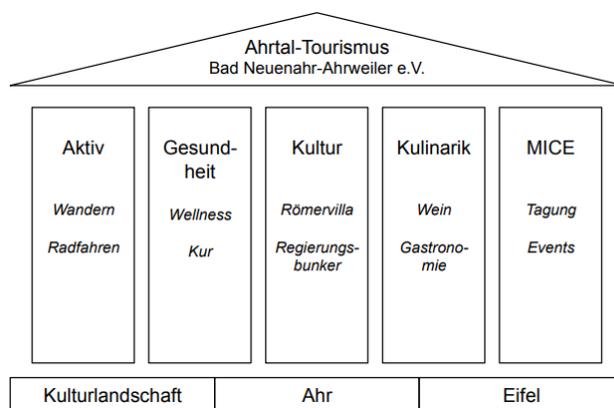


Figure 3 : Piliers du tourisme de la vallée de l'Ahr (Source : Stors, 2013)

Les activités des touristes sont majoritairement la randonnée, puis les visites culturelles et enfin tout ce qui se rapporte au bien-être, avec les cures thermales notamment (Stors, 2013).

Les touristes de la région ont globalement un profil âgé. Selon Stors (2013), une limite d'âge n'est pas clairement établie mais ils auraient majoritairement plus de 60 ans. Toutefois, l'on retrouve un grand nombre de personnes se situant dans la tranche d'âge de 50 à 55 ans, faisant parti du groupe des « Best Ager » du point de vue du tourisme. En effet, ces derniers recherchent un cadre de vacances paisible et sont prêts à

dépenser une somme importante pour leur bien-être (Stors, 2013). Ainsi, il est rapporté par cette étude qu'environ 50 % des touristes ont entre 50 et 70 ans et il s'agirait principalement de couples. Cependant, un besoin de rajeunir ce public est ressenti par certains acteurs locaux. En effet, les catégories jeunes sont exclues des objectifs des différentes infrastructures touristiques puisque « il n'y a rien » pour ce public d'après un restaurateur de Rech (Stors, 2013).

Selon Blasi (2022), il y a environ 250 000 visiteurs par an dans la vallée. Il s'agit majoritairement d'allemands (à 90 %) venant de grandes villes à proximité (Bonn, Cologne, et Düsseldorf) et à la recherche d'un cadre plus paisible. Les touristes étrangers sont présents aussi mais en proportion moindre et viennent des pays voisins (Luxembourg, Pays-Bas, et Belgique). En outre, l'accès y est relativement simple, notamment grâce à la qualité du réseau ferroviaire et les liaisons directes aux grandes villes telles que Bonn et Coblenche.

Par ailleurs, nous retrouvons une forte proportion de clients réguliers et qui « vieillissent en même temps que les établissements de restauration et d'hébergement »² (Stors, 2013). Il y a alors une nécessité pour la vallée de rester entretenue.

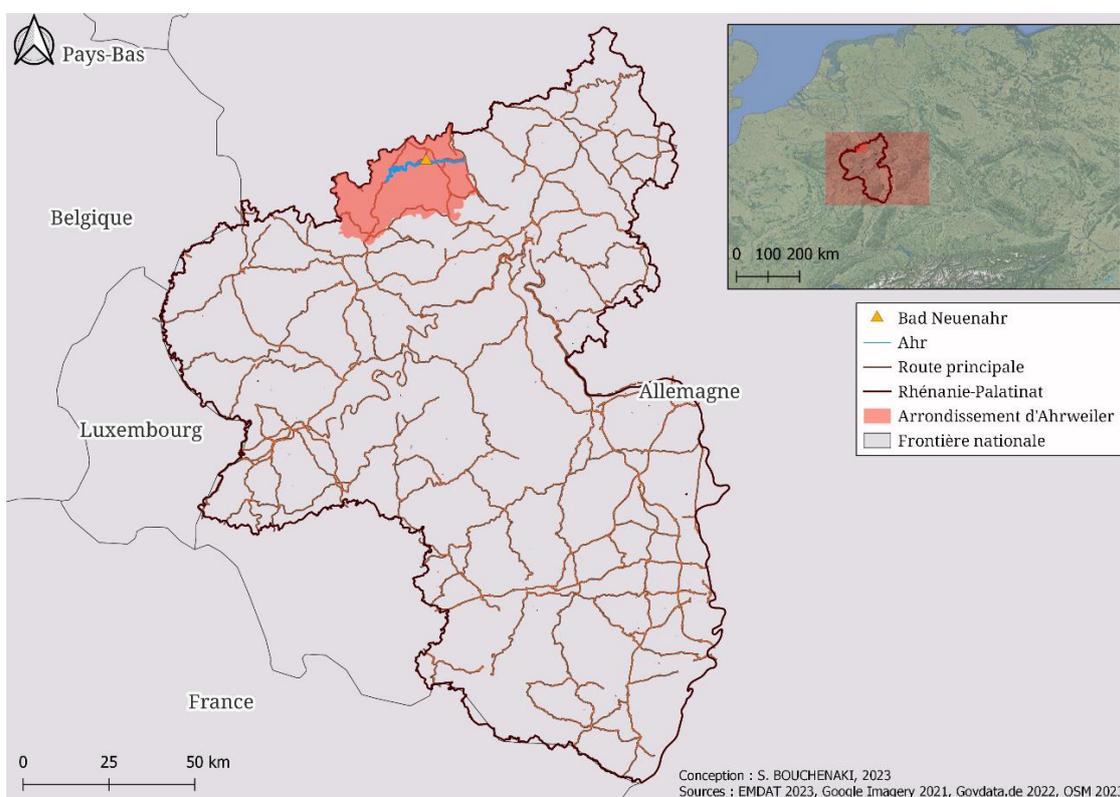


Figure 4 : Localisation de la zone d'étude à l'échelle régionale

² Traduit de l'allemand

La région touristique est accolée au Rhin à l'Est et traversée par différents cours d'eau affluents. Le principal cours d'eau de l'Ahrweiler est l'Ahr, affluent du Rhin et prenant sa source à Blankenheim en Rhénanie du Nord Westphalie (NRW). Cet arrondissement se caractérise par une pluviométrie typique d'un climat tempéré continental, avec des lames d'eau plus importantes en été, ce qui rend cette période favorable aux crues.

La vallée de l'Ahr est encaissée d'environ 100 mètres par rapport aux collines avoisinantes (isohypses, figure 5). Les communes sont développées le long du cours d'eau et constituent alors des territoires à risque puisque la vallée est étroite et sinueuse. De plus, les pentes sont parfois abruptes : cela peut amplifier la vulnérabilité du territoire aux inondations qui ne sont en effet pas rares. En effet, en cas de débordement du cours d'eau, celui-ci n'a que très peu d'espace pour s'étendre et va directement empiéter sur les habitations.

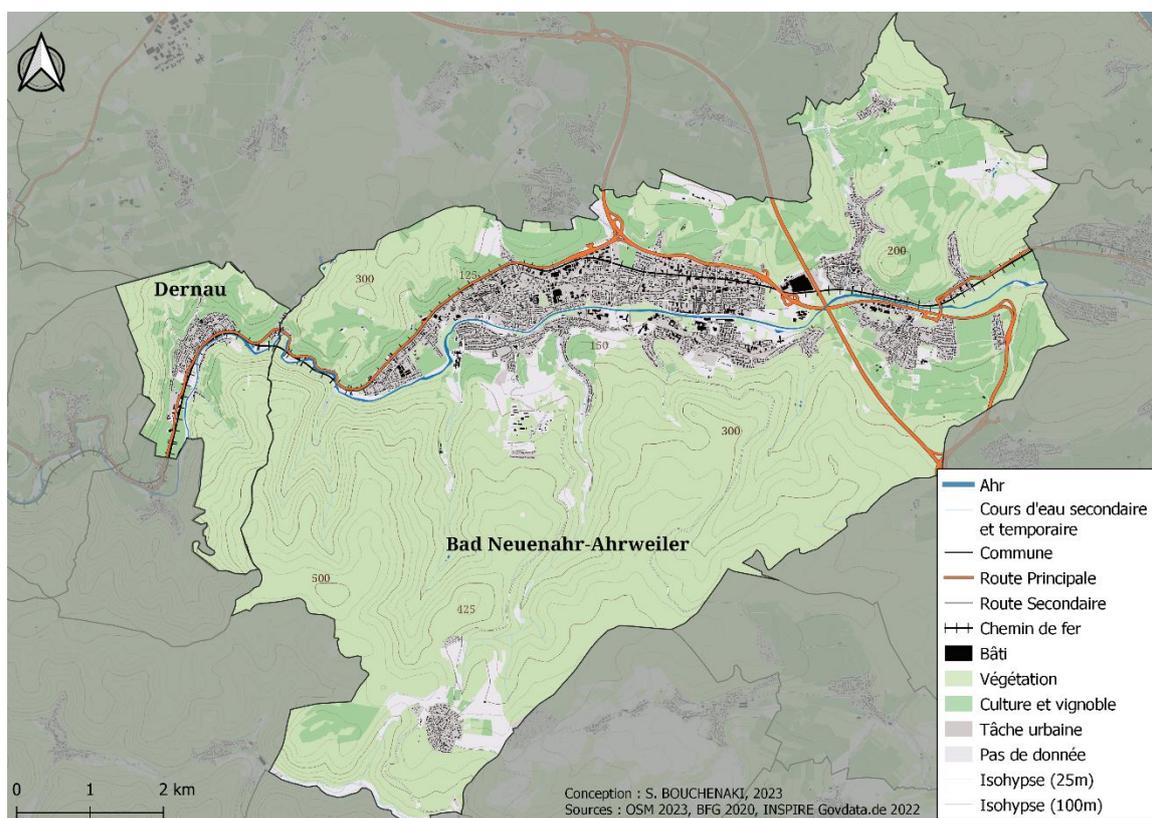


Figure 5 : Dernau et Bad Neuenahr-Ahrweiler, deux communes au cœur de la vallée de l'Ahr

1.1.2. Une région historiquement confrontée au risque inondation

Ainsi, cette vallée encaissée traversée par l'Ahr est soumise au risque inondation et cela depuis aussi longtemps qu'existent des traces écrites. Le cours d'eau s'écoule vers l'est sur 85,2 km (Blasi, 2022) et possède une zone de captage des eaux de 897,5 km². Il est principalement alimenté par de nombreux petits affluents qui proviennent du massif de l'Eifel comme le Geusbach ou le Wingsbach (Roggenkamp et Herget, 2014).

Ces montagnes, drainées et séparées en deux parties (nord et sud) par l'Ahr, possèdent une roche quasiment entièrement imperméable à l'eau (Reitschuster, 2021).

En temps normal, le débit moyen de l'Ahr est de 6,95 m³/s à Altenahr. Nous y trouvons en effet le seul limnigraphe de la vallée. De ce fait, hors période de crue, le cours d'eau fait environ 70 centimètres de haut. Ces caractéristiques évoquent alors celles d'une petite rivière à l'apparence calme et sans danger. Cependant, c'est justement du fait de son contexte de petite rivière dans un espace encaissé que le niveau de son eau peut fluctuer très rapidement. Nous noterons à ce sujet que durant la phase de terrain, il a suffi de deux jours ponctués d'averses modérées pour voir une augmentation du niveau de l'eau à Bad Neuenahr d'environ 50 centimètres.

En effet, dans un passé plus ou moins lointain, l'Ahr a débordé à de nombreuses reprises. Les crues minimales y sont très fréquentes, mais on compte également un certain nombre de crues majeures. De ce fait, il existe des traces écrites des inondations de la vallée depuis 1348, et des mesures de hauteurs d'eau depuis 1804. Nous avons alors depuis le début du XIX^{ème} siècle des rapports détaillés relatant l'ampleur des événements. L'étude de ces crues historiques de l'Ahr, recensées depuis le XIV^{ème} siècle, permet de projeter sur les temps modernes l'ampleur des événements catastrophiques qui pourraient se produire (Roggenkamp et Herget, 2014). Néanmoins, la prise en compte des niveaux d'eau historiques est à analyser de manière critique car avec l'urbanisation grandissante, une même hauteur d'eau n'a plus les mêmes effets. C'est pour cela que Roggenkamp et Herget décident de s'intéresser plutôt aux débits.

Les inondations historiques furent dues à de fortes pluies ou à la fonte des neiges. Les précipitations importantes furent à l'origine de la majorité des événements, notamment en 1804 et 1910 dans la partie sud de la zone de captation des eaux (massif de l'Eifel). Celles-ci se déroulèrent de manière identique : élévation rapide du niveau du cours d'eau et augmentation de la vitesse d'écoulement, accentuée par un important dénivelé entre la source et l'embouchure (Seel, 1983). Les crues hivernales, bien que moins fréquentes, touchent aussi l'Ahr mais se caractérisent par une montée de l'eau progressive et donc une inondation sur le temps long. Elles ne sont pas vraiment prises en compte puisque d'importance moindre du point de vue des conséquences.

L'une des premières inondations majeures rapportée est celle du 30 mai 1601. Un fort orage se produit et engendre 9 décès dans la commune d'Antweiler sur l'amont de la vallée (Seel, 1983). Il est supposé, bien qu'aucune information ne soit retrouvée, que des dégâts encore plus importants se soient produits à l'aval. L'événement est en effet trop ancien pour avoir des données sur les débits ou hauteurs d'eau.

Le 21 juillet 1804, un gros orage se produit, précédé de pluies abondantes pendant plusieurs jours. Cela engendra 63 victimes dans les différents villages touchés, mais aussi la perte d'une grande partie du bétail à une époque très agricole (Seel, 1983). C'est aussi le début du recensement des pertes matérielles, avec notamment 129 maisons détruites et 469 endommagées (Reitschuster, 2021). On trouve également des notions de financement de la reconstruction avec un don de 30 000 francs de l'empereur Napoléon durant l'époque de la colonisation française (Reitschuster, 2021).

En outre, l'évènement du 13 juin 1910 causa une cinquantaine de victimes (Roggenkamp et al., 2015), bien que les disparitions aient au départ engendré une estimation de 200 décès (Reitschuster, 2021). Les dégâts sont constatables par des marques des inondations dans la commune de Dernau et différentes photographies des destructions à Bad Neuenahr en 1910. Bien que la situation fût similaire du point de vue météorologique à celle de 1804, l'évènement de 1910 a un débit d'environ la moitié du précédent. Les dégâts furent pourtant plus importants notamment du point de vue des vies humaines. Selon Blasi (2022), l'urbanisation en zone inondable en serait la cause. Des idées émergent alors en 1920 pour la gestion des risques et la protection contre les inondations. Il est notamment envisagé d'installer un bassin de rétention de 11,3 millions de m³. Le projet n'eut jamais lieu et le terrain fut utilisé au profit d'un circuit de course automobile (Blasi, 2022). Le sol est donc recouvert de matériaux imperméables. Cependant, d'autres mesures avaient été prises auparavant, notamment la canalisation de l'Ahr avant les

années 1910. Par la suite, le premier appareil de mesure de débit est installé en 1937 (Roggenkamp et Herget, 2014).

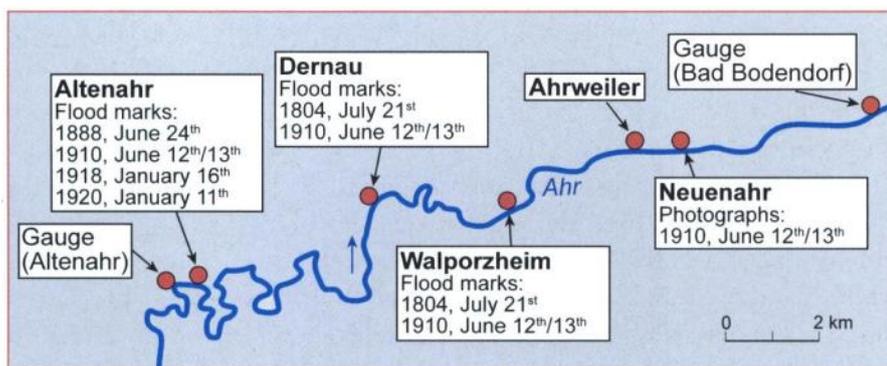


Figure 6 : Localisation des marques laissées par les inondations historiques de la vallée de l'Ahr (extrait de Roggenkamp et Herget, 2014)

Les observations pourront subséquemment être plus précises. La station de mesure d'Altenahr, qui sert aujourd'hui de référence, existe depuis 1947 (Blasi, 2022).

Pour Roggenkamp et Herget (2014), la reconstitution précise des débits au cours du temps a été possible grâce à de nombreux documents historiques notamment des photographies de la ville de Bad Neuenahr sur lesquelles une horloge indique le moment de la journée. Les dégâts sont aussi constatables par des marques des inondations dans la commune de Dernau et par différentes photographies des destructions à Bad

Neuenahr en 1910 (figure 6). Les indicateurs visuels sont donc d'une grande aide puisque les textes anciens sont souvent incomplets et sans quantification. Ils permettent tout de même de construire une chronologie des crues majeures. A partir de celle-ci et des estimations de débits, le risque est pris en compte et des périodes de retour sont calculées. Ainsi, leur étalement peut être représenté spatialement. C'est ce qu'on voit sur la figure 7, d'après des données de 2020, qui ne sont pas figées dans le temps et seront recalculées.

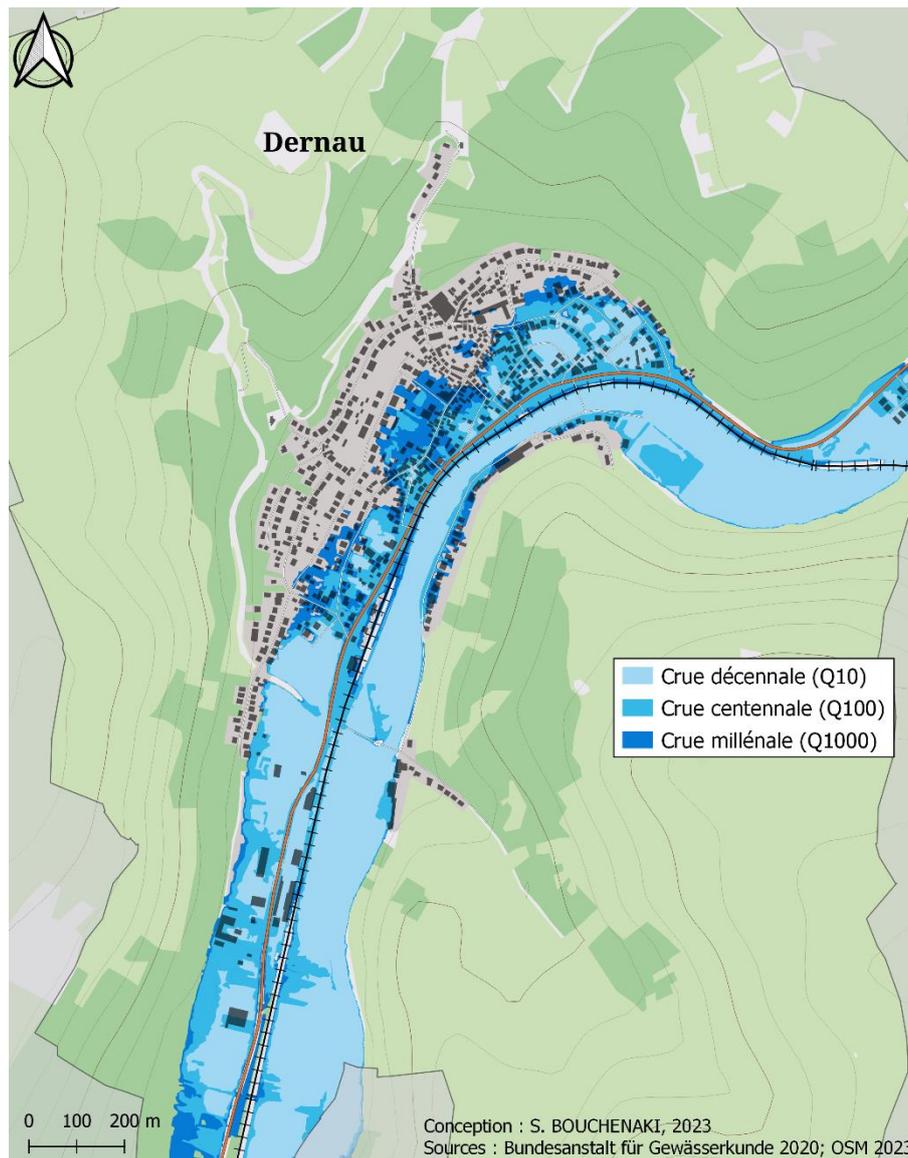


Figure 7 : Zones inondables à Derna selon différents débits de crues

Ainsi de catastrophe en catastrophe, un même cycle semble se répéter, avec des maisons détruites, de nombreux morts, mais aussi des perceptions similaires. En effet, Seel (1983) relate que les faits sont toujours décrits comme « exceptionnels » et « inédits ». Nous retrouvons en outre des photographies similaires avec des rues transformées en rivière et de nombreux débris. Les ponts sont plusieurs fois détruits puis

reconstruits, ce qui a retardé la réalisation de la ligne de chemin de fer qui parcourt toute la vallée. Elle fût en effet construite en 1880 et prolongée en 1888 (Szymczak *et al.*, 2022), mais aujourd'hui à nouveau détruite.

En dehors des crues majeures occasionnelles que l'on retrouve historiquement, celles mineures sont récurrentes en Allemagne. En effet, au cours des 20 dernières années, Thieken *et al.* (2022, a) recensent 11 inondations dont trois (2002, 2013, 2016) qui ont nécessité au moins deux millions d'euros. De plus, selon Roggenkamp et Herget (2014), l'urbanisation (et donc le peu d'espace de rétention) augmenterait les débits des crues se produisant dans la structure actuelle.

À travers les crues historiques, il semblerait que des inondations majeures de l'Ahr se produisent une fois par centenaire. Malgré la quantité d'évènements majeurs passés, le risque est toujours présent puisqu'il s'est à nouveau réalisé le 14 juillet 2021. Ce qui nous amène à cet évènement récent, qui constitue le socle du sujet étudié.

1.2. La catastrophe du 14 au 15 juillet 2021

Les crues très rapides, comme celle dans la nuit du 14 au 15 juillet 2021 provoquée par le système dépressionnaire Bernd, affectent différents aspects d'un territoire, tant son environnement que son organisation sociétale (Dietze *et al.*, 2022). Ainsi, après avoir retracé les faits, nous évoquerons les principaux effets qu'ils ont eu sur la vallée de l'Ahr.

1.2.1. Chronologie d'un évènement majeur à travers ses contextes météorologique et hydrologique

Comme le prouvent les horaires sur la frise chronologique (figure 9), la vallée de l'Ahr a fait face à une crue soudaine (« flash flood » selon Papagiannaki *et al.*, 2022), se caractérisant par la montée très rapide du niveau de l'eau.

Afin de comprendre l'évènement, il faut retracer les conditions météorologiques, soit les phénomènes engendrant les pluies. Nous nous basons pour cela sur l'étude Schneider et Gebauer (2021). Dès fin juin, plusieurs dépressions sont observées sur de nombreuses zones européennes, s'accompagnant de fortes précipitations (et déjà une saturation des sols). Cette situation s'étala dans le temps puisque s'accompagnant d'un phénomène de « blocage en oméga » à l'ouest de l'Europe, qui fait référence à la forme de cette lettre grecque par les isolignes de pression. Les pluies étaient alors déjà bien supérieures aux moyennes de saison. Par la suite, le tout se déplace très lentement vers l'est et arrive doucement en Allemagne début juillet 2021. Il a alors été prévu autour du 9 juillet que la dépression arrivant sur l'Ouest du pays provoquerait des pluies très

importantes le 12 ou 13 juillet. Les prévisions étaient très proches de la réalité. En effet, durant la nuit du 12 au 13 juillet, l'ouest de l'Allemagne se trouve dans la zone d'occlusion du système dépressionnaire nommé Bernd. Ainsi, les premières fortes précipitations se produisent (figure 8). Il tombe jusqu'à 30 mm le 13 juillet dans l'Eifel. C'est ensuite le 14 juillet que les précipitations maximales eurent lieu. Celles-ci s'accompagnèrent de pressions relativement basses (1007 hPa) mais non-exceptionnelles. Les averses et orages se sont accentués au cours de la journée. Dans le district d'Ahrweiler, la station de Rodder a mesuré 150 mm tombés en 24 heures entre le 14 juillet à 6 heures et le lendemain à la même heure. Le 15 juillet 2021, le centre de la dépression est clairement observable sur l'Allemagne.

Il est important de noter que ce n'est pas uniquement la baisse de pression qui indique les phénomènes à venir mais plutôt sa variation et la temporalité de celle-ci (Vallée, 2004). En effet, dans le cas présent, les variations ont été très rapides (plus de 5 hPa en 3 heures) ce qui annonce une tempête et des fortes pluies. A l'échelle de la zone de captage de l'Ahr, il serait en moyenne tombé 93 mm le 14 juillet (Kreienkamp *et al.*, 2021). Comme l'indique la figure 8, la lame d'eau moyenne du mois de juillet sur le bassin versant de l'Ahr est de 69,4 mm/m². En une journée, celle-ci fut donc largement dépassée.

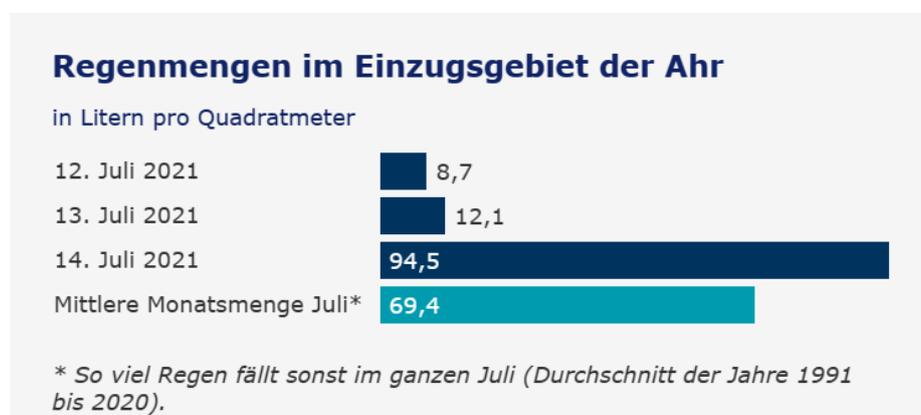


Figure 8 : Quantité de pluie (L/m²) dans le bassin versant de l'Ahr (Source : Deutscher Wetterdienst)

A la suite des phénomènes météorologiques évoqués, nous nous intéresserons au contexte hydrologique, correspondant à la réponse des cours d'eau à ces phénomènes. Avec les fortes précipitations, notamment le 14 juillet, les niveaux d'eaux sont montés très vite. En effet, la hauteur d'eau a parfois fait plus de 10 fois la hauteur initiale comme le montrent les hydrogrammes sur la plate-forme HYGON (2021) de l'office de la nature, de l'environnement et de la protection des consommateurs de NRW³. Pour ce qui est de

³ Traduit de l'allemand

la vallée de l'Ahr, les niveaux d'eau n'ont pas pu être mesurés précisément puisque peu de limnigraphes existent et que ceux-ci ont été brisés par la force du débit. Le niveau d'eau est estimé à environ 7 mètres pour Altenahr, ce qui correspondrait bien au niveau habituel de l'Ahr, multiplié par 10. Il est cependant rapporté, par plusieurs locaux lors de nos échanges, qu'il y eut jusqu'à 10 mètres de hauteur de crue plus en aval, au niveau de Walporzheim. Ainsi, plus qu'une simple entrée de l'eau dans les habitations, celles-ci étaient noyées jusqu'au premier étage. Il fallait donc se réfugier au second étage s'il existait ou sur le toit.

Le débit maximal de l'Ahr a été estimé à 1000 m³/s (avec une incertitude de 200 m³/s) le 15 juillet 2021 à 3 heures (Kreienkamp *et al.*, 2021) au niveau d'Altenahr. Mais les acteurs locaux estiment qu'il aurait atteint 1300 m³/s, notamment à Walporzheim, donc plus en aval. Ceci n'étant que des estimations puisque la dernière mesure a été émise le 14 juillet à 19h45 avec un débit de 555 m³/s à Altenahr. Ces débits correspondraient à ceux d'un événement d'une période de retour de 500 ans (Kreienkamp *et al.*, 2021).

Comme dit plus haut, la réponse hydrologique a été très rapide. En effet, dans la soirée du 14 juillet, l'eau est montée tellement rapidement que le temps fut trop court pour agir. Thomas K., habitant de Dernau, décrit que dans la soirée, lorsqu'il est allé déplacer son véhicule pour le mettre à l'abri, il a constaté une augmentation du niveau de l'eau dans sa rue d'environ un mètre en 15 minutes. Chez cet habitant, l'eau a atteint, à 2 heures du matin le 15 juillet, le plan de travail de la cuisine, situé au premier étage. Le niveau n'est redescendu de cet étage selon lui qu'entre 6 et 7 heures ce même jour.

Plusieurs études, notamment celle de Burghardt *et al.* (2022), montrent que les ponts ont fortement contribué à l'amplification de la réponse hydrologique puisque leur architecture avec de gros piliers engendrait des colmatages. Le rétrécissement de la section d'écoulement provoque la formation d'embâcles par les débris transportés par les eaux. En effet, les débris furent très nombreux et de taille importante, avec notamment de grands arbres. Ceux-ci s'accumulèrent contre un pont jusqu'à ce que ce dernier cède. Cela libéra une grande quantité d'eau, tel que lors de l'ouverture d'un barrage, et donc provoquant une montée de l'eau soudaine. Cela s'est produit de nombreuses fois tout au long de la vallée de l'Ahr. On a calculé que l'onde de crue aurait pu augmenter de trois mètres avec cet effet de barrage. De plus, avant que les ponts ne cèdent, le colmatage engendra une montée du niveau d'eau à l'amont du pont. L'eau s'étend alors de manière inattendue sur des espaces théoriquement non inondables. L'effet des ponts n'était à ce sujet pas pris en compte sur les plans de zones à risque.

Du point de vue des secours, le phénomène fut également trop rapide pour avoir le temps d'agir. Dès les premiers appels, ils ont été très sollicités par des personnes inondées provenant de différentes zones de la ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler. La demande était si forte qu'ils n'ont pas beaucoup pu intervenir. Par la suite, lorsque les faits se sont aggravés, ils ne pouvaient plus du tout venir en aide à la population puisque les rues étaient impraticables. Il n'était alors pas possible de porter secours sans se mettre soi-même en danger (d'après le récit des pompiers de Bad Neuenahr). L'eau s'est d'ailleurs arrêtée seulement 70 mètres avant la caserne principale, qui a donc pu rester en fonction durant la nuit et le lendemain, contrairement à certaines autres détruites.

Ainsi, la crise fût telle qu'elle engendra de nombreuses conséquences. Ce n'est qu'au matin du 15 juillet que l'ampleur de la catastrophe est réalisée, avec des dégâts apparents et de nombreuses personnes manquantes ou bloquées sur les toits de leurs habitations.

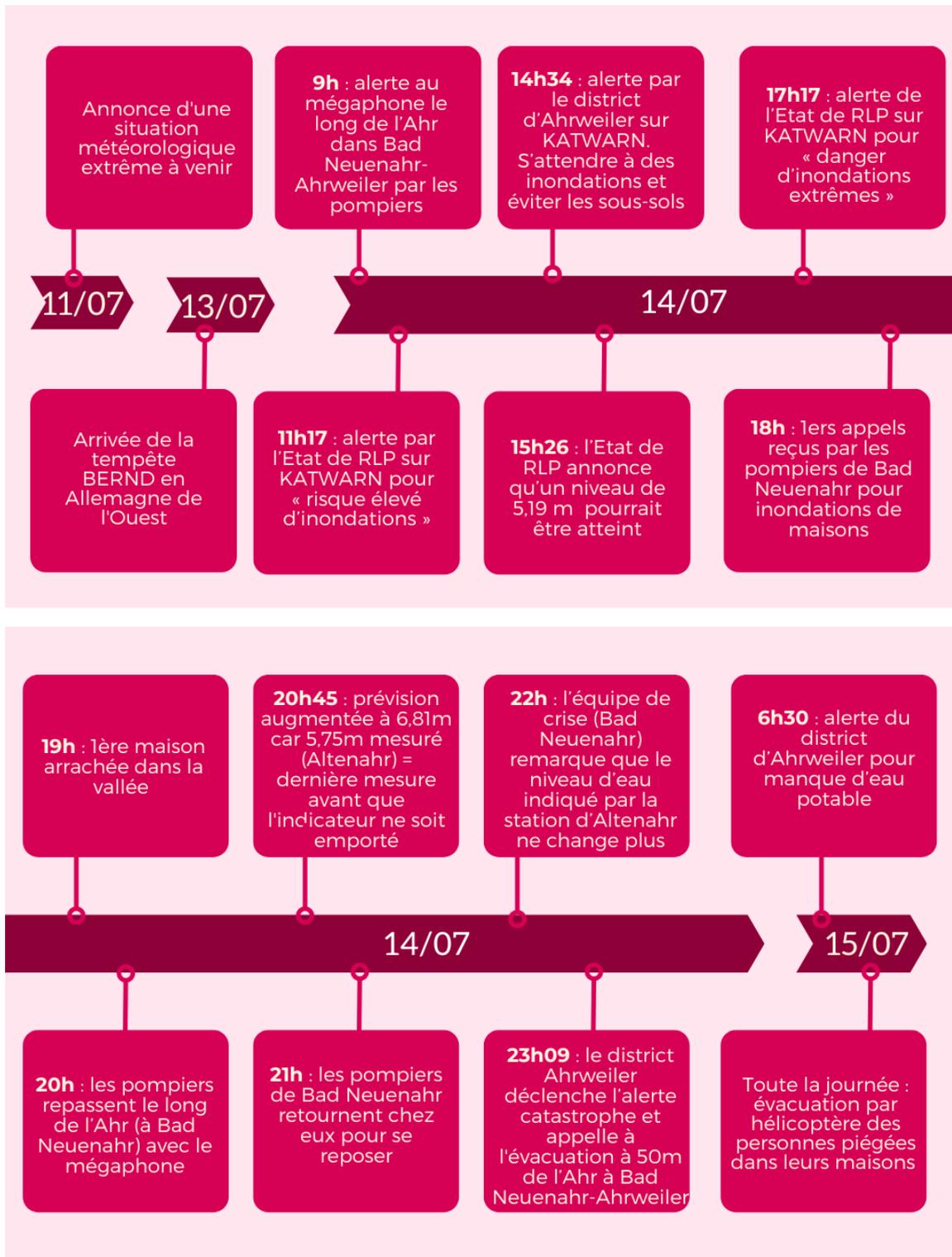


Figure 9 : Chronologie de l'évènement pendant la crise (conception : S, Bouchenaki, 2023 ; sources : Wetterkanal 2021, Westdeutscher Rundfunk 2022, et témoignages)

1.2.2. Un lourd bilan humain

Bien que l'Allemagne ait connue, au cours des dernières décennies, différentes inondations importantes causant des victimes, l'évènement du 14 au 15 juillet 2021 a, de loin, été le plus meurtrier. Nous ferons ici principalement référence aux morts engendrés directement par les inondations. Ces causes de décès sont diverses et englobent par exemple la noyade et l'électrocution (Papagiannaki *et al.*, 2022).

A l'échelle mondiale, les décès causés par les inondations sont fréquents. La communauté scientifique s'y intéresse alors de très près. En effet, une étude internationale prend en compte toutes les victimes d'inondations des pays étudiés, dont l'Allemagne (Papagiannaki *et al.*, 2022). L'objectif est alors de faire ressortir les causes des décès et ainsi par la suite d'améliorer la gestion du risque inondation sur une large échelle.

La catastrophe totalise plus de 200 victimes dans les différents pays touchés, dont 189 en Allemagne. Parmi elles, 49 décès ont eu lieu en NRW et la majorité des 140 restants en RLP (Thieken *et al.*, 2022, b). Cette étude, de Thieken *et al.* (2022, b), analyse les circonstances de décès et caractéristiques socio-démographiques des victimes en NRW, que nous passerons en revue. Il n'existe cependant pas encore de résultats similaires pour la région de RLP, puisque les recherches sont en cours (par l'Université de Postdam), mais nous pouvons supposer que ceux-ci seront similaires au vu de la proximité des territoires.

L'âge médian des victimes est de 65 ans, avec une majorité de plus de 60 ans, et 63,3 % d'entre elles sont des hommes. La cause principale des décès est la noyade. Nous retrouvons tout de même quelques causes isolées de type accident de voiture ou insuffisance cardiaque, qui sont donc des conséquences indirectes des faits. La moitié des décès a eu lieu au sein d'un bâtiment, tandis que le reste s'est déroulé en extérieur (déplacements en voiture ou à pied). L'étude fait alors ressortir différents facteurs de vulnérabilités humaines. Cependant, les vulnérabilités structurelles et organisationnelles sont aussi évoquées puisque la noyade aurait pu être évitée si la population savait comment se comporter et était consciente de l'ampleur des faits.

Le profil des victimes est également étudié par Truedinger *et al.* (2023). Il est rapporté que de nombreuses personnes âgées auraient été surprises en dormant au rez-de-chaussée, notamment à Dernau, comme le confirme Thomas K. Au-delà des personnes âgées, celles à capacités réduites notamment en termes de mobilité ont été très

touchées. En effet, la commune de Sinzig compte 13 décès, dont 12 issus d'une maison médicalisée pour personnes souffrant de divers handicaps. Ces personnes vivaient elles aussi au rez-de-chaussée et le personnel présent était insuffisant (puisque la catastrophe se produisit la nuit). Ainsi, ils n'auraient pas eu le temps de mettre les patients à l'abri au premier étage.

Bien que la catastrophe ait été meurtrière dans de nombreuses régions et communes, une vallée se fait remarquer par la lourdeur de son bilan humain. Il s'agit de la vallée de l'Ahr. C'est donc celle qui concentrera notre attention. Celle-ci prend sa source dans la région frontalière (cf. 1.1.2). Toutefois, les dégâts les plus importants, tant du point de vue matériel qu'humain, se sont produits en aval de celle-ci, en RLP. Ils sont notables à partir de la commune d'Altenahr et jusqu'à la rencontre avec le Rhin à Sinzig. La figure 10 illustre alors le nombre de décès sur chacune de ces communes. On y retrouve notamment 11 victimes à Dernau et 69 à Bad Neuenahr-Ahrweiler, qui sont les deux communes sur lesquelles nos recherches se concentreront par la suite.

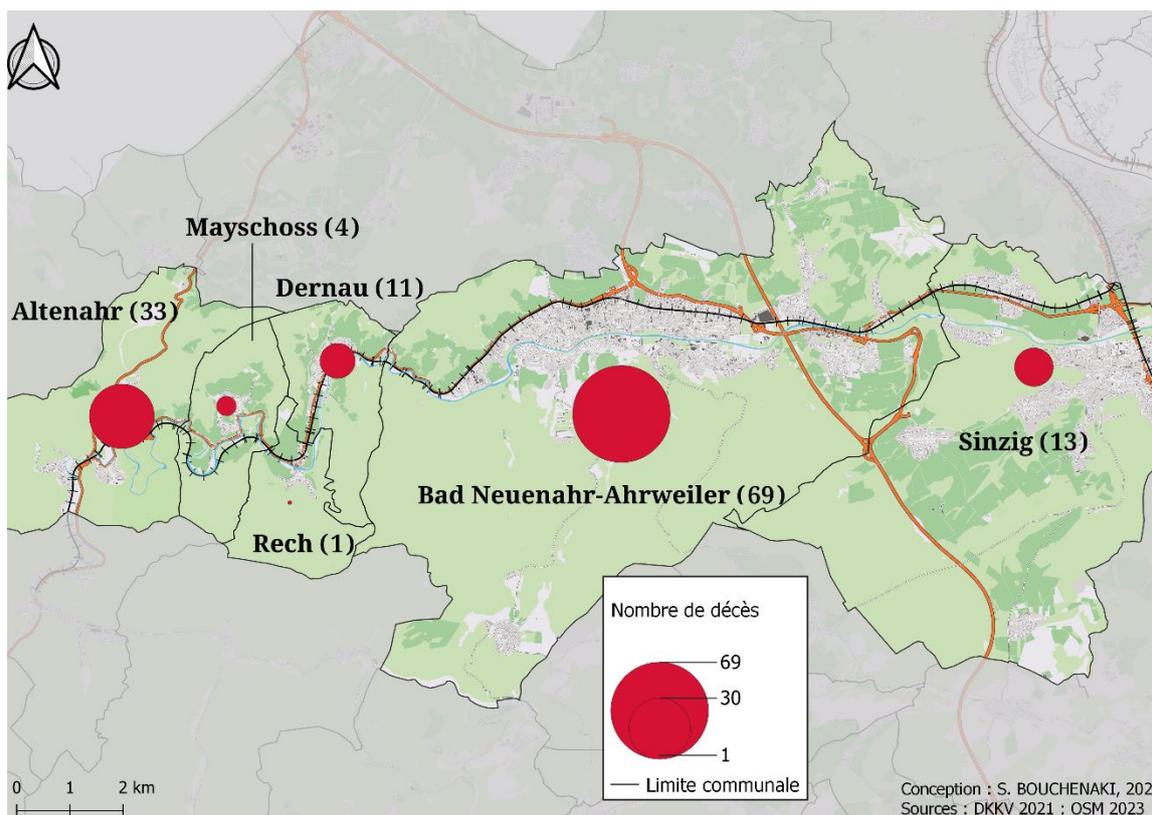


Figure 10 : Mortalité par commune au sein de la vallée de l'Ahr

Au regard de la quantité d'habitants, ces chiffres sont très élevés. En effet, seuls 1769 habitants sont dénombrés à Dernau (Communauté de communes d'Altenahr, 2018) et 28 852 pour Bad Neuenahr-Ahrweiler (Ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler, 2019). Ces données sont produites avant la catastrophe, et il a été rapporté par Maximilian Kranich, un acteur de la reconstruction rencontré sur place, qu'un bon nombre de personnes ont

quitté la vallée à la suite des faits. Nous pouvons également évoquer le village d'Altenahr qui a proportionnellement été le plus touché puisqu'il compte 33 morts pour 1963 habitants (Communauté de communes d'Altenahr, 2018). La morphologie de la commune ne joue pas en sa faveur. Celle-ci suit en effet un méandre du cours d'eau et les habitants sont très proches de ce dernier. Les habitations se trouvent au sein du lit majeur.

Au vu de la gravité des faits, la question de la responsabilité se pose, notamment pour les locaux dont la vie a été bouleversée. Ceux-ci veulent savoir ce qui a été fait pour la gestion de crise, ou plutôt ce qui n'a pas été fait, et qui a pu être à l'origine de l'ampleur des faits. Le principal parti d'opposition de RLP, l'union chrétienne-démocrate d'Allemagne, a alors demandé une commission d'enquête parlementaire (Blasi, 2022). Il en est ressorti que les faits avaient été prédits et qu'une meilleure gestion aurait évité un tel drame. La procédure n'est pas terminée mais il a notamment été évoqué la faute de la ministre de la protection du climat, de l'environnement, de l'énergie et de la mobilité qui aurait déclaré dans l'après-midi du 14 juillet qu'« aucune inondation extrême » (Blasi, 2022) n'était à prévoir.

1.2.3. De nombreux enjeux détruits engendrant d'importantes conséquences économiques

Bien que le plus tragique reste les pertes humaines, les dommages matériels sont très étudiés puisque ceux-ci engendrent des coûts très importants et ralentissent voire bloquent la vie dans la vallée tant que la réhabilitation n'est pas achevée.

Tout d'abord, de nombreux enjeux habités sont impactés. En effet, un grand nombre de maisons mais aussi de biens personnels sont perdus. Cela s'accompagne souvent d'un traumatisme de perdre son chez soi, comme pour les plus de 330 personnes piégées qui ont dû être évacuées en hélicoptère (Blasi, 2022). C'est par exemple le cas de Rebecca Arnoldy dont la maison située sur la rive de l'Ahr a été inondée jusqu'à la base du deuxième étage. Il est estimé que 42 000 habitants de la vallée de l'Ahr ont été touchés d'une manière ou d'une autre par les faits (Blasi, 2022). Le Copernicus Emergency Management Service (CEMS) estime 5000 bâtiments résidentiels affectés dans la vallée.

D'après Burghardt *et al.* (2022) la vallée se trouve maintenant d'autant plus vulnérable après les faits puisque de nombreuses infrastructures publiques ont été endommagées voire détruites. C'est le cas notamment pour de nombreuses installations routières (figure 11.a) qui ont cédé à la force de l'eau. Cela impacta alors l'approvisionnement de

toutes ressources. Par exemple à Bad Neuenahr-Ahrweiler, toute une partie de la ville se retrouve coupée de nombreux services lorsqu'il n'y a plus de ponts. En effet, le côté sud de la commune ne possède ni services de secours ni magasins d'alimentation. Dans cette étude (Burghardt *et al.*, 2022), les dommages sur les ponts sont comptabilisés précisément à l'aide d'une analyse diachronique avec images avant et après les faits. L'endommagement est classé selon cinq catégories (de D0 pour « intact » à D4 pour « détruit »). Sur les 114 ponts le long de l'Ahr, il se trouve une grande majorité de ponts en arcs, avec plusieurs piliers. Il est démontré que plus il y a de piliers plus le pont a de chance de céder. En effet, 62 ponts sont détruits et 30 fortement endommagés.

D'autres infrastructures de transport sont touchées, telles que les lignes ferroviaires. L'étude de Szymczak *et al.*, (2022) s'y intéresse. Les rails ne sont en effet pas adaptés pour supporter longtemps la pression de l'eau. Ainsi, le chemin de fer a été détruit sur une vingtaine de kilomètres. Une petite partie de celui-ci a été réhabilité en novembre et décembre 2021, rendant notamment la ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler accessible. Tandis que pour les villages situés plus loin dans la vallée, la reconstruction n'a pas encore commencé (en mars 2023). L'étude de Szymczak *et al.*, (2022) compare les effets des inondations de la vallée sur les infrastructures en 2021 avec les événements de 1910 et 2016. En 1910, il y eut également un effet de barrage avec les ponts et quelques endommagements mais la ligne ferroviaire était à nouveau fonctionnelle en 5 jours. Il n'y eut pas d'effet sur le chemin de fer en 2016. À travers une étude diachronique, les dommages sur la ligne de chemin de fer sont cartographiés à partir, ici aussi, de 5 niveaux d'endommagement pour la catastrophe de 2021. Sur la zone d'intérêt de ce mémoire, 64 % des sections de chemins de fer sont détruites. En effet, la voie ferroviaire y passe très près du cours d'eau et il existait au total 11 ponts permettant à celle-ci de passer d'une rive à l'autre (figure 11.c). La majorité de ceux-ci sont détruits ou très endommagés.

De plus, de nombreuses infrastructures indispensables doivent être remplacées et laissent donc la région dans le besoin sur différents aspects. En effet, quatorze écoles et dix-neuf garderies furent fortement endommagées (Blasi, 2022). Plusieurs d'entre elles ne sont plus utilisables et les enseignements ont temporairement lieu dans des conteneurs. De plus, différents services médicaux sont touchés. Plusieurs hôpitaux et pharmacies sont détruits, laissant place à un personnel médical démuni et sous tension (Kreienkamp *et al.*, 2021). Nous pouvons par exemple évoquer la clinique psychiatrique à Ahrweiler qui se trouve au bord de l'Ahr en zone inondable et qui est partiellement détruite et inutilisable.

En outre, la vallée compte un grand nombre de systèmes de chauffage au fioul. Cela implique de grandes cuves, généralement au sous-sol ou en rez-de-chaussée, donc dans des zones facilement atteignables par les eaux. Ainsi, de nombreuses cuves ont été renversées, colorant le flux d'eau de rouge, comme le décrivent les habitants. De la même manière, les canalisations ont été brisées par le débit des crues et les débris transportés (figure 11.b). Ainsi, non seulement le chauffage fut coupé mais également l'électricité, le gaz, l'eau courante, et le système d'évacuation des eaux usées. Cela met alors du temps à être remis en place. En effet, bien que les délais ne soient pas les mêmes selon les quartiers, certaines rues de Bad Neuenahr-Ahrweiler n'ont pas eu de chauffage ni de gaz jusqu'au printemps 2022, soit un hiver sans chauffage (Bad Neuenahr-Ahrweiler, 2021). Pour remédier à cela, la région a tout de même temporairement prêté des systèmes de climatisations réversibles.

Ainsi, toutes ces destructions et le manque d'infrastructures ont de fortes conséquences économiques sur les communes de la vallée étudiée. En effet, selon l'assureur Munich Re, « le coût des destructions s'élève à plus de 30 milliards d'euro pour la seule région de la vallée de l'Ahr »⁴ (Dietze *et al.* 2022).

Concernant la ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler, pôle touristique de la vallée, le fonctionnement est très ralenti. De nombreux commerces sont toujours fermés et les services publics n'ont pas encore repris leurs fonctions. De ce fait, les touristes sont beaucoup moins nombreux et la ville perçoit moins de taxes de séjour. Ainsi, selon Maximilian Kranich, Bad Neuenahr Ahrweiler « n'a plus un seul sou ».

Certaines initiatives se sont alors produites peu de temps après les faits dans un esprit de solidarité et dans l'objectif de ne pas perdre toute l'économie de la région durant la crise. Il nous a notamment été rapporté la vente de « vin de crue »⁵. Cela concerne le vin qui était déjà produit et stocké lorsque les faits se sont produits. Les futs ont été inondés en grande partie. Ceux-ci ont été soumis à des analyses de laboratoire. N'étant pas contaminés, ils sont commercialisés et intéressent contre toute attente un grand nombre d'acheteurs.

Pour remédier aux enjeux détruits et à l'impact économique engendré, la phase de reconstruction doit être entamée. La phase préliminaire (enlever les débris dans les rues, notamment les voitures, les dépôts de limons, et les meubles qui ont été sortis des maisons) a été accomplie durant les premières semaines après les faits mais désormais c'est la reconstruction profonde et durable qui est en cours. Pour cette dernière, il est

⁴ Traduit de l'anglais

⁵ Traduit de l'allemand : « flut Wein »

préférable d'envisager des stratégies tenant compte des risques dans l'éventualité de futurs événements. Ainsi, le « Cadre de Sendai pour la Réduction des Risques de Catastrophe pour 2015-2030 » indique parmi ses priorités le besoin de « mieux reconstruire ». Ce rapport souligne l'intérêt de l'intégration de la reconstruction dans la gestion des risques, c'est-à-dire l'anticipation de la phase de « remise en état » pour que celle-ci se passe dans de meilleures conditions et plus efficacement. Ceci peut être mis en lien avec la notion de BBB qui consiste à ne pas reproduire les mêmes erreurs de construction, développée dans le rapport « Lessons Learned from tsunami recovery; key propositions for Building Back Better » (Clinton, 2006). Cela peut passer par la reconstruction adaptée (Moatty et Vinet, 2016) comme à Durban-Corbières : relocalisation en dehors de la zone inondée.

Enfin, la reconstruction fait appel à la notion de résilience qui est définie par la Bundersregierung en 2022 comme « *la robustesse d'une ville ou d'une région face aux influences extérieures négatives, en intégrant l'adaptation au changement climatique* »⁶. À travers ce programme stratégique, le gouvernement fédéral a pour objectif que la construction et la reconstruction s'inscrivent dans le cadre d'action de Sendai.



Figure 11 : Dommages causés par le passage de la crue sur les routes (a), les canalisations (b), et les ponts (c), (photographies : S. Bouchenaki, 2023)

1.2.4. Un rapide élan de solidarité générale

De la même manière que les inondations se répètent dans la vallée de l'Ahr (cf. 1.1.2.), les mouvements de solidarité se perpétuent. En effet, il est rapporté qu'en 1804 déjà, il y eut une volonté générale d'aider les habitants dans le besoin. Cela prit notamment la forme de dons de plusieurs centaines de milliers de Reichsmarks, monnaie de l'époque (Reitschuster, 2021).

⁶ Traduit de l'allemand

En 2021, le mouvement de solidarité prit plusieurs formes, tant physiques avec de nombreux volontaires qui sont venus prêter main forte sur le terrain de la catastrophe, qu'à distance avec de nombreux dons financiers. De plus, des fonds ont été organisés par des groupes privés et des associations.

Concernant l'aide « physique », il y eut dès le lendemain des faits les premières arrivées de bénévoles (selon Arnd Eifler). Ceux-ci aidaient pendant quelques jours voire plusieurs semaines ponctuellement là où c'était nécessaire. Ces arrivées spontanées se sont faites en provenance de différentes régions allemandes. Il n'y avait pas forcément de profil type, mais plutôt une grande diversité de personnes voulant se rendre utile. Certains spécialistes de domaines manuels ont apporté une aide matérielle en transportant par exemple des excavateurs, tracteurs, ou chargeurs sur roues (Blasi, 2022). Toutefois la majorité des volontaires ont travaillé sur les tâches les plus urgentes évoquées précédemment ne nécessitant que peu de matériel : collecter les déchets, dégager les habitations, transporter ces déchets dans des lieux prévus à cet effet (décharges).

Au fil des jours, l'afflux de bénévoles n'a pas cessé. Il a même été reporté un trop plein sur les lieux puisque les routes étaient engorgées de circulation en direction des villages. Ainsi, un besoin d'organisation s'est rapidement fait ressentir afin que les personnes arrivées pour aider soit réparties efficacement et ne dérangent pas le travail des professionnels et services de secours. Une forme de gestion a alors été mise en place par les associations en quelques jours, environ quatre jours d'après Thilo Vogel, co-fondateur de l'organisme Dachzeltnomaden Hilfsorganisation (DZNH).

Une étude, réalisée par Fekete (2021), a entrepris une enquête auprès des bénévoles spontanés et des organismes d'aide. Les bénévoles répondent être majoritairement satisfaits des opérations d'aide durant l'été 2021. L'étude est comparative avec un mouvement similaire en 2013. Pour ce dernier, les bénévoles étaient très nettement plus satisfaits. Cela peut s'expliquer par la différence d'ampleur des dégâts. Du point de vue des bénévoles, les opérations semblent s'être bien déroulées puisque 92 % d'entre eux sont au minimum satisfaits de la coopération entre aidants et acteurs sur place.

Concernant les associations, rencontrées lors de la phase de terrain, qui se sont organisées rapidement, de nombreux bénévoles sont recensés chaque jour. Pour DZNH ce fût au début environ 150 bénévoles par jour, et une trentaine pour l'organisme Johanniter. Durant les semaines directement après les faits, ce fut un travail intense sept jours par semaine.

1.2.5. Conséquences environnementales et lien avec le changement climatique

Les premières conséquences observables après une catastrophe liée à une crue éclair sont principalement humaines et matérielles. Cependant, celles-ci peuvent aussi être environnementales, ce qui n'est pas forcément des plus apparents aux premiers abords. En effet, cela peut se produire en profondeur ou de manière progressive.

Tout d'abord, nous constatons aisément en y prêtant attention et en comparant avec des images précédant les faits l'importante érosion des berges de l'Ahr. C'est en effet le cas « dans les environs de plus de 50 % des ponts »⁷ (Burghardt *et al.*, 2022). L'étalement de l'eau sur des surfaces en herbe et l'arrachement des arbres et autres plantations a inévitablement un impact sur ces surfaces superficielles. L'érosion des berges est accentuée par le passage de l'eau sur le côté des ponts lorsque la section est bouchée par les débris et les piliers (Szymczak *et al.*, 2022). Cela participe également aux épais dépôts de limons et argiles, qui forment une boue.

Ensuite, Dietze *et al.* (2022) étudièrent les « réorganisations du paysage »⁸. En effet, de nouveaux ravins ont été creusés, provoquant un écoulement rapide et très érosif. Les réorganisations se sont alors produites durant et après les faits. Il y eut en premier lieu un apport de matériel sédimentaire venu des pentes des collines alentours par des laves torrentielles. Cela prit notamment la forme de coulées de débris et de glissements de terrain plus ou moins profonds. La majorité des mouvements de terrain furent peu profonds et pas en lien direct avec l'activité fluviale mais plutôt accentués par les fortes pluies sur les pentes raides et concaves. Il y eut aussi des glissements plus importants concernant les berges du cours d'eau principal qui ont été détruites par la force du débit provoquant un apport de sédiments au lit mineur. Cela s'est parfois produit à l'échelle de parois rocheuses qui ont été décapées sur plusieurs mètres de haut où l'on retrouve des traces qui suggèrent un mouvement de terrain. Les impacts sur la rivière sont plus ou moins importants selon les zones. Le talweg a parfois été déplacé avec un changement de la forme du lit mineur. Il y a donc une forme d'instabilité de la vallée.

Il est intéressant de noter que selon Dietze *et al.* (2022), nous ne pouvons que difficilement comparer les faits avec les crues historiques en termes d'impacts sur la topographie car l'organisation de la vallée était très différente et celle-ci était moins urbanisée.

⁷ Traduit de l'allemand

⁸ Traduit de l'anglais

Au-delà des conséquences environnementales induites directement ou indirectement par la catastrophe naturelle qui s'est produite, différentes études se sont penchées sur l'impact du climat quant à la réalisation de ce type d'évènement. L'objectif étant d'identifier ou non une relation de cause à effet entre le changement climatique actuel et les crues de l'Ahr.

Le rapport du World Weather Attribution (WWA), réalisé par Kreienkamp *et al.*, (2021), stipule tout d'abord que la multiplication des précipitations est un phénomène anticipé du réchauffement climatique puisque lorsque l'air est plus chaud il devient plus humide. L'étude se base ensuite sur différents évènements similaires en termes de précipitations dans plusieurs pays européens. Cela est nécessaire car les faits en Allemagne sont tels qu'ils sortent des modèles actuels. Les calculs se font donc à partir de différentes méthodes d'observation, de modèles climatiques et de méthodes statistiques. Ces évaluations sont réalisées en utilisant un large éventail d'incertitude pour contenir moins d'erreur.

Il est alors estimé par WWA que de tels évènements pourraient se reproduire, dans les conditions actuelles, une fois tous les 400 ans. Concernant les inondations dans la vallée de l'Ahr, les recherches ont prouvé que « le changement climatique a augmenté l'intensité des précipitations maximales d'environ 3 à 19 % par rapport à un climat mondial plus froid de 1,2 °C qu'aujourd'hui »⁹ (Kreienkamp *et al.*, 2021). La probabilité qu'un évènement semblable se produise est accrue par un facteur entre 1,2 et 9 en comparaison à un climat plus frais.

L'étude prouve alors que le changement climatique a un impact sur la fréquence et l'intensité de ce genre d'évènements exceptionnels. Cependant, elle insiste sur le fait que les modèles ne sont, à l'origine, pas réalisés pour des évènements se produisant sur un territoire réduit. Ainsi, il est difficile pour ces modèles de prendre en compte une activité convective sur un temps long. Les spécificités très locales ne peuvent donc pas toujours être prises en compte.

Les résultats des recherches de Ludwig *et al.*, (2022) vont dans le même sens. Leur article s'intéresse en effet au déroulement d'un évènement d'une telle ampleur selon différentes conditions climatiques. Pour cela, différentes simulations sont réalisées. Celles-ci montrent que les précipitations sont moins importantes avec un climat du type de celui de l'ère préindustrielle. Les calculs montrent une augmentation de 11 à 18 % des pluies avec le climat actuel. L'étude démontre aussi une augmentation de la

⁹ Traduit de l'anglais

fréquence des évènements extrêmes, avec notamment une augmentation de 10 % de probabilité pour un évènement avec une longue période de retour (plus de 30 ans). De plus, l'augmentation de la température accentuerait la taille des dépressions et donc des étendues affectées par des évènements de fortes pluies. Ce genre de catastrophe se produirait donc potentiellement à plus large échelle dans le futur en provoquant des dégâts potentiellement plus importants que ceux du 14 au 15 juillet 2021.

Pour conclure, ce risque est donc grandissant et nous devons nous y adapter. L'Etat de RLP, par suite d'un tel évènement, n'a de fait pas d'autres possibilités que d'agir pour éviter que cela ne se reproduise. Ainsi, pour une meilleure gestion du risque inondation, de nouvelles cartes montrant les zones inondables mises à jour à la suite de la catastrophe de 2021 en prenant en compte l'extension de cet évènement ont été réalisées (annexe 1). Les prévisions de débits ont alors été adaptées avec de nouvelles valeurs pour Q100 notamment. Ainsi, les travaux devront se caler sur ceux-ci.

2. Méthodologie et objectifs

2.1. Objectifs et organigramme méthodologique

À travers ce travail de recherche, les objectifs ont été multiples. Ceux-ci sont fondés sur un retour d'expérience (cf. 2.2.). Ce dernier a permis de mettre en lumière les différents défis engendrés par la catastrophe. Puisque 9000 bâtiments ont été détruits ou endommagés (Arte reportage, 2022), nous avons décidé d'organiser nos objectifs autour du bâti.

Le principal objectif retenu est celui de la reconstruction, puisque l'impact de l'inondation sur les villages fut majeur. Ainsi, étudier ce défi constitua l'objectif premier. Cela ne constituant pas assez de matière pour avoir une vue d'ensemble et comprendre le contexte général, nous nous intéresserons d'abord à l'origine du risque. Il a alors été choisi d'observer celui-ci depuis des images aériennes anciennes pour réaliser une analyse diachronique. L'intérêt sera de faire ressortir les conséquences, en termes de vulnérabilité, engendrées par l'urbanisation.

Dans un second temps, nous mettons en évidence l'évolution actuelle du bâti, soit entre juillet 2021 et mars 2023. Les aspects à étudier ici sont variés : endommagement, réhabilitation, reconstruction, relocalisation, relogement et réurbanisation. L'étude de l'endommagement s'est imposée comme indispensable à la justification du besoin de reconstruction. Cela sera étudié de manière comparative entre la situation « à chaud », soit quelques jours après les faits, puis l'état actuel environ 19 mois plus tard. L'état d'avancement de la réhabilitation sera ensuite pris en compte ainsi que les mesures temporaires et permanentes permettant aux habitants victimes de l'inondation de continuer à vivre dans leur village.

Enfin, puisque d'après le reportage Arte (2022), seules 34 maisons ont été interdites de reconstruction dans la vallée de l'Ahr, la question de la protection de tout le reste du bâti se pose. Ainsi, nous aborderons les notions de Build Back Better (BBB) et de résilience, puis recenserons les changements ou non dans la manière de concevoir l'urbanisation de la vallée.

Ces objectifs sont repris de manière brève dans le schéma qui suit (figure 12).

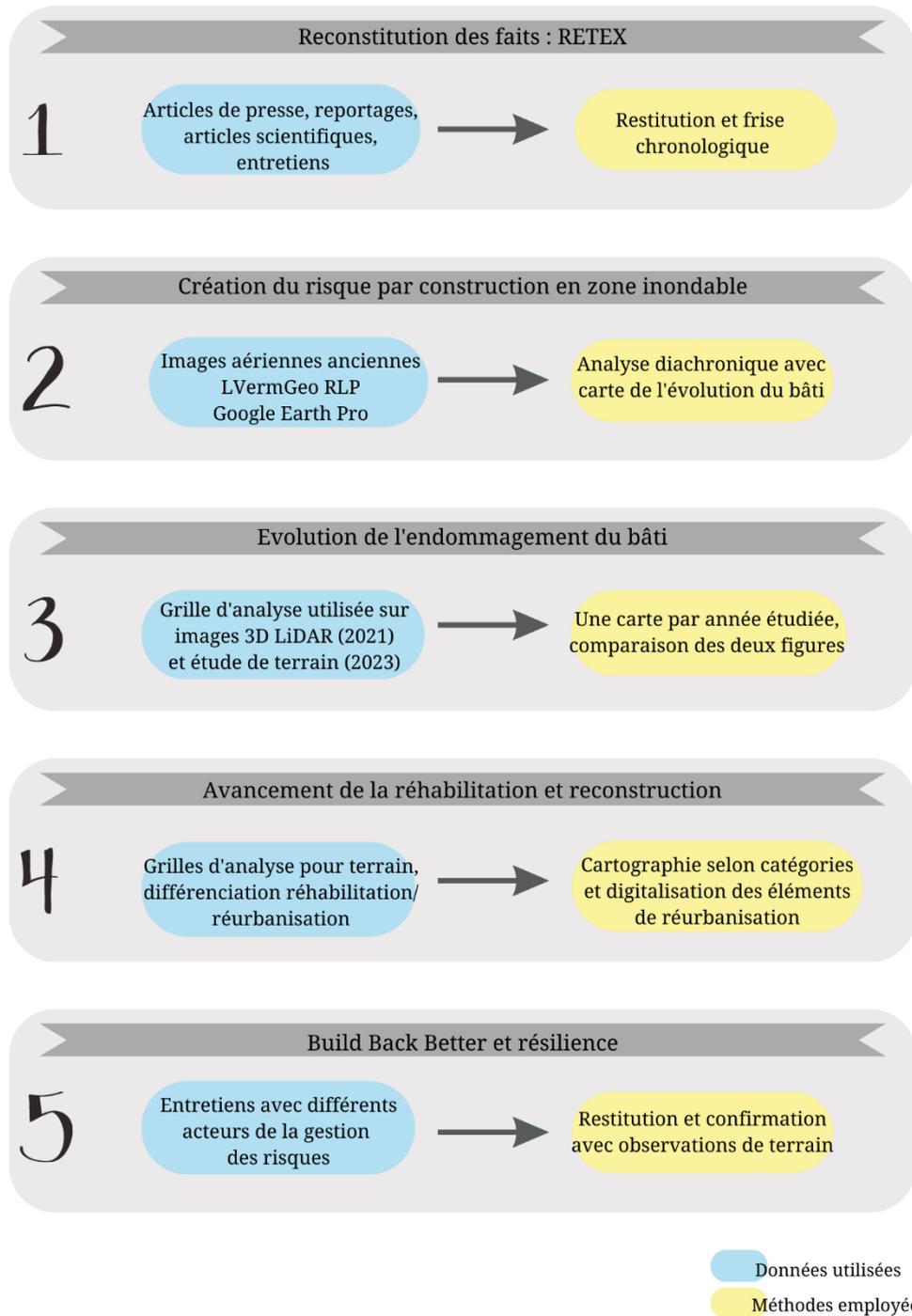


Figure 12 : Synthèse schématique des données et méthodes par axe d'étude (Conception : S. Bouchenaki, 2023)

2.2. Le RETEX comme méthodologie de départ

2.2.1. Temporalité et intérêt du RETEX

Le cœur du sujet de ce mémoire étant un évènement catastrophique relativement récent, le RETEX (ou REX) a été choisi comme méthodologie de départ des recherches puisqu'il « constitue une démarche méthodologique » (MIAT *et al.* 2006). En effet, celui-ci peut se réaliser dans différentes situations, dont les catastrophes naturelles font partie.

L'objectif est alors, dans ce cas principalement, une meilleure gestion des risques naturels pour que les conséquences des catastrophes qui s'en suivent soient amoindries (MIAT *et al.* 2006). Dans le cas de ce travail de recherche, le RETEX permet de faire ressortir différents aspects de la gestion de crise qui peuvent être repensés voire améliorés.

Il existe pour ce type d'étude différentes temporalités. On distingue notamment le court terme du long terme, mais les deux sont complémentaires. En effet, « les REX long terme s'appuient sur et complètent les REX court terme qui peuvent avoir été produits sur les territoires » (Grelot, 2017). L'un ne se substitue donc pas à l'autre. Pour les différencier, nous nous basons sur la durée écoulée après l'évènement étudié. En outre, un RETEX court terme a lieu dans les mois qui suivent les faits, en général un à deux ans plus tard. Ceci se déroule alors pendant « la phase de résolution de tous les désordres » (Grelot, 2017). Cette phase peut s'étendre sur de nombreuses années ensuite. Ainsi, le RETEX long terme, développé dans le cadre du projet RETINA (Résilience des territoires face à l'inondation : pour une approche préventive par l'adaptation post événement), intervient en général lorsque cette phase est terminée.

Comme les inondations de la vallée de l'Ahr se sont produites en juillet 2021, soit il y a moins de 2 ans, ce travail s'insère de justesse dans ce qui est défini ci-dessus comme un RETEX à court terme. Pour cela, une collecte des informations a d'abord été réalisée. Ces dernières furent tant écrites, audio-visuelles, qu'orales (par le biais d'interviews). Le tout est combiné et organisé pour réaliser une « note de synthèse » (MIAT *et al.* 2006). Celle-ci s'organise notamment à partir d'une frise chronologique.

L'importance du RETEX dans le cadre de la catastrophe étudiée est confirmée par la méthode d'adaptation aux circonstances de Wybo (2009). En effet, selon les critères définis dans le rapport, « la gravité de la situation rencontrée et la nouveauté de la situation », un RETEX de niveau 3 est nécessaire. Il est détaillé et des enseignements seront tirés des recherches pour proposer des pistes d'amélioration futures.

2.2.2. Apport des entretiens auprès des différents acteurs

Puisque le travail de terrain qui sera présenté par la suite est autonome et basé quasiment uniquement sur des observations, il fournira des résultats principalement quantitatifs. Pour que ceux-ci puissent être expliqués et remis dans le contexte, il semble primordial d'avoir des échanges avec différents acteurs. Cela formera des résultats qualitatifs. De plus, ce mémoire étant basé sur une méthodologie de RETEX, les échanges directs sont nécessaires car la mémoire des faits est au cœur de l'analyse.

Les victimes (dont les acteurs de différents services) sont alors une source d'information intéressante puisque les « souvenirs sont d'autant plus précis et durent d'autant plus longtemps que les événements ont été perçus comme exceptionnels par la personne qui les a vécus » (MIAT *et al.*, 2006). Ainsi, il a été décidé de réaliser des entretiens directifs et semi-directifs. Le premier se caractérise notamment par des « questions préparées à l'avance et posées dans un ordre bien précis » (Ketele et Roegiers, 2016), tandis que le second s'organise à partir de thèmes que l'on suit de manière plus ou moins ordonnée. Cependant, bien que de nombreuses questions plutôt directives ont été prévues, les enquêtés étaient généralement pris par l'émotion et racontaient les faits de manière désorganisée. Les réponses aux différentes questions ne seront pas exposées une à une mais permettront d'apporter du contenu et des détails à certaines des parties à suivre.

Les acteurs qui participent à différentes activités liées à la phase de post-crise ou ont vécu la crise sont nombreux. De ce fait, une seule grille d'entretien ne serait pas applicable à ceux-ci. Plusieurs grilles ont alors été construites.

Ainsi, dans un premier temps, afin d'étudier la reconstruction, nous avons cherché à rencontrer les acteurs contribuant à celle-ci. Les acteurs sont variés mais nous en avons distingué deux types : les entreprises travaillant à l'échelle d'une ou plusieurs communes sur les ouvrages publics et les associations venant en aide aux particuliers dans le besoin dans toute la vallée de l'Ahr.

Pour ce qui est des entreprises de reconstruction, une grille semi-directive (tableau 1) a été réalisée puisque les échanges se sont faits en plusieurs fois et les informations furent complétées par différentes ressources (des documents communaux notamment). Nous avons alors pu échanger avec deux entreprises. Leurs noms pourraient s'apparenter à « Société de construction et de développement de Bad Neuenahr-Ahrweiler »¹⁰ et « L'avenir du milieu de la vallée de l'Ahr »¹¹, dont les interlocuteurs ont respectivement été Maximilian Kranich et Martin Schell. Ces deux établissements recouvrent la zone d'étude, puisque le premier se concentre sur Bad Neuenahr-Ahrweiler, et le second sur trois villages dont Dernau. Nous avons aussi inséré dans ce premier type d'entretien un échange avec Gunnar Kreidl, membre de THW¹², un organisme de secours géré par l'état fédéral qui intervient pour la reconstruction d'urgence.

¹⁰ Aufbau- und Entwicklungsgesellschaft Bad Neuenahr-Ahrweiler mbH

¹¹ Zukunft Mittelahr AöR

¹² Bundesanstalt Technisches Hilfswerk

Tableau 1 : Grille d'entretien à destination des entreprises de reconstruction (S. Bouchenaki, 2023)

<i>Thématiques</i>	<i>Sujets abordés</i>
Eléments de contexte	Poste occupé, fondation et objectifs de l'entreprise, missions quotidiennes
Stratégies	Priorités, déroulement, acteurs nécessaires
Destinataires	Habitats privés ou bâtiments publics, infrastructures communales
Temporalité	Création de l'entreprise, durée nécessaire estimée, éventuels retards, état des lieux actuel
Leçons	Nouvelles normes, prise en compte de l'ampleur de l'évènement passé
Mesures de protection et Build Back Better	Connaissance de la notion, dispositifs particuliers
Bilans et retours de la population	Comptes rendus d'activité, consultations citoyennes

Pour ce qui est du second type d'acteurs de la reconstruction, les associations, nous avons réalisé une grille d'entretien avec des questions directives (tableau 2). En effet, puisque les ressources au sujet de leurs missions sont moins nombreuses, il a semblé nécessaire de préparer des questions précises pour ne pas manquer d'informations. Deux associations ont alors été rencontrées. Il s'agit de Dachzeltnomaden Hilfsorganisation et Johanniter Flut Hilfe. Ces dernières interviennent toutes deux entre autres à Bad Neuenahr-Ahrweiler et Dernau.

Tableau 2 : Grille d'entretien à destination des associations contribuant à la reconstruction (S. Bouchenaki, 2023)

<i>Thématiques</i>	<i>Questions posées</i>
Eléments de contexte	Etes-vous bénévole ou employé de l'association ?
Organisme	Depuis quand l'association existe-t-elle et quelles sont ses objectifs ? Combien l'association compte-t-elle de bénévoles ?

	<p>Quels sont les différents services que vous apportez aux bénéficiaires ?</p> <p>Qui sont les destinataires de vos services ? Comment se passent pour eux les démarches pour avoir droit à votre aide ?</p>
Inondations juillet 2021	<p>Avez-vous décidé d'intervenir de votre propre volonté ou bien les communes ont demandé du renfort ?</p> <p>En quoi consiste votre aide sur le terrain ? Reconstruction d'une part, mais d'autres choses ?</p> <p>Comment les bénéficiaires obtiennent-ils votre aide ?</p>
Reconstruction	<p>Comment sont financées vos actions ? Comment obtenez-vous les outils et matériaux nécessaires ?</p> <p>Quelle est votre stratégie ? Quelles sont les priorités ?</p> <p>Vos actions ne s'adressent-elles qu'aux particuliers ou aussi aux bâtiments publics ?</p> <p>Que faites-vous concrètement sur le terrain ? Quel type de travaux ?</p> <p>Pour ce faire, avez-vous de la main d'œuvre qualifiée ?</p>
Mesures de protection et Build Back Better	<p>Vos travaux se concentrent-ils sur la reconstruction à l'identique ? La présence du risque inondation est-elle prise en compte ?</p> <p>Avez-vous des projets ou solutions pour une meilleure protection contre de futures inondations ?</p> <p>A défaut de reconstruction adaptée au risque, y'a-t-il de la prévention/sensibilisation organisée auprès des habitants ?</p> <p>Les habitants s'inquiètent-ils de la protection de leur maison ou souhaitent-ils juste la retrouver dans son état initial ?</p>
Bilans	<p>Quelles sont les principales difficultés que vous rencontrez dans vos actions ?</p>

Dans un second temps, nous avons souhaité obtenir des informations précises concernant la gestion de crise. Celle-ci ayant été organisée par les pompiers, une grille d'entretien (tableau 3) a été conçue pour eux. Les questions sont ici de type directif puisque les acteurs de la gestion de crise n'avaient pas toujours le temps de réaliser tout l'entretien en direct. Ainsi, certaines questions ont été envoyées par écrit. Plusieurs pompiers des casernes de la zone étudiée ont alors été interrogés.

Tableau 3 : Grille d'entretien à destination des pompiers de Dernau et Bad Neuenahr-Ahrweiler (S. Bouchenaki, 2023)

Thématiques	Questions posées
Eléments de contexte	Etes-vous bénévole ou employé de l'association ?
Organisation	Quel est votre secteur d'intervention ? Comment s'organisent les casernes dans la ville ? La répartition est-elle stratégique ?
Inondations juillet 2021	Avez-vous des instructions générales sur les mesures à prendre en cas d'inondation ? L'emplacement de la caserne était-il pertinent par rapport aux zones touchées et aux interventions nécessaires ? Comment avez-vous été au courant des faits ? A partir de quel moment votre intervention fut-elle nécessaire ? A quelle heure êtes-vous intervenu ? Quel a été votre rôle ? Quelles ont été vos missions ? Avez-vous des priorités d'intervention ? Des zones à sauver en premier ? Avez-vous contribué à l'évacuation de certaines personnes ? Si oui, aviez-vous un plan d'évacuation à suivre ? Combien de maisons et personnes concernées ?
Gestion de crise	En quoi consistait la cellule de crise ? A partir de quand a-t-elle été mise en place ? Quels ont été son rôle et intérêt ? Qui la dirigeait ? Comment se sont passées les alertes envers les habitants ? Quand ont-elles été faites ?
Rôle actuel	Avez-vous encore un rôle à jouer pour lutter contre les dégâts des inondations ou la reconstruction ? Faites-vous de la prévention aux habitants par rapport au risque inondation ?
Mise en perspective et bilan	Quelles ont été les difficultés principales durant la période de crise en 2021 ? Est-ce qu'il y a des choses qui auraient pu être mieux faites ? Notamment concernant la cellule de crise ? Y-a-t-il des choses qui ont été améliorées après les inondations de 2021 pour mieux gérer des événements futurs ?

Enfin, quelques entretiens ont été réalisés auprès d'habitants de la vallée de l'Ahr. Ceux-ci concernaient leur vécu, leur ressenti, leur connaissance du risque, mais aussi leur manière d'entamer la reconstruction. Les sujet du BBB et des difficultés post-crise furent aussi évoqués. Les questions posées durant ces entretiens seront présentées en annexe (n° 2) car il n'a malheureusement pas été possible d'en réaliser beaucoup.

2.3. Analyse diachronique de l'occupation humaine des lits majeurs

Après avoir récapitulé les faits catastrophiques à partir d'une méthodologie de RETEX, d'autres méthodes sont employées pour compléter les recherches. Ici tout d'abord, nous présenterons celle appliquée pour procéder à l'analyse diachronique de l'évolution de l'urbanisation de la vallée de l'Ahr.

Pour cela, l'usage d'images aériennes est nécessaire. Ainsi, pour des raisons techniques et pratiques, il a fallu choisir une zone à étudier puisque la vallée entière est très étendue. Nous verrons alors l'évolution de l'urbanisation sur la commune de Dernau.

L'objectif est alors de repérer la période à laquelle le village s'est densifié et si possible d'en trouver par la suite les causes. Plus généralement, il serait intéressant de voir si les temps modernes d'après-guerre ont contribué à une densification globale sans prise en compte du risque.

Il faut alors dans un premier temps obtenir des images de différentes périodes pour qu'une comparaison soit réalisable. Cette dernière se fera à partir d'une image de 2021 que l'on trouve sur Google Earth Pro. Cette image de référence a été prise peu de temps avant les faits. Elle permet un aperçu de l'état du bâti dans le village étudié tel qu'il était lorsque les inondations arrivèrent. Pour ce qui est du reste, l'objectif était d'avoir les images les plus anciennes possibles, pour une vision à long terme permettant de retracer une réelle évolution.

Pour cela, il a fallu l'accord de l'office régional du cadastre et de l'information géographique¹³ de Rhénanie Palatinat. En effet, ces images aériennes anciennes ne sont pas en libre accès. Il faut donc en faire la demande et les acheter auprès de ce service. Celui-ci disposait de deux images correspondantes à la zone d'étude : l'une du 6 septembre 1953 et l'autre du 19 avril 1984. Leur résolution est de 300 dpi et elles ont une échelle de 1 :10 000 et 1 :12 500 respectivement. Pour ce qui est des autres images, nous les avons récupérées sur Google Earth Pro. Celle de référence, de 2021, a été évoquée. Nous en avons également choisi une datant de 2003. Ainsi nous observerons l'évolution du bâti sur des plages d'environ 20 ans. Ces données n'ont pas exactement la même emprise mais permettent toutes d'englober le village de Dernau ainsi que le lieu-dit de Marienthal qui y est accolé.

Après avoir recueilli les images brutes, le traitement se fera sous Système d'Information Géographique (SIG), avec le logiciel QGis. En effet, les documents récupérés sont au

¹³ Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland Pfalz (LVermGeo)

format image et ne sont donc pas géolocalisés. Il faut en premier lieu procéder au géoréférencement de chacun des documents. Celui-ci s'effectue à partir d'une image géoréférencée actuelle, que l'on visualise à partir du fond Google Imagery.

Afin de passer à l'analyse diachronique, nous créerons une couche en format vectoriel (shapefile). Pour celle-ci, nous prenons comme couche de départ celle du bâti de la base de données OpenStreetMap (OSM). Dans sa table attributaire, nous ajoutons un champ « année ». Nous associerons alors par défaut à chaque entité la valeur « 2021 ». En effet, tous les bâtiments sont déjà existants puisque la base OSM est récente. Nous superposons ensuite la couche « bâti » avec l'image de 2003 et notons la présence ou non des éléments. Ceux déjà présents se voient associer la valeur « 2003 » dans le champ « année ». Nous procédons ensuite de la même manière pour les images de 1984 et 1953. Nous obtenons alors la liste du bâti selon son année de présence.

Afin de pouvoir comparer les surfaces urbanisées au cours du temps, nous procédons également au calcul des surfaces (en mètres carrés) occupées par le bâti chaque année. Pour cela, un champ « surface » est ajouté dans la couche « bâti » utilisée pour faire les traitements précédents.

Les résultats prendront la forme d'une cartographie récapitulative avec un dégradé de couleurs allant du plus foncé pour le plus ancien au plus clair pour le plus récent. De plus, l'évolution de la surface urbanisée sera représentée graphiquement.

2.4. Evaluation des niveaux d'endommagement et de reconstruction

Dans le cadre des différentes thématiques de recherche que constitue ce travail, plusieurs grilles ont été construites. L'évaluation des niveaux pour ces différentes grilles se fera à partir d'observations visuelles et de relevés de terrain. Ainsi, il est important de noter la période de terrain sur laquelle se fondera l'analyse. Cette phase a débuté le 22 février 2023 au matin et s'est étendue jusqu'au 23 mars de la même année. Les observations ont été faites quelques heures par jour, de manière plus ou moins régulière selon les conditions météorologiques.

Pour ce travail de terrain, des plans simples de la commune de Dernau ont été imprimés. Ceux-ci ne faisaient apparaître que les routes et les bâtiments pour se repérer. Sur ces plans, nous avons attribué à chaque bâtiment un numéro. Ainsi, durant les phases d'observations, chaque constat et analyse sont associés à un numéro. La démarche est alors progressive de telle sorte qu'aucun bâti n'échappe à l'analyse.

Concrètement, nous avons procédé à l'aide du tableau 4 durant la phase de terrain. Celui-ci était rempli au fur et à mesure, avec une ligne pour chaque bâti.

Tableau 4 : Extrait de la grille de terrain pour suivre les observations

<i>Bâti n°</i>	<i>D classe</i>	<i>R classe</i>	<i>T classe (si besoin)</i>	<i>P classe (si besoin)</i>
128	D2	R3		
670	D4	R7		

Afin de présenter les résultats visuellement, les observations faites à partir des grilles seront représentées sous forme de cartographies (avec le logiciel QGIS 3.22.11). Les bâtiments, qui servent de couche de départ sur les cartes, sont extraits d'OSM. Nous attribuerons à ceux-ci une symbologie adaptée selon la thématique étudiée.

2.4.1. Grille d'endommagement du bâti

La première grille est destinée à analyser l'endommagement du bâti. Elle a donc pour mission d'attribuer à chaque bâtiment (maison, commerce, hôtel, école, ...) une classe qui indique à quel point celui-ci a été dégradé par l'inondation du 14 au 15 juillet 2021.

Afin de constituer cette grille, nous nous sommes inspirés du travail réalisé par l'équipe de chercheurs du projet KAHR (« Klima-Anpassung, Hochwasser und Resilienz » soit adaptation au climat, inondation et résilience) dont les données nous ont été partagées par Madame Annegret Thieken. Il s'agit notamment d'un document de Maiwald *et al.* (2022) détaillant des classes de dommages théoriques puis celles mises en pratique. A la manière de cette étude évoquée, nous faisons alors le choix de ne retenir que quatre niveaux d'endommagement (tableau 5). Bien qu'un même niveau puisse englober des situations assez différentes, nous prenons la décision de ne pas rajouter de classe car les observations de terrain ne permettent pas toujours une grande précision. En effet, le travail de l'équipe KAHR (2023) s'est fait à partir d'images 3D, tandis que nous réaliserons l'étude sur le terrain.

Ainsi, les classes vont de D1 et D4, avec la lettre D comme référence aux dommages. Le chiffre l'accompagnant indique un niveau de gravité, avec 1 le plus faible et 4 le plus élevé, soit le plus impacté. Les caractéristiques de ces niveaux de dommages sont alors les suivants :

-D1 : Cela correspond à la classe inférieure en niveau de dommage puisqu'ici il n'y a pas de dommage visible. Le bâtiment semble non concerné par les inondations. Il n'a soit pas été touché soit déjà entièrement réhabilité. Cette classe est indispensable car plusieurs rues ne sont pas affectées du tout et nous pourrions visualiser celles-ci par le biais d'une cartographie.

-D2 : Ce second niveau d'endommagement regroupe de nombreux types de dommages. Ils vont de simples traces de passage de l'inondation à des fenêtres et portes détruites. Cette classe est large puisqu'il faut prendre en compte les bâtiments qui sont affectés par les faits même si cela fut dans une moindre mesure, puisque la classe inférieure ne présente aucun signe d'atteinte des inondations. Ainsi, cette classe aurait pu être séparée en deux, mais sur le terrain, les différences furent compliquées à observer. En effet, parfois des traces de salissures très hautes laissent penser que la structure a été touchée, or celle-ci est intacte. On comprend alors que des réparations ont déjà été faites mais ne sont pas assez abouties pour passer dans le niveau inférieur.

-D3 : Ce troisième niveau est nettement différent du précédent. En effet, il y a une fracture entre l'état « affecté » et l'état « abimé » (tableau 5) du bâti. Ici, nous observons nettement une partie de la structure qui manque, qui a été arrachée ou s'est effondrée à la suite d'une base fragilisée par le passage de l'eau. Il s'agit alors de bâtiments fortement touchés par l'inondation, mais la destruction n'est pas assez importante pour empêcher l'habitation.

-D4 : Le quatrième niveau correspond à l'endommagement maximal. Il se différencie du niveau précédent par l'ampleur des zones détruites. On compte ici le bâti détruit, parfois plus du tout existant. Cette catégorie prend aussi en compte les bâtiments qui ne sont plus habitables, pour cause de contamination par exemple, ou qui vont être détruits dans un futur plus ou moins proche. La différenciation sur le terrain entre ces deux derniers niveaux se fait principalement grâce aux indications écrites ou aux échanges avec les personnes du village. En effet, une maison partiellement détruite (donc correspondante au niveau « D3 ») peut compter comme « D4 » si elle doit subir une démolition.

Ci-dessous, nous représenterons le tableau récapitulatif de ces différents niveaux de dommages accompagnés d'exemples de bâtis associés qui ont été observés durant le travail de terrain.

Tableau 5 : Niveaux d'endommagement du bâti à Dernau avec exemples (photographies : S. Bouchenaki, 2023)

Niveau de dommage	Description des dégâts	Exemple
D1	Aucun dommage visible : construction non affectée ou déjà entièrement réhabilitée	
D2	Bâtiment affecté, traces de salissures et d'humidité, structure légèrement affectée (certaines fenêtres/portes détruites)	
D3	Bâtiment abîmé, destruction ou effondrement partiel de la structure	
D4	Bâtiment détruit, majoritairement détruit, ou démolition nécessaire car inhabitable	

Le tableau ci-dessus a donc servi de classification lors des observations de terrain et n'a pas subi de modification pendant cette phase.

De plus, afin de comparer l'endommagement actuel avec celui directement après les faits, nous avons appliqué la même grille à des images LiDAR 3D datant de fin juillet 2021. Celles-ci ont été produites par Virtual City Systems et nous ont été communiquées par l'institut de recherche IQIB¹⁴ (images non libres de droits). Elles permettent de voir de très près les bâtiments mais aussi d'avoir une vision globale de la vallée en pleine crise.

Ces observations seront cartographiées selon une symbologie graduée. En effet, la classification des niveaux de dommage est progressive et il est alors pertinent d'attribuer à chaque classe une couleur entrant dans un dégradé. Il est ici choisi du rouge foncé pour l'endommagement maximal, puis des teintes progressivement plus claires jusqu'au niveau « D1 » en quasi blanc. Cela permet une organisation visuelle puisque « l'œil humain est capable de classer rapidement les éléments foncés et les éléments clairs d'une image et de les ordonner du clair au foncé et vice versa » (Lambert et Zanin, 2016).

2.4.2. Grille de réhabilitation du bâti

La deuxième grille s'intéresse à la phase de reconstruction qui a pour but de pallier l'endommagement étudié précédemment. Ainsi, sur le même principe que la grille précédente, des niveaux sont créés et attribués à chaque bâti du village de Dernau.

Pour la construction de cette grille, nous nous sommes appuyés sur le travail de Freddy Vinet *et al.* (2011) qui ont analysé la reconstruction à la suite du tsunami de 2004 en Indonésie. Cette classification s'intéresse à l'avancement de la reconstruction et au relogement. Ainsi, après adaptation des classes aux spécificités locales de la vallée de l'Ahr, sept types de groupes d'avancement du processus de reconstruction sont créés. Ils prennent en compte la présence de travaux de réhabilitation et l'occupation ou non du bâti. Pour estimer l'état occupé ou non du bâti, plusieurs critères sont pris en compte et les relevés de terrain sont faits à des moments différents de la journée et de la semaine. Nous observons notamment la présence de voitures, de poubelles ménagères, de lumières et tous autres signes de vie. Lorsqu'aucune trace d'occupation n'est observée, plusieurs passages sont réalisés au même endroit à différents moments pour confirmer l'observation. Bien que nous nous concentrons sur les habitations, le terme d'« occupation » est choisi plutôt que celui d'« habitation » ou de « relogement » car pour avoir une vue d'ensemble sur le village, tous les bâtis sont pris en compte et donc il y a aussi des entreprises ou des services, ainsi que quelques commerces. De plus, sur les bâtiments très endommagés, on ne distingue plus toujours la fonction originelle (habitat ou autre).

¹⁴ Institut für qualifizierende Innovationsforschung & -beratung

Ainsi, les sept types suivants (tableau 6) sont organisés de « R1 » à « R7 », avec la lettre « R » désignant réhabilitation ou reconstruction :

-R1 : Aucune trace d'activité de reconstruction ne semble en cours sur le bâti qui ne présente pas d'endommagement. Il est occupé.

-R2 : Aucun signe d'activité en cours malgré quelques traces d'endommagement (correspondant à du « D2 »). Le bâti est tout de même occupé car la dégradation est modérée.

-R3 : Des réparations sont observables mais celles-ci permettent l'occupation du bâtiment et sont donc considérées comme légères. Il s'agit principalement de travaux extérieurs concernant la façade (peinture ou revêtement par exemple).

-R4 : A partir de cette classe, le bâti n'est plus occupé car trop abîmé. Ici, nous n'observons pas de réparation en cours malgré un endommagement notable.

-R5 : Des réparations sont en cours et ne permettent pas l'occupation du bâti. Elles concernent notamment les sols, les isolations intérieures, ou les portes et fenêtres.

-R6 : L'endommagement est tel que le bâti n'est pas occupable. Cependant, il n'y a pas de réparations en cours. Le bâti semble parfois à l'abandon.

-R7 : Cette catégorie ne se différencie souvent de la précédente que par l'avancement de la réflexion sur le devenir du bâti. Ici, il est considéré comme non réparable (par l'importance de la destruction ou le taux de contamination) et sera détruit ou l'a déjà été. On inclut alors dans cette classe les terrains correspondant à des bâtiments déjà rasés.

Ci-dessous, le tableau récapitulatif de ces différents niveaux d'avancement de la réhabilitation et de l'occupation, accompagnés d'exemples de bâtis associés qui ont été observés durant le travail de terrain.

Tableau 6 : Avancement du processus de reconstruction de la zone d'étude avec exemples (photographies : S. Bouchenaki, 2023)

<i>Type</i>	<i>Description du stade de réhabilitation</i>	<i>Exemple</i>
R1	Réhabilitation totale du bâtiment (ou non endommagé), bon état, occupé	
R2	Bâtiment abîmé (non détruit) sans réparation en cours mais occupé	
R3	Réparation légère en cours, bâtiment (ré) occupé	
R4	Bâtiment (peu) abîmé, sans réparation et non occupé	

R5	Réparation lourde en cours, bâtiment non occupé	
R6	Bâtiment partiellement détruit, sans réparation ni occupation	
R7	Bâtiment non réparable, destruction majeure et contamination, démolition à venir ou déjà réalisée	

Il est intéressant de noter que lors des premières journées de terrain, cette grille ci-dessus était différente. Les types « R2 » et « R4 » n'existaient pas et ont été rajoutés par la suite. En effet, certains bâtis n'entraient dans aucune catégorie et leur existence n'avait pas été envisagée. Cela concerne notamment les stades de réhabilitation où un endommagement est constatable mais que rien ne semble être en cours pour y remédier.

Puisque cette grille prend en compte la réoccupation des logements, nous constatons que tous ne sont pas occupés. Les habitants sont par conséquent relogés, de manière soit temporaire soit permanente. C'est pour cette raison que s'est imposée la réalisation des grilles suivantes.

Pour représenter cartographiquement ces résultats, nous attribuerons à chaque type une couleur. Il a été choisi de différencier par la couleur le bâti occupé de celui qui ne l'est pas. Ainsi, nous irons du vert foncé au vert clair entre « R1 » et « R3 » puis nous

opterons pour des tons rouges pour le reste, avec le type « R7 » correspondant au rouge le plus sombre.

2.4.3. Grilles de réurbanisation permanente et temporaire

Les deux dernières grilles que nous allons évoquer s'intéressent aux solutions de relogement des victimes des inondations. Celles-ci peuvent être temporaires ou permanentes. Nous parlerons plutôt de réurbanisation que de relogement ou de réoccupation car de nombreux commerces ou infrastructures publiques sont également temporaires ou permanents et occupent le territoire mais ne sont pas forcément habités ou ne sont pas encore prêts à l'être.

Nous avons tout d'abord construit une grille (tableau 7) prenant en compte les différents types de réurbanisation temporaire. Il s'agit alors de structures non-implantées dans le sol mais déposées et pour la plupart déplaçables. Trois types se différencient et sont nommés de « T1 » à « T3 » avec l'usage de la lettre « T » pour temporaire. Ces classes se différencient ainsi :

-T1 : Ce premier type contient les habitats temporaires qui apportent une certaine stabilité aux occupants puisqu'organisés tels un « chez soi ». En effet, nous y retrouvons principalement différents types de « tiny houses ». Nous comptons ici également les camping-cars et mobil-homes.

-T2 : Ce second type répertorie les conteneurs habités. Ils sont classifiés séparément puisqu'ils constituent une forme d'habitat temporaire qui n'a pas le même confort que le type précédent.

-T3 : Nous regroupons ici les installations temporaires qui sont occupées en journée mais non habitées. Il s'agit le plus souvent de conteneurs mais nous y incluons aussi différents chapiteaux associatifs.

Tableau 7 : Typologie de réurbanisation temporaire avec exemples (photographies : S. Bouchenaki, 2023)

<i>Type</i>	<i>Description des lieux de relocalisation</i>	<i>Exemple</i>
T1	« Tiny house » habitée	

T2	Conteneur habité	
T3	Conteneurs ou chapiteaux aménagés : occupés en journée par des services publics/associatifs ou commerces, non habités	

Ce tableau ne correspond pas à la première version puisque quelques changements ont été faits suite aux observations de terrain. Il a en effet été constaté la grande différence de confort et d'intimité entre les conteneurs et les tiny houses. De plus, les conteneurs semblent installés pour des durées plus courtes. Ces derniers sont parfois même prévus pour de la location à la nuitée, tandis que les tiny houses sont occupées sur un temps relativement long par une même famille ou couple.

De plus, nous ne différencions pas au départ l'usage des constructions temporaires (habitées ou non). L'utilisation étant très différente dans le cas d'un conteneur aménagé pour y vivre et un conteneur occupé par des services administratifs, nous avons créé une distinction amenant à « T2 » et « T3 ».

Dans un second temps, nous avons conçu une typologie concernant la réurbanisation permanente (tableau 8). Il a été constaté lors du travail de terrain qu'il existait des constructions qui n'apparaissaient pas sur nos plans. En effet, celles-ci semblaient trop récentes pour que nos données de référence (couche « bâti » d'OSM) les prennent en compte. Bien que rares, il a fallu les insérer dans une nouvelle grille puisqu'il s'agit de bâtisses n'entrant pas dans la catégorie précédente (tableau 7). On distingue alors deux types de réurbanisations permanentes que l'on nomme « P1 » et « P2 » (avec la lettre P pour permanent) :

-P1 : Le bâti est neuf et en parfait état. Il se différencie du bâti non endommagé car on y repère des marques d'une construction récente : panneaux publicitaires des entreprises, terrain encore ratissé et sans jardin, certains emballages neufs, parfois encore du

matériel de travaux sur le côté, globalement des maisons « vierges » sans décoration et sans marque de vie.

-P2 : Début de bâtisse où l'on voit la structure en train d'apparaître. Nous observons souvent des ouvriers sur place qui procèdent à la construction.

Tableau 8 : Typologie de réurbanisation permanente avec exemples (photographies : S. Bouchenaki, 2023)

Type	Avancement de la réurbanisation	Exemple
P1	Maison ou bâtiment nouvellement construit et habité	
P2	Maison ou bâtiment en cours de construction, non habité	

Ces constructions se trouvent à des endroits où il n'y avait initialement pas de bâti, ce qui a permis de les repérer. Cependant, il existe de nombreuses nouvelles constructions correspondantes à de la reconstruction à la suite d'endommagement très important. Celles-ci ne sont donc pas comptabilisées ici puisqu'elles entrent dans le tableau de réhabilitation.

Afin de cartographier les différentes formes de réurbanisation, nous avons procédé à de la digitalisation. Nous avons dessiné les polygones correspondant aux logements temporaires ou permanents repérés sur le terrain. A l'échelle du village entier, ces logements ne sont pas très visibles si l'on n'agrandit pas la carte. Ainsi, il a été décidé de représenter ces derniers à l'aide de mailles. Cela permet de représenter des données présentes en petite quantité pour qu'elles ressortent clairement. Pour cela, nous avons extrait les points dans la surface de chaque bâti. Ainsi ces derniers sont comptés ponctuellement sans l'être plusieurs fois au sein d'une même maille.

3. Résultats

Dans cette dernière partie, nous exposerons les résultats construits à partir des observations faites lors de la phase de terrain.

3.1. Trajectoire de vulnérabilité de la vallée : le processus de construction du risque

La mise en application de la méthodologie évoquée précédemment permettra de retracer la trajectoire de vulnérabilité de la vallée à travers le temps.

3.1.1. Evolution de l'urbanisation depuis les années 50

À travers l'étude de différentes images aériennes, nous pouvons retracer l'évolution de l'urbanisation sur la zone délimitée par ces images. Il s'agit de la commune de Dernau, et du lieu-dit de Marienthal qui y est rattaché. Selon les données trouvées, l'observation peut se faire sur les 70 dernières années.

Pour cela, nous nous intéressons principalement à la notion de lit majeur. Ce dernier désigne la zone inondable en cas de crue et est aussi appelé plaine inondable. La quasi-totalité du village est concernée par cette situation. En effet, comme le montre la carte des zones inondables établie en 2020 (figure 7), les crues les plus importantes s'étendent jusqu'au cœur du village. Cette extension a été dépassée en 2021. Ainsi, seule la rue la plus à l'extérieur du village, en flan de vignobles, ne serait pas dans le lit majeur, étant donné la topographie avec une différence d'altitude progressive.

A partir de la figure 13, nous observerons l'ancienneté de l'existence du bâti, qui est représentée en couleur. Cela permettra d'étudier l'évolution de la vulnérabilité au cours du temps. Ainsi, plus le bâti est de couleur foncée, plus sa présence est ancienne. Nous constatons alors que le cœur du village est présent déjà en 1953. Celui-ci pourrait même être très ancien puisque « la plupart des fondations des villes de la région ont eu lieu à l'époque médiévale »¹⁵ (Roggenkamp et Herget, 2014). Nous observons notamment qu'au cœur du village, certaines bâtisses sont inchangées sur des images d'époques différentes, notamment celles liées à la production viticole. Ainsi, les constructions en zone inondable existaient déjà, dont certaines très proches du lit mineur de l'Ahr, bien que des événements majeurs se soient produits auparavant.

¹⁵ Traduit de l'anglais

Une densification importante est constatable entre les années 1953 et 1984. Elle a eu lieu en grande partie sur les axes les plus éloignés du cours d'eau qui constituent la limite du lit majeur et qui ne sont donc pas très à risque.

Par la suite, la densification s'est poursuivie jusqu'en 2003, période à laquelle toutes les rues sont bordées de constructions, tant bien les axes extérieurs que ceux au cœur du village, mais aussi les berges du cours d'eau.

Enfin, il y eut relativement peu de nouvelles constructions de 2003 à 2021. Le village semble sensiblement identique en termes d'extension qu'à la fin du siècle dernier.

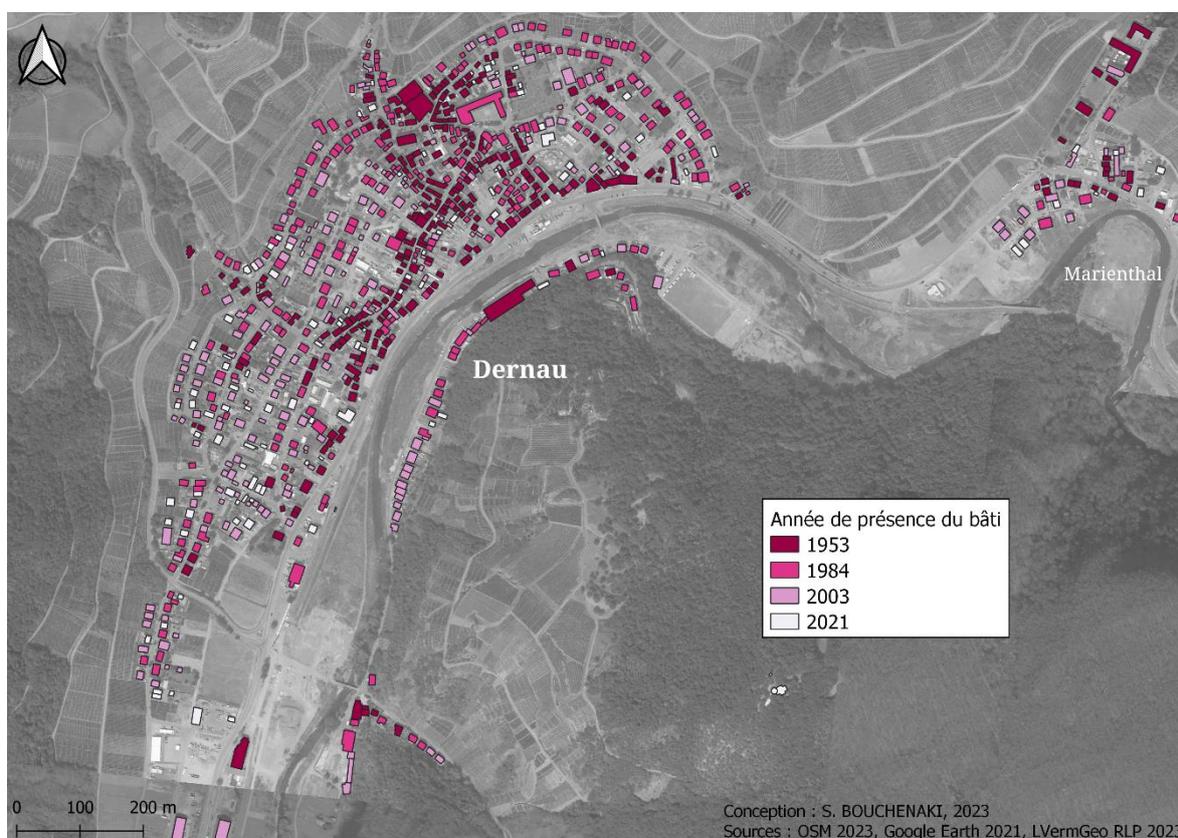


Figure 13 : Développement de l'urbanisation du bâti à Dernaü au cours des 70 dernières années

Il existe cependant une limite dans la prise en compte de ces résultats. En effet, lors de l'analyse, s'il a existé par le passé un bâtiment à un emplacement également bâti aujourd'hui, nous considérons l'espace comme urbanisé, même si la fondation n'a pas la même forme et a donc changé au cours du temps. Celle-ci peut donc avoir été déconstruite puis reconstruite bien plus tard, mais nous n'avons pas d'informations à ce sujet. Nous faisons le choix de prendre cela en compte car cela démontre que l'urbanisation, en général, est ancienne.

Ainsi, bien que des données précises n'aient pas été trouvées à ce sujet, ces résultats sont à mettre en relation avec l'accroissement de la population après les années 50 et l'attrait pour les villages de la vallée de l'Ahr, qui procurent un cadre de vie agréable. Par la suite, l'évolution de la population a ralenti et s'est parfois même inversée, avec -0,5 % entre 2015 et 2020 (AdminStat Germania, 2020). De manière générale, il est observé une stagnation de la quantité d'habitants dans l'arrondissement d'Ahrweiler entre 1995 et 2021 (Statista, 2023). Ainsi, il y aurait eu une augmentation importante de la population au siècle dernier menant à une densification du bâti associé. Cette période est suivie d'une inertie qui confirme l'observation faite à partir de la figure 13.

Pour la ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler, contrairement à Dernau, l'urbanisation semble d'autant plus être avérée pour les décennies récentes puisque depuis 1990 la ville compterait 2565 habitants supplémentaires (Kreisverwaltung Ahrweiler, 2021).

3.1.2. Densification des enjeux en zones inondables

Ainsi, un nombre d'habitants grandissant nécessite des infrastructures et des logements adaptés. Pour cela, nous avons évoqué la densification des communes. Mais celle-ci se fait malheureusement régulièrement en zones inondables.

Bien que l'étude soit ici concentrée sur Dernau puisque la ville voisine de Bad Neuenahr-Ahrweiler est trop étendue et dense pour réaliser un travail aussi minutieux, cette carte (figure 14) ancienne de Neuenahr permet de visualiser une partie de l'urbanisation de la ville au début du siècle dernier. Celle-ci laisse supposer que le phénomène de densification des enjeux en zones inondables existe bien dans cette partie de la vallée de l'Ahr. En effet, la carte de 1903 montre un cœur de ville développé mais des rives encore pour beaucoup épargnées.

Cependant, à l'heure actuelle, les rives sont entièrement urbanisées et se dotent de nombreux hôtels, centres médicaux, immeubles d'habitat collectif et maisons. Nous ne connaissons pas la période exacte de cette densification mais au vu de l'étude réalisée sur la commune de Dernau, nous supposons que cela était bien entamé déjà entre les années 50 et 80, ceci correspondant à une

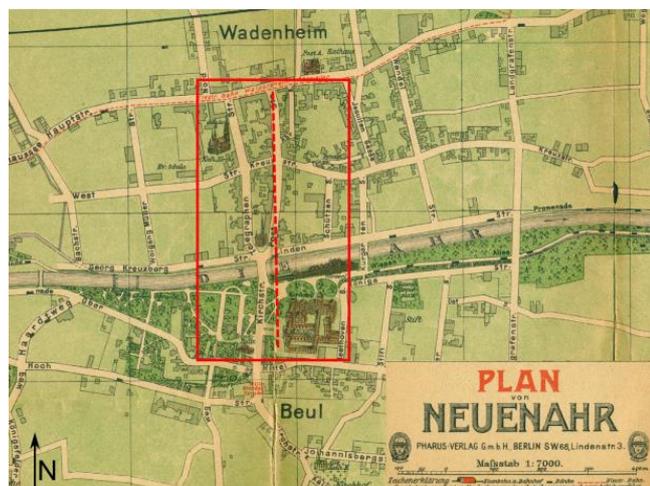


Figure 14 : Plan de Neuenahr (désormais Bad Neuenahr) en 1903 (extrait de Roggenkamp et Herget, 2014)

période de forte évolution d'après-guerre. Il semblerait alors que la présence du risque inondation n'ait pas vraiment été prise en compte.

Cela peut alors être mis en lien avec la notion de construction du risque. Rappelons à ce sujet que, sans enjeux, il n'y a pas de risque. Ainsi, sans construction en zone inondable, il n'y a pas de risque inondation au sens courant puisque l'eau ne détruirait rien et ne nuirait pas à la vie humaine. Cependant, cela se produit lorsque l'eau n'a pas d'autre choix que de s'étendre, en cas de crue, dans une zone urbanisée. De plus, du point de vue du phénomène en lui-même, l'urbanisation a tendance à amplifier le phénomène de crue puisqu'elle implique l'imperméabilisation des sols et donc un mauvais écoulement des eaux. Cela se confirme notamment à Dernau avec l'augmentation de surfaces urbanisées (figure 15).

Ainsi, nous considérons qu'il y eut au cours du temps, au sein de la vallée de l'Ahr un processus de construction du risque. Il a été choisi de construire tous types de fondations sur les bords du cours d'eau, alors même que différentes crues avaient déjà été recensées. En 1804 et en 1910 notamment, de nombreux décès furent recensés (cf 1.1.2). De ce fait, les acteurs du territoire ne pouvaient pas entièrement ignorer les faits, mais ont pourtant laissé le processus d'urbanisation se poursuivre.

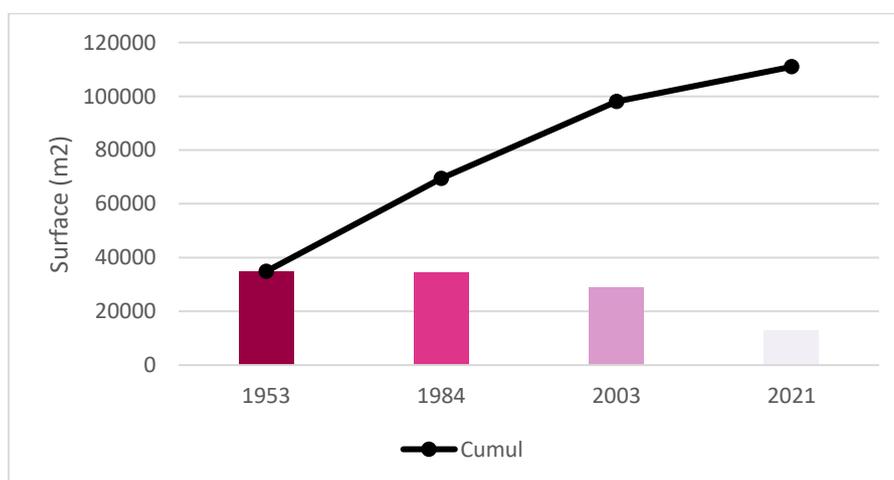


Figure 15 : Evolution de la surface urbanisée et cumul sur 70 ans à Dernau (S. Bouchenaki, 2023)

Quelques dynamiques contraires sont toutefois observées. En effet, sur l'image aérienne de 1984, nous observons un groupement de maisons très près de l'Ahr, dans son lit moyen. Pourtant il n'existe en 2021 plus aucune traces de celles-ci. Il y aurait eu alors peut-être eu une prise de conscience du risque à cet endroit précis étant donné son positionnement.

3.2. Etat de la reconstruction à travers le niveau de dommage comparé entre 2021 et 2023

La crue de l'Ahr du 14 au 15 juillet 2021 a été, comme nous l'évoquions dans le premier chapitre, dévastatrice en termes de vies humaines mais aussi du point de vue des dégâts matériels. Ceux-ci concernent notamment le bâti et principalement les habitations. Il y aurait effectivement plus de 3000 constructions endommagées le long de l'Ahr, soit plus de 70 % de celles-ci (Blasi, 2022).

Afin d'étudier cela, nous allons réaliser une étude comparative du niveau d'endommagement en juillet 2021 et en février/mars 2023. Cela entre dans l'objectif initial d'étudier l'état de la reconstruction actuelle, puisque nous pourrions déduire de nos observations les endroits où des travaux ont déjà eu lieu.

Comme l'étude qui suit est construite à partir d'observations après que les faits se soient produits, nous ne parlerons pas d'endommagement. Pour cela il faudrait étudier la différence sur le bâti entre avant et après la crue. Ici, il sera donc comparé l'endommagement immédiatement après l'inondation à l'état des lieux plus d'un an et demi plus tard. La présence d'une évolution entre ces deux dates implique des travaux. Nous parlerons alors d'état de la reconstruction.

Nous noterons également l'importance de la temporalité des observations sur le terrain. En effet, puisque les travaux se font petit à petit, l'état d'endommagement peut potentiellement évoluer rapidement. De ce fait, l'évaluation de l'état actuel de la réhabilitation des bâtiments est bien à replacer dans son contexte temporel. Concernant les données obtenues à partir des images de 2021, il faut considérer une marge d'erreur relativement importante due à la qualité de ces données. Cependant, celles-ci permettent de regarder toutes les faces d'un bâtiment, tandis que les observations de terrain de 2023 ne permettent de voir que les côtés rue.

Des observations tant sur les images 3D que sur le terrain découlent en premier lieu des remarques d'ordre général. Tout d'abord, l'Ahr semble s'être plus étalée en rive gauche. En effet, le bâti est globalement plus abimé à gauche qu'à droite. Ceci paraît cohérent puisque la rive droite est bordée d'un versant abrupt alors que la rive gauche est une grande plaine. Ce genre de ressenti visuel ne transparait pas sur les cartes puisque les niveaux de dommages ne sont pas assez fins.

Ensuite, la figure 17 détaille la répartition des niveaux d'endommagement en juillet 2021. Cela correspond donc aux dommages directement engendrés par le passage de la crue

puisque les images 3D ont été récoltées cinq jours après les faits. Les quatre niveaux de dommages sont existants, mais le quatrième est peu présent.

En effet, le D4 correspond à la destruction complète ou à un état ne permettant pas la réhabilitation et donc voué à une future destruction. Cependant, à partir des images de 2021, nous ne plaçons dans cette catégorie que les bâtiments détruits par la crue. Ces destructions ont alors été faites directement par le passage de la crue. Le travail de terrain a permis de constater un autre phénomène, à savoir la destruction volontaire de certaines constructions après la catastrophe (réhabilitation trop compliquée ou trop coûteuse). Ces bâtiments étant également classifiés D4, cela explique l'apparente augmentation entre 2021 et 2023 visible sur la figure 16.b.

Nous observons en 2021 une majorité de bâtis classifiés en D2 (figure 16.a). Il s'agit effectivement de la classe regroupant le plus de dommages puisqu'elle n'inclut pas de destructions des structures mais toutes autres traces d'endommagement. De plus, les dégâts sur les bâtis classés D2 d'après les images de 2021 sont souvent plus prononcés que sur ceux classés D2 en 2023. Ces derniers se constituent parfois juste de marques sur les murs alors que l'on trouve en 2021 encore de nombreuses fenêtres brisées, mais la catégorie est large et les observations pas assez précises pour les différencier. Il y a, en 2021, également une proportion importante de D3, notamment dans les zones les plus proches de l'Ahr. Cela s'explique par un phénomène de destruction de surface, c'est-à-dire que beaucoup d'éléments tels que les terrasses ou balcons ont été arrachés.

À travers la comparaison des deux cartes (figures 17 et 18), nous pouvons déduire spatialement les avancements de la reconstruction. Tout d'abord, puisque l'on observe en 2021 beaucoup de D3 en bord de cours d'eau puis une grande majorité de D2 dans le village et du D1 quasiment uniquement dans la zone épargnée par les eaux, l'intensité des dégâts semble dépendante des hauteurs d'eau. En effet, en allant en direction des vignobles, la hauteur d'eau fût moins importante puisque la distance au cours d'eau est relativement importante et que le sol est en légère pente. Cela se confirme aussi par le fait qu'en 2021, les dégâts semblent être plus étendus qu'en 2023. Cependant en 2023, la répartition spatiale des dommages est bien moins évidente puisqu'on trouve parfois des D1 au bord de l'eau et des D4 plus loin dans les terres (figure 18). Cela peut s'expliquer par les travaux de reconstruction qui sont en cours mais qui n'avancent pas de manière linéaire.

En comparant en détail les figures 17 et 18, nous pouvons par exemple constater que des bâtis classifiés en D3 en 2021 le sont en D2 en 2023. Ceux-ci ont donc été concernés par des travaux de réhabilitation mais cela n'est pas terminé puisque des

marques du passage de la crue sont toujours visibles. De la même manière, nous ne trouvons pas de D1 à proximité de l'eau en 2021, puisque les données sont trop récentes pour qu'il y ait eu des travaux et qu'au vu de l'intensité de l'évènement il ne pouvait pas y avoir de bâti épargné sur les berges de l'Ahr. Il est constaté sur le terrain à ce sujet que les habitations classées en D1 en 2023 sont très souvent de très grandes maisons qui correspondent à un niveau de vie élevé d'après leurs équipements. Nous supposons alors que le bâti en D1 comme celui qui se trouve à proximité de l'Ahr et dont la réhabilitation a déjà eu lieu appartient à des propriétaires ayant un budget leur permettant d'avancer les frais de réparations (cf 3.3.2.). De plus, il est plus avantageux pour les artisans de s'engager sur un grand chantier que sur des travaux de moindre importance. En dehors de ces maisons-là, la majorité du bâti classé en D1 se trouve relativement loin du cours d'eau et nous estimons dans ce cas qu'il est déjà réparé car les dommages furent minimes (réparations rapides et peu coûteuses).

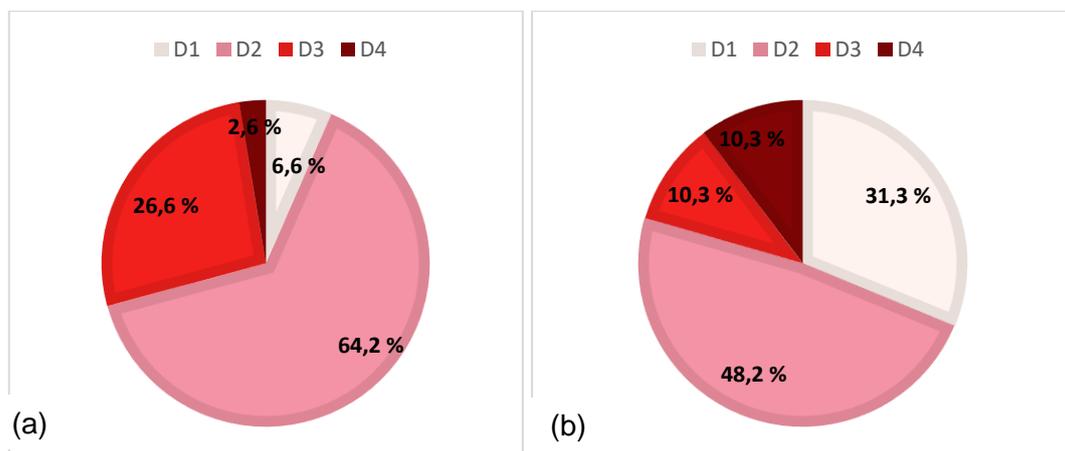


Figure 16 : Répartition du niveau d'endommagement du bâti dans la zone inondée de Dernau en 2021 (a) et en 2023 (b) (S. Bouchenaki, 2023)

Toutefois, certaines anomalies sont constatées. En effet, nous trouvons différents bâtiments classifiés D2 en 2021 puis D3 en 2023. Bien qu'il y ait d'une part des biais en lien avec la qualité des données en 3D, nous supposons que les travaux en cours biaisent la perception des dégâts lors des phases de terrain.

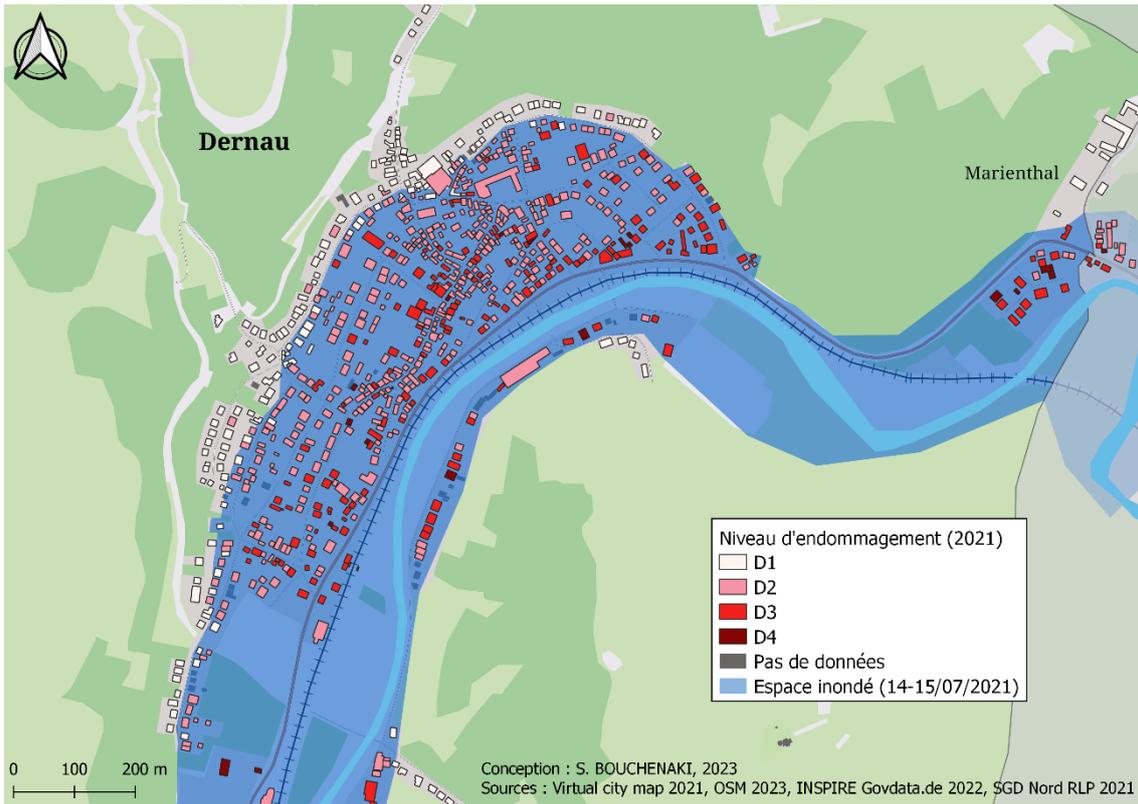


Figure 17 : Etat d'endommagement du bâti à Derna en juillet 2021

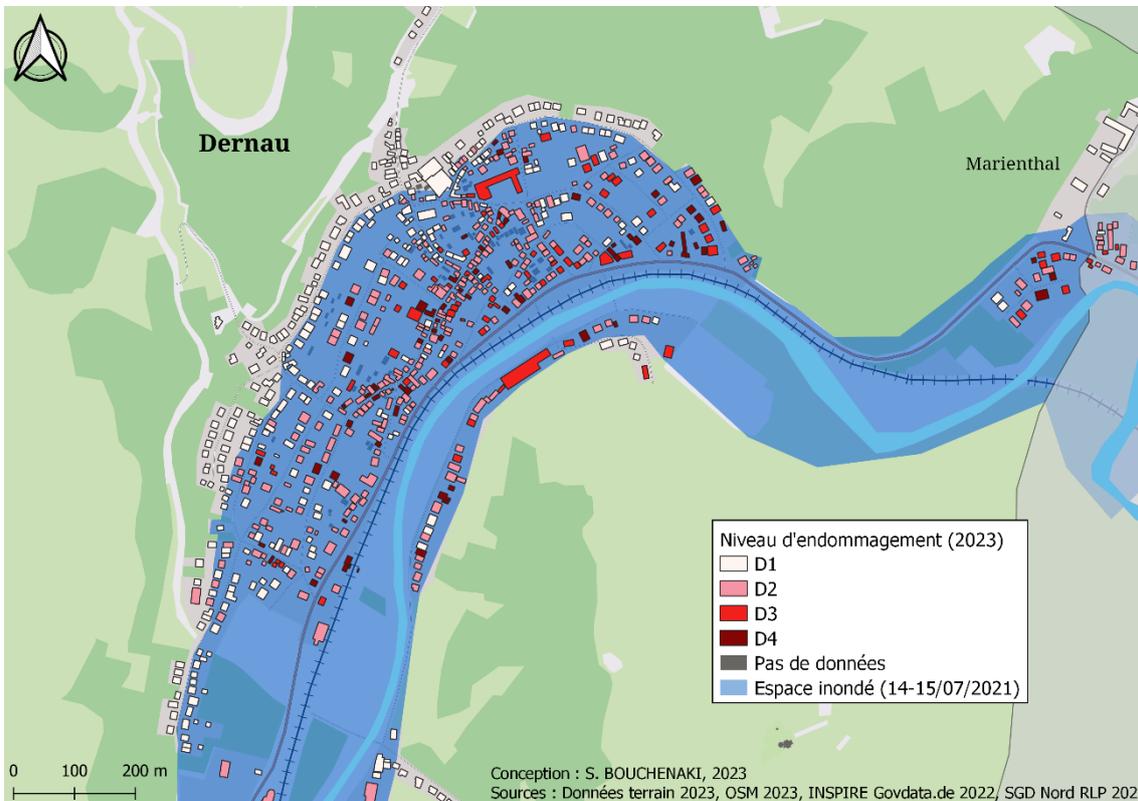


Figure 18 : Etat d'endommagement du bâti à Derna en février/mars 2023

Après avoir déduit de l'endommagement que la reconstruction est en cours, nous allons voir dans le détail où se situe son avancement et ce qui est réalisé.

3.3. Avancement de la réhabilitation

Nous parlerons ici de réhabilitation plutôt que de reconstruction car, la destruction n'ayant pas été totale dans la majorité des cas, il n'y a que peu de nécessité de reconstruire en partant de zéro.

3.3.1. Organisation majoritairement individuelle

A partir des observations de terrain, la figure 19 a été réalisée pour représenter les stades d'avancement de la réhabilitation à Dernau. Les sept classes sont représentées mais toutes ne le sont pas dans les mêmes proportions.

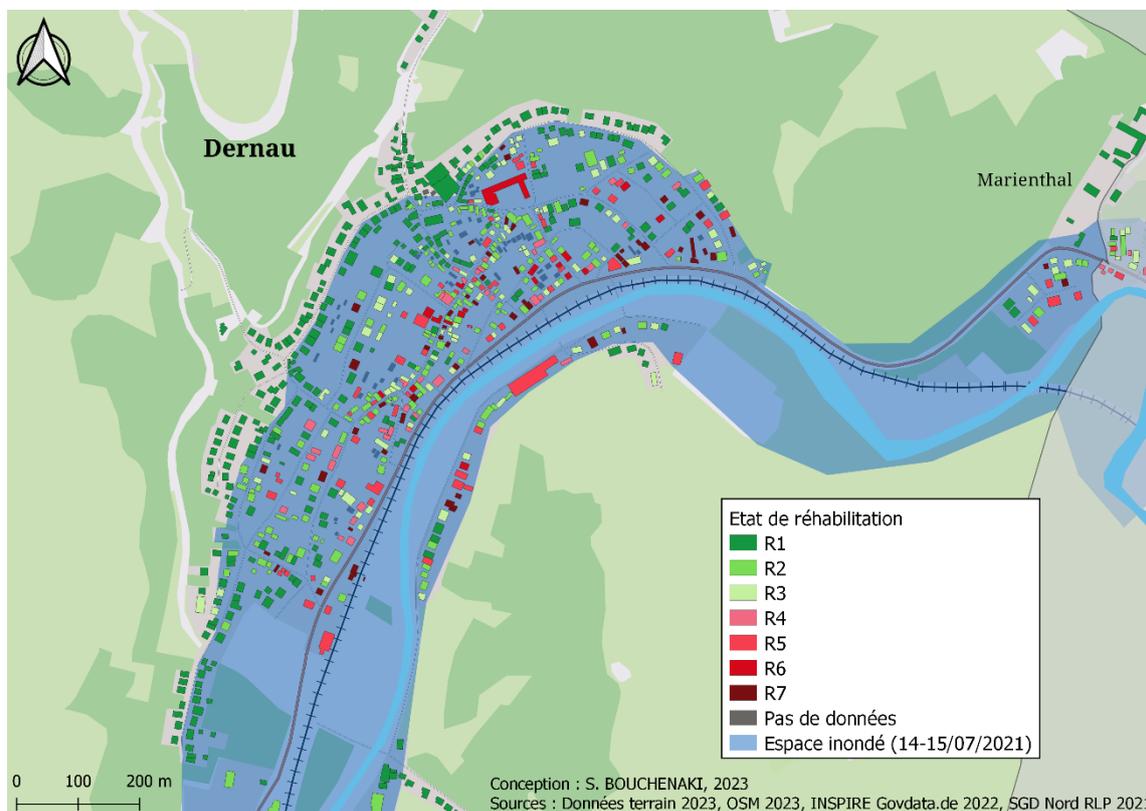


Figure 19 : Etat d'avancement de la réhabilitation à Dernau en février/mars 2023

Nous trouvons en effet une majorité de R1, 32 % selon la figure 20, correspondant à une absence de réhabilitation lorsque le bâti n'en a pas besoin. Cela confirme à nouveau l'importance de la temporalité car ces bâtis peuvent avoir changé d'état il y a peu. Nous avons, à ce sujet, constaté que les réparations viennent parfois d'être réalisées. Pour ce qui est des parties les plus éloignées du cours d'eau mais toujours dans la zone inondée, les R1 correspondent souvent aux bâtis classés en D1 en 2023. Ici on ne prend pas en compte le bâti du village situé en espace non inondé (figure 19). Cela enlève finalement

beaucoup de constructions ayant été diagnostiquées R1 (139 maisons en R1 dans l'espace non-inondé). Nous avons fait le choix de ne pas les prendre en compte ici pour éviter un biais de l'analyse.

Nous trouvons ensuite 26 % de R2 (figure 20). Cette classe, tout comme la D2, est large et regroupe de nombreux bâtis. Elle montre que les dégâts sont globalement toujours visibles mais qu'une majeure partie de la population est à nouveau dans son habitat. Notre analyse prend en compte l'état occupé ou non du bâti en février/mars 2023, mais n'indique pas s'il a été pendant un certain temps inoccupé ou non auparavant. Dans le cas de la présence de réparations légères par exemple (R3), nous estimons qu'elles ont pu être précédées de réparations plus lourdes (R5) qui auraient temporairement empêché l'occupation. Ainsi, 27 % des bâtis (en additionnant les pourcentages des classes de R4 à R7 d'après la figure 20) ne sont à ce jour toujours pas réoccupés. Sont comptés comme occupés les bâtis dans lesquels se trouve de la vie aux étages supérieurs, bien que le rez-de-chaussée ne soit souvent pas réhabilité.

Concernant les réparations, elles sont en cours sur environ 25 % du bâti (R3 + R5 sur figure 20). Parmi ceux-ci, 10 % subissent encore des réparations lourdes qui ne permettent pas l'occupation simultanément. Les bâtiments abimés ou détruits mais sans réparation représentent une petite minorité (R4 et R6).

La 7^{ème} catégorie correspond à une destruction totale causée directement ou indirectement, qui est déjà réalisée ou à venir. Cela signifie que les bâtis de ce type marquent fortement le territoire car ils représentent 8 % de l'espace construit en zone inondée à Dernau (figure 20). Cependant, nous remarquons souvent que les maisons accolées à des dépendances présentaient un avancement de la réhabilitation plus développé que celui de leur annexe. En effet, le bâti en R7 correspond parfois à des dépendances anciennement occupées. Ainsi, nous supposons que dans l'urgence de la réhabilitation, les travaux se concentrent sur les parties les plus importantes et tout ce qui est secondaire est pour l'instant négligé. De plus, concernant ces annexes, elles ne sont pas toujours occupées. Or la reconstruction doit, pour le moment, se focaliser sur le relogement de la population.

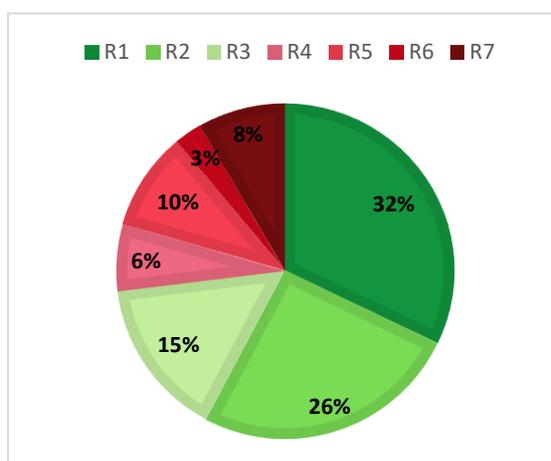


Figure 20 : Répartition du niveau d'avancement de la réhabilitation dans la zone inondée de Dernau (S. Bouchenaki, 2023)

Pour ce qui est des rangs de maisons les plus proches de l'Ahr, nous observons sur la figure 19 une majorité de situations extrêmes. En effet, nous retrouvons de nombreux bâtis détruits ou rasés mais aussi beaucoup de constructions qui semblent refaites à neuf. Nous supposons donc que celles dans un mauvais état sont à l'abandon, temporairement ou non. Ainsi, le bâti qui n'est pas à l'abandon et se situant sur les bords du cours d'eau, et ayant donc été très touché, est réparé en priorité. Cela s'explique probablement car celui-ci n'était autrement pas du tout occupable en son état peu de temps après les faits.

Ainsi, bien que la réhabilitation soit partiellement en cours, la figure 19 ne montre pas de réelle homogénéité ni dynamique spatiale de la reconstruction. En effet, dans des espaces très rapprochés, nous observons des bâtiments dans des états très différents (par exemple sur la rue principale du village, le long de l'Ahr, plusieurs maisons R7 mais aussi des R2 et R1). C'est pourquoi nous déduisons que la réhabilitation des biens privés, tels que les habitations, s'organise individuellement à l'échelle de chaque propriétaire sans aucun sens de progression général. Chacun semble s'occuper personnellement de trouver la main d'œuvre et le matériel nécessaire, et la réhabilitation ne paraît donc pas répondre à une logistique globale de mise en œuvre de moyens. L'idée selon laquelle les habitations les plus touchées, car en bord du cours d'eau, devraient être mises en travaux au plus vite n'est donc pas vérifiée, et nous constatons que pour une part importante de ces bâtiments la réhabilitation ne semble pas avoir commencé.

Puisque nous n'observons pas de dynamique spatiale, cette organisation individuelle de la réhabilitation doit s'expliquer autrement. Il existe en effet des dynamiques financières mais aussi sociales.

3.3.2. Le financement comme frein à la reconstruction

Dans le même esprit que l'organisation individuelle évoquée ci-dessus, l'avancement de la réhabilitation dépend souvent du budget de chaque propriétaire de biens endommagés. À travers les différents échanges tant avec des particuliers qu'avec des acteurs de la reconstruction, nous avons découvert que l'aspect financier semble être la bête noire de la remise sur pied de la vallée à la suite de la crise.

En effet, contrairement au système français, rien n'oblige les résidents allemands à assurer leurs habitations ou leurs biens. Ainsi, à la suite d'un événement tel que celui étudié, des solutions de financement ont dû être envisagées. L'état de RLP a mis en place un système de compensation du coût des dégâts. Les personnes touchées par les

inondations de juillet 2021 peuvent alors demander une prise en charge financière pour les dommages et ont jusqu'au 30 juin 2026 pour en faire la demande, qu'ils soient propriétaires ou locataires (ISB, 2021).

Ce système de prise en charge a été établi selon deux fonctionnements différents : l'un pour les ménages et l'autre pour les bâtiments privés, appartenant à des associations par exemple. Il est dit qu'environ 80 % des « coûts éligibles des dommages »¹⁶ (ISB, 2021) sont pris en compte, mais il y a en réalité des plafonds fixes pour les ménages.

Pour ceux-ci, le financement se fait par forfait. Le ménage touche jusqu'à 13 000 euros s'il se compose d'une seule personne, puis il y a 8500 euros supplémentaires pour une deuxième personne. A partir du troisième membre, ce n'est que 3500 euros de plus (ISB, 2021). Toutefois, si les dommages estimés sont inférieurs aux forfaits, la personne ne touche que le montant nécessaire à la réhabilitation. En revanche, si le coût des dommages est supérieur aux sommes prévues, ce qui est le cas pour la grande majorité des habitations, le forfait reste identique et sans compensation. Ce forfait est, d'après Thomas K., délivré en plusieurs fois, avec un premier versement de 3500 euros. Cela correspond pour l'instant à la totalité de la somme qu'il a perçue, un an et demi après les faits.

Pour les autres bâtiments privés, il semblerait que les dommages soient mieux pris en charge puisque dans ce cas il y a expertise. 80 % de leur coût est alors financé. Nous n'avons cependant pas d'information sur ce qui entre dans les coûts « éligibles ». Il existe de plus une exception qui bénéficierait d'un meilleur remboursement (jusqu'à 100 %). Il s'agit des « communautés religieuses ayant la forme juridique d'une collectivité de droit public »¹⁶ (ISB, 2021).

L'aide financière reste donc très insuffisante, surtout pour les ménages. Ce montant ne permet pas de financer les travaux importants. En effet, le simple fait de « faire venir une entreprise pour faire sortir toute la boue de chez moi a coûté plus de 3500 euros »¹⁶ (d'après les dires de Thomas K.). Pour ce qui est du reste, il utilise ses économies et fait appel à des amis pour refaire l'isolation et remeubler sa maison.

En outre, il existe désormais dans la vallée une dure loi de l'offre et de la demande. Les artisans sont très sollicités. Les délais sont longs pour obtenir le matériel et les divers matériaux de construction. De ce fait, les prix ont beaucoup augmenté et seraient plus chers que dans le reste de l'Allemagne. Par exemple, pour le ciment ou les fenêtres, les prix ont été multipliés par quatre selon Thomas K. Les habitants sont alors d'autant plus

¹⁶ Traduit de l'allemand

en difficulté pour effectuer leurs travaux qu'ils doivent financer pour la plus grande part par leurs propres moyens.

Pour pallier les coûts, une initiative citoyenne a été initiée par deux habitants de Dernau, dont Thomas K. Il s'agit des « maisons à cinq euros »¹⁷. Il s'agit d'un projet de financement participatif. Cela a principalement été mis en place pour les maisons anciennes et traditionnelles (à colombages) dans l'objectif qu'elles puissent être reconstruites à l'identique afin de préserver l'image du village. Le principe consiste à virer mensuellement la somme souhaitée pour ceux qui veulent contribuer à ce programme. Il est alors suggéré que celle-ci soit de cinq euros (ou plus) de manière à être accessible au plus grand nombre.

Cependant, les subventions sont globalement insuffisantes et les différentes initiatives, bien que de grande aide, ne permettent pas un financement pérenne et complet. Cela constitue alors un frein à la reconstruction puisque de nombreuses victimes n'ont pas les moyens d'entamer des travaux à leurs frais et sont donc dans l'attente. Ceci alimente l'impression d'habitat à l'abandon, évoquée précédemment.

Pour remédier aux manques financiers évoqués, différentes associations viennent alors en aide aux habitants dans le besoin.

3.3.3. Rôle majeur des associations

Parmi les nombreux acteurs participant à la réhabilitation, nous trouvons différents organismes. Ceux-ci ont des rôles multiples mais contribuent dans l'ensemble à l'accélération des travaux puisque la main d'œuvre est manquante et que les coûts de celle-ci sont excessifs. Les associations sont réparties tout au long de la vallée de l'Ahr. Elles s'y sont implantées pour la plupart à la suite des inondations de juillet 2021, mais certaines y étaient préexistantes, comme la Croix-Rouge à Bad Neuenahr-Ahrweiler. Nous allons détailler les missions des associations les plus actives. Des membres de celles-ci ont été rencontrés et nous ont communiqué la majorité des informations à ce sujet.

La première se nomme Dachzeltnomaden Hilfsorganisation (DZNH). L'association est née d'un élan de solidarité au sein d'un groupe d'amis quelques jours après les inondations. Ceux-ci ayant un style de vie de type nomade, ils s'installèrent avec leurs vans et tentes de toit dans la vallée de l'Ahr sur un camp qu'ils ont créé. Au bout d'un mois d'aide quotidienne aux sinistrés, Thilo et Dennis, les fondateurs, se sont

¹⁷ Traduit de l'allemand

rendus compte de la charge de travail qui les attendait. Ainsi, pour une meilleure organisation entre les actions et les bénévoles, ils fondèrent une société. Celle-ci a désormais le statut d'organisation non gouvernementale (ONG) qui compte 20 employés. Leur lieu de travail s'est déplacé au cours du temps, au rythme des accords avec les communes les accueillant. Le camp de l'organisme se situe désormais à Wiesbaum, à quelques dizaines de kilomètres de l'Ahr.

Concernant les volontaires rattachés à cet organisme, leur participation est simple. Il leur suffit de s'inscrire via la plateforme internet de DZNH pour une aide à la journée ou tout au long d'un week-end. L'ONG prend en charge le logement et les repas pour les volontaires au long des week-end de bénévolat. Au cours des semaines suivant les faits, il y eut jusqu'à 150 bénévoles à la journée. Il est rapporté qu'il y a désormais environ 40 personnes par jour. Ceux-ci ne viennent que du vendredi au dimanche. En effet, le régime de l'organisme a évolué au cours du temps puisqu'il s'agissait au début de sept jours par semaine d'aide sur le terrain. Aujourd'hui ce n'est plus que trois jours de terrain et deux de travail en bureau pour les employés.

L'organisme n'ayant pas été mandaté par l'état ou la région, il est indépendant et financé par les dons. Pour sa création, les fondateurs avaient récolté des fonds grâce à un évènement caritatif. Ils se sont par la suite fait connaître sur les réseaux sociaux et via le bouche-à-oreille dans la vallée, ce qui leur a permis de recevoir de nombreux dons. L'ONG a cumulé environ 2 millions d'euros à ce jour, dont 1 million qui fût récolté en 6 mois juste après les faits lors du mouvement de solidarité générale. Parmi ces bénéfices, les deux tiers des sommes récoltées sont des dons directs, tandis que le tiers restant est retransmis par l'organisme Aktion Deutschland Hilft qui centralise de nombreux dons et les redistribue aux organisations sur le terrain, à condition que celles-ci soient en mesure de prouver qu'elles en font bon usage. L'argent obtenu sert notamment à acquérir du matériel pour les travaux. Toutefois, une grande part de celui-ci est également obtenu par le biais de dons matériels. En effet, l'ONG a atteint une notoriété importante sur l'internet. Ainsi, elle partageait des listes de souhaits qui permettaient aux différents acteurs de faire parvenir des dons en nature.

La mission principale de DZNH est de « sauver les maisons »¹⁸. Cela a donc commencé par les vider en enlevant le mobilier, les déchets, et surtout l'épaisse couche de limons dans les jours suivants les inondations. Il faut ensuite enlever le crépis des murs pour que ceux-ci puissent sécher et ne pas développer de moisissures qui contamineraient les maisons en les rendant inhabitables (figure 21). Ce processus est long, car pour enlever la couche superficielle des murs il faut un marteau perforateur dont l'embout fait environ cinq centimètres de large : pour un pan de mur d'environ trois mètres l'opération dure de nombreuses heures. Par exemple, il a fallu deux journées complètes à 80 bénévoles, dans une même grande maison, pour enlever le crépi de celle-ci. L'objectif est donc de faire cela au plus vite pour assurer la sauvegarde d'un maximum d'habitats. Dans le cas où ceux-ci sont situés dans une zone désormais classée comme non-constructible, l'association s'occupe de la séparation de tous les types de matériaux qui les composent avant leur démolition, pour réduire les coûts de cette dernière étape. DZNH ne procède cependant pas aux travaux de réhabilitation ou à la reconstruction car les volontaires ne constituent pas une main d'œuvre qualifiée.



Figure 21 : Photographie de bénévoles de DZNH en pleine action au sein d'une maison de Dernau (source : publication sur Instagram par @dzn.hilfsorganization)

Afin de bénéficier de ces services, les victimes de la crue du 14 au 15 juillet 2021 peuvent se signaler sur le site de l'ONG qui interviendra directement chez les personnes dans le besoin sous les meilleurs délais. Cependant, lorsque l'organisation n'était pas encore autant développée, les bénévoles se faisaient interpeler dans la rue par des personnes dans le besoin. L'accès à l'aide se faisait de manière chaotique et spontanée. Par la suite, les réseaux sociaux se sont développés rapidement et des notices informatives ont été distribuées aux habitants afin de faire connaître cette infrastructure.

La seconde association rencontrée se nomme Johanniter. Il s'agit-là d'une ONG nationale préexistante aux événements étudiés mais dont une nouvelle antenne a été créée dans ce contexte. En effet, une base a été mise en place à Dernau, au cœur de notre village d'étude mais aussi dans la vallée de l'Ahr. L'association s'y est implantée

¹⁸ D'après les dires de Thilo lors de l'entretien (traduit de l'anglais)

puisque le village n'était pas encore réellement soutenu par un organisme d'aide. Ainsi, le pôle de Dernau compte 17 employés, et environ 30 bénévoles.

Cet organisme réalise de nombreuses actions en lien avec la reconstruction. Il ne s'agit ici qu'en minorité d'aide directe, car il est principalement question de coordination et de mise en relation. En effet, la première fonction de Johanniter en lien avec la reconstruction est la mise en contact avec des artisans. Pour cela, les personnes dans le besoin contactent l'ONG et celle-ci a une liste de partenaires qu'elle envoie chez les victimes. Puisque ces artisans sont très demandés et pas assez nombreux face à la gigantesque demande, Johanniter a créé un village d'artisans. Celui-ci se compose de conteneurs aménagés en location à la nuit pour les ouvriers qui viennent de loin. Le village compte environ 50 couchages, avec deux personnes par conteneur. Au moment de l'étude, le taux d'occupation était encore d'environ 50 % voire 80 % dans les semaines précédentes. Les bénéfices de ces locations sont entièrement réinvestis dans l'aide à la reconstruction.

L'organisme gère également la mise en contact avec la banque ISB (Investitions- und Strukturbank) et fournit un accompagnement à la réalisation des démarches administratives pour l'accès aux aides financières. C'est en effet cette banque qui procède aux financements des dégâts (à hauteur de 80 % au mieux). Pour les plus démunis, Johanniter utilise ses fonds propres pour compléter les 20 % restants.

Enfin, l'ONG fournit des logements temporaires aux personnes dont l'habitat a été détruit ou n'est plus utilisable. Johanniter achète et installe alors des tiny houses sur des terrains privés (jardins) ou des espaces libres appartenant à la commune (qui les prête gratuitement à l'organisme). En contrepartie, les occupants du logement versent un petit loyer à la commune. Ces logements temporaires sont conçus pour une à deux personnes, mais accueillent parfois des familles entières dans un espace d'environ 18 m². Cependant, la demande pour ces habitats est grande et dépasse l'offre, ce qui engendre des problèmes de répartition.

Johanniter partage des locaux temporaires (conteneurs) avec la mairie de Dernau. Ainsi, les actions de l'organisme sont en partie coordonnées par la commune. De ce fait, afin de bénéficier des différents services de Johanniter, les victimes des crues doivent se présenter à la mairie avec leur documents d'identité. Ceux-ci contenant leur adresse de résidence, la mairie vérifie qu'ils vivent dans un espace concerné par les faits. Si c'est le cas, les victimes recevront une carte indiquant qu'ils ont été touchés et qu'ils peuvent bénéficier d'aides. Pour accéder aux différents services de Johanniter, il leur suffit de

téléphoner à l'organisme afin d'être mis en attente pour obtenir l'aide nécessaire au plus vite.

3.3.4. Organisation communale et incertitude des stratégies

Bien que l'analyse se soit concentrée jusque-là sur les bâtiments privés, nous aborderons ici la reconstruction des infrastructures publiques des communes de Dernau et Bad Neuenahr-Ahrweiler. L'organisation pour celles-ci se fait à partir d'entreprises dédiées mais aussi d'un organisme d'urgence.

Celui-ci est THW, l'agence fédérale pour l'assistance technique¹⁹. Il s'agit d'une organisation gouvernementale de l'Etat de RLP qui contribue grandement à la reconstruction des communes. Les informations à ce sujet sont principalement extraites d'un entretien avec Gunnar Kreidl, responsable local de la disponibilité opérationnelle.

L'organisme se constitue d'environ 80 000 personnes dont 95 % de bénévoles. Ceux-ci ont un statut similaire aux réservistes français. Une formation est nécessaire à l'intégration de THW et les missions peuvent se faire sur des journées de travail tout en étant rémunéré normalement. L'organisme se constitue de différentes unités spécialisées qui détiennent des professionnels du domaine. Ils ne peuvent intervenir sur les communes dans le besoin qu'après avoir été mandatés par le gouvernement fédéral. Selon Gunnar Kreidl, THW possède plus de matériel que les pompiers, grâce au financement de l'Etat. Leur intervention est donc efficace mais également rapide puisque les premiers intervenants de THW sont arrivés à Bad Neuenahr-Ahrweiler le 15 juillet au soir.

Dans la vallée de l'Ahr, concernant les dégâts matériels, comme évoqué précédemment, l'un des principaux problèmes fut l'état des ponts puisque leur destruction engendra des difficultés d'accessibilité. Les acteurs classiques de la reconstruction des communes ne pouvant pas agir très rapidement, ce sont des équipes de THW spécialisées dans la reconstruction rapide des ponts qui sont intervenues. Ceux-ci ont construit des ponts temporaires. Leur durée de vie est d'environ cinq ans, avec une capacité de supporter jusqu'à 60 tonnes. Le premier des 24 ponts a été réalisé au bout de 14 jours après les faits, au cœur de Bad Neuenahr.

Pour ce qui est de la reconstruction durable et permanente, elle est à la charge des différentes entreprises qui travaillent pour les communes (l'une pour Bad Neuenahr-Ahrweiler et l'autre pour plusieurs villages du centre de la vallée de l'Ahr dont Dernau).

¹⁹ Traduit de l'allemand : Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW)

Celles-ci s'organisent aujourd'hui principalement autour de projets menés pour lesquels des artisans sont sollicités. Les projets sont pour la majorité déjà créés ou en cours d'élaboration. Néanmoins leur présence se fait attendre car le processus de décision est long et passe par de nombreuses instances intermédiaires.

De plus, le processus de validation des projets est parfois ralenti par des incertitudes à leur égard. La cause principale est l'hésitation entre la réparation ou la reconstruction. Nous pouvons par exemple nous intéresser à l'école primaire de Dernau. Cette dernière a été très endommagée par le passage de la crue mais les travaux n'ont toujours pas débuté. Les élèves sont temporairement dans une école construite en conteneurs et placée sur les hauteurs de Marienthal. Jusqu'en mars 2023, des études comparatives des coûts ont été réalisées pour décider de ce qui serait le plus avantageux : la réhabilitation ou la reconstruction. La décision prise récemment est favorable à la reconstruction totale car la rénovation est estimée trop coûteuse²⁰. La décision n'a donc été prise qu'environ 20 mois après les faits. Cet exemple illustre la dimension temporelle des stratégies de reconstruction de la vallée.

Enfin, les problèmes de financement évoqués précédemment s'appliquent aussi aux entreprises et à THW : la main d'œuvre coûte très cher, particulièrement dans cette région à cause de la forte demande, et de même pour le matériel. De plus, pour Bad Neuenahr-Ahrweiler, le budget annuel est de 60 millions d'euros, or les dégâts ont été estimés à plus de 1,7 milliard d'euros. Ainsi, d'après les pompiers de la ville, sans aides financières et avec un budget habituel, il faudrait au moins une trentaine d'années avant un retour à la normale.

3.4. Solutions temporaires et permanentes mais des vulnérabilités résiduelles

Comme il est indiqué dans le paragraphe 3.3.1., il est encore impossible d'occuper de nombreux bâtiments, du fait de leur état ou des travaux en cours. Pour palier cela, il faut trouver des solutions pour que la population puisse occuper le village et que les commerces et services restent en fonction. Celles-ci sont majoritairement temporaires mais nous évoquerons aussi quelques cas permanents. Ces solutions ne prenant pas en compte le risque, nous verrons ensuite quelques vulnérabilités résiduelles.

²⁰ D'après un article de la presse locale (https://ga.de/region/ahr-und-rhein/ausschuss-votiert-fuer-den-neubau-der-grundschule-in-dernau_aid-86248245)

3.4.1. Relogement et réurbanisation temporaires

Dans un premier temps, nous étudierons ici, de manière regroupée, le relogement et la réurbanisation temporaire. Certaines constructions (figure 22) permettent en effet le logement temporaire de familles (T1), d'autres l'accueil des artisans par exemple (T2) et enfin l'ouverture journalière de différents commerces et services municipaux (T3).

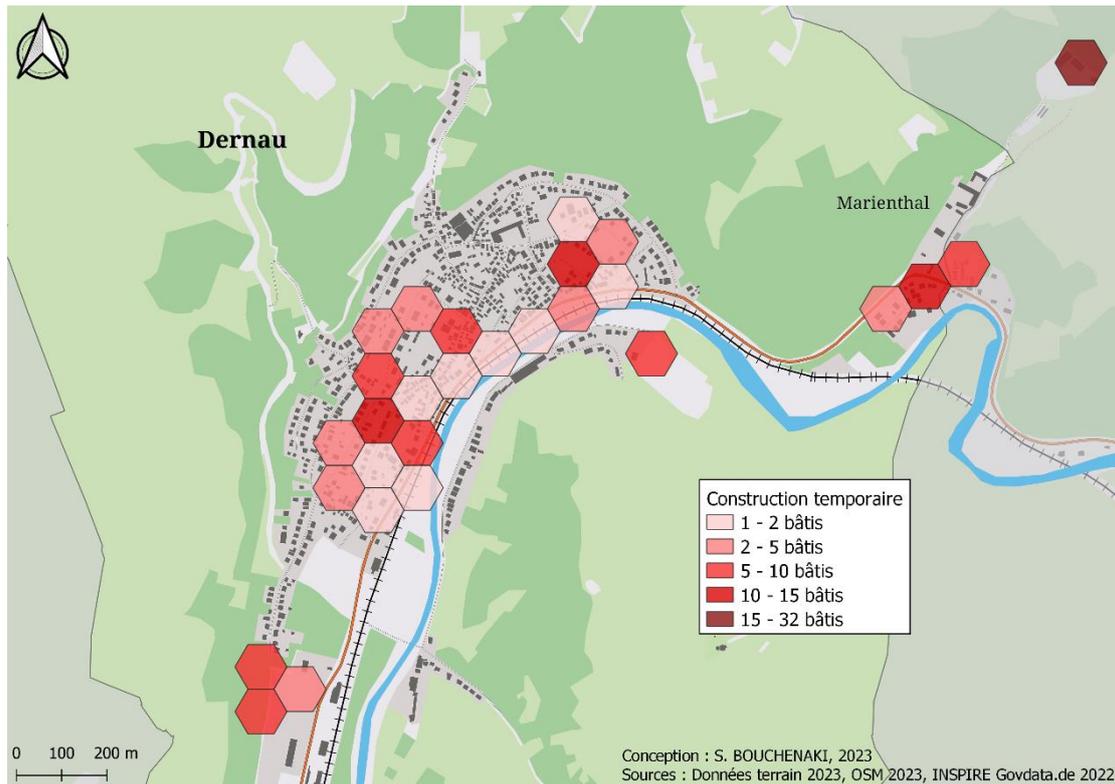


Figure 22 : Répartition des constructions temporaires à Dernau et Marienthal en février/mars 2023

Le tableau 9 présente la quantité de constructions de chacun des types énoncés. Nous y retrouvons majoritairement la classe T3 puisque celle-ci regroupe tous les services, viennent ensuite les T2, dont le grand nombre s'explique par les infrastructures telles que l'EHPAD et le village d'artisans évoqués en 3.3.3. Enfin les T1 sont moins nombreux, mais il s'agit potentiellement de ceux qui regroupent le plus de personnes à plein temps puisqu'il s'agit d'habitations privées. Ces constructions temporaires sont soit situées sur un espace anciennement inoccupé appartenant à la commune, soit sur le terrain privé d'une habitation détruite.

Les constructions de type T1 sont généralement comprises dans les mailles appartenant aux deux classes de couleurs plus claires sur la figure 22. En effet, celles-ci sont présentes de manière éparse. Les tiny houses sont parfois aménagées de sorte à créer un semblant de quartier, avec un espace entre elles qui forment un voisinage. Ces

installations répondent ainsi à une envie de retour à un cadre de vie normale. Leurs occupants possèdent un habitat détruit, partiellement effondré, ou trop contaminé pour y rester. Ces personnes n'ont pas d'autres options que de vivre dans ces petits espaces temporaires mais ont la chance d'avoir pu en obtenir.

Concernant le type T2, la prise en compte des conteneurs habités est limitée puisque lorsqu'ils sont accolés les uns aux autres on ne sait pas vraiment combien de personnes ils peuvent abriter. Cependant lorsqu'ils sont bien différenciés, ils sont prévus pour une à deux personnes. En général les conteneurs forment des grands espaces avec beaucoup de constructions et sont ainsi représentés par les teintes les plus foncées sur la figure 22. C'est le cas notamment pour l'EHPAD de Dernau qui fut détruit et qui existe temporairement sous forme de conteneurs. Celui-ci comportait différentes « chambres » pour les résidents, il est compris dans la maille de 10 à 15 bâtis sur la figure 22. Ainsi, bien que temporaires, certains conteneurs semblent installés pour du moyen à long terme, mais il s'agit alors d'une installation collective comme celles évoquée.

La présence majoritaire des constructions de type T3 montre l'état actuel de la vallée, où la crise est toujours d'actualité. Il y a à ce sujet besoin de beaucoup de travaux et donc de conteneurs pour stocker le matériel. Ceux-ci servent aussi de commerces et tentent de pallier la vie économique du village. Nous notons par exemple la présence de plusieurs restaurants sur les rives de l'Ahr dont les cuisines sont en conteneurs pour le moment, mais aussi les bureaux de la mairie, ou encore l'école primaire évoquée précédemment. Cette dernière se constitue de 32 conteneurs.

Tableau 9 : Répartition des types de réurbanisation temporaire

Type	Nombre de constructions
T1	35
T2	53
T3	78

C'est alors la vie au sens large qui est installée ici de manière temporaire, pas seulement les habitations mais aussi tout ce qui se rapporte aux activités quotidiennes. Le village est agrémenté un peu partout de constructions temporaires. Il en contient 166 au total, sur une commune avec au départ environ 700 bâtis. La proportion de ces nouvelles constructions est donc importante. A cela s'ajoutent d'autres traces d'occupations temporaires du territoire, plus éparées, comme les cabines de toilettes de chantier que l'on trouve devant de nombreuses maisons dont les canalisations avaient cédé.

3.4.2. Réurbanisation permanente

Dans un second temps, nous trouvons également quelques traces de réurbanisation permanente au sein de la commune de Dernau. En effet, quelques nouvelles constructions, qui n'apparaissent pas sur les couches de bâti préexistantes à 2021 sur lesquelles nous nous sommes basés, sont observées.

Au total, quatre nouvelles constructions sont comptabilisées. Nous trouvons deux maisons et deux immeubles de logements. Celles-ci sont localisées sur la figure 23, dont chaque maille représente un nouveau bâti. Ceux-ci se trouvent sur des terrains anciennement appartenant à la commune qui ont été achetés pour la construction.

Bien que très peu nombreuses, nous faisons le choix de prendre en compte les nouvelles constructions permanentes puisque cela montre qu'il y a une volonté de réurbaniser le village. Ainsi cela va peut-être se poursuivre avec de nouvelles constructions dans les mois ou années à venir. En effet, de nombreux espaces cultivés dans le village ayant été détruits, ceux-ci pourraient être réinvestis en bâtis. Il est toutefois important de noter que ces constructions se font toutes en zone inondable. Cela indique que le manque de considération de la zone à risque évoqué plus haut (cf. 3.1.2.) semble se poursuivre, bien que la reconstruction soit en cours et que les dégâts causés par la catastrophe soient toujours bien visibles. Ainsi, cela n'annonce pas une évolution vers la résilience.



Figure 23 : Répartition des constructions permanentes à Dernau et Marienthal en février/mars 2023

3.4.3. Diagnostic de vulnérabilités post-crise

À travers les solutions de réurbanisation évoquées, nous constatons que celles-ci ont des failles. Cela implique que le territoire comporte toujours des vulnérabilités. Celles-ci sont variées puisque, comme l'indique Kreienkamp *et al.* (2021), elles « peuvent résulter de facteurs non climatiques »²¹ et donc dépendre de différents facteurs qui se traduisent par une vulnérabilité accrue de la population face au risque. Nous trouvons des vulnérabilités causées par la catastrophe et d'autres antérieures à celle-ci.

De manière générale, les personnes les plus à risque sont les enfants, les personnes âgées, et celles en situation de handicap. En effet, ces catégories ont « moins conscience des risques, ont plus de difficultés à s'évacuer eux-mêmes, ont besoin d'une assistance supplémentaire de la part des équipes d'intervention d'urgence et peuvent être plus difficiles à atteindre »²¹ (Kreienkamp *et al.*, 2021). Il y a dans la vallée de l'Ahr une forte proportion de personnes âgées, ce qui constitue une première vulnérabilité spécifique.

Nous retrouvons cependant différentes causes de vulnérabilités qui touchent toute la population sans distinction. Il s'agit notamment des vulnérabilités structurelles et organisationnelles. Celles-ci se traduisent par exemple par la présence de très nombreux interlocuteurs dans le processus de décision, et d'une organisation bureaucratique. Aucun des acteurs ne se sent responsable, ce qui ralentit les procédures, qui doivent être validées par tous : conseil citoyen, mairie, région, ... chacun a plusieurs mois pour répondre (propos recueillis de Maximilian Kranich).

La vulnérabilité structurelle se montre aussi via la défaillance du système d'alerte. Celui-ci a été très critiqué, bien que décrit comme fonctionnant par certains acteurs locaux. Il n'est en réalité que peu développé et n'atteint pas tous les habitants. En Allemagne, il est géré par les Etats fédéraux, qui se basent sur le service météorologique allemand. Ils doivent ensuite prévenir les autorités locales et envoyer des alertes via différentes applications mobiles. Il n'y a pas eu de problème au niveau de la prévision météorologique, puisque celle-ci était plutôt proche de la réalité, mais plutôt un souci de retransmission et d'interprétation de l'information. Par exemple pour les notifications envoyées sur les applications d'alerte, elles ne sont reçues que si l'on fait le choix au préalable d'installer ces outils. Pour cela encore faut-il être au courant de leur existence et de leur intérêt. Il y eut par la suite une alerte diffusée à l'aide d'haut-parleurs. Cela a d'une part été fait relativement tard, et d'autres part sur une étendue trop restreinte. En

²¹ Traduit de l'anglais

effet, l'alerte ne s'est faite que sur les rives de l'Ahr, or la crue est bien entrée dans les terres. De plus, d'après les pompiers de Bad Neuenahr-Ahrweiler et de Dernau, certaines sirènes auraient sonné en début de soirée. Toutefois, celles-ci ont rapidement cessé de fonctionner et la population n'a pas su les interpréter.

Ainsi, différentes actions indépendantes de l'alerte semblent tenter de pallier le manque d'un vrai système d'alerte opérationnel qui serait connu de tous et compréhensible. Cela fait donc aussi référence au manque d'éducation au risque de la population. Ceci constitue une vulnérabilité importante puisque pour qu'un futur système soit efficace, il faudrait que les habitants sachent l'interpréter, et donc que la prévention soit organisée en amont.

A la suite des inondations, il y eut une perte d'accessibilité. De nombreuses infrastructures ont été détruites, comme les routes et les ponts. Cela impacte la capacité à gérer la crise pour les secours et les autorités. D'autres éléments ont perturbé les interventions des secours comme le manque de moyens de communication, la coupure du réseau d'électricité, et la destruction des réseaux d'eau potable. Les secours rapportent que dans seulement 23 % des interventions ils n'ont pas été dérangés par l'un de ces facteurs (Fekete, 2021). De plus, la destruction en elle-même implique des vulnérabilités organisationnelles puisque certains centres de soins ou de secours sont inutilisables, ainsi que diverses administrations.

À travers ces points évoqués, un risque de vulnérabilités persistantes dans le futur existe puisque la remédiation de celles-ci nécessite de nombreux changements, notamment une réorganisation structurelle ainsi qu'une reconstruction dans un objectif de résilience.

3.5. Prise en compte des vulnérabilités et « Build Back Better » (BBB)

Chez les habitants de la vallée de l'Ahr, les thèmes autour de la résilience et du BBB semblent faire peu écho. Il peut s'agir d'un manque d'intérêt mais celui-ci s'explique par un manque de connaissance. Toutefois, quelques efforts sont faits par les communes quant à la résilience des infrastructures. Nous verrons également qu'il existe des initiatives individuelles. Nous étudierons donc les améliorations prévues pour le bâti, puisque « la reconstruction post-catastrophe est *a priori* une fenêtre pour réduire les vulnérabilités de la société affectée et ainsi réduire les risques futurs » (Moatty *et al.*, 2017), puis celles pour la gestion de crise via les systèmes d'alerte. Il serait également intéressant de constater ou non l'existence d'une éthique préventive, qui va de pair avec « la prise en compte des vulnérabilités des sociétés et des aléas naturels » (Moatty *et al.*, 2017).

3.5.1. Nouveaux aménagements à Bad Neuenahr-Ahrweiler et Dernau

Selon Burghardt *et al.* (2022), « dans la perspective des changements climatiques, il s'agit d'obtenir un patrimoine bâti durable, capable de résister à des crues plus fortes et plus fréquentes à l'avenir »²². Ainsi, bien que certains chercheurs appellent à la relocalisation de toutes les constructions en zone inondable en prévision de catastrophes futures²³, la vallée se reconstruit, pour la plupart des bâtis au même endroit qu'initialement. Certains efforts sont faits pour adapter ces constructions au risque. La construction résiliente est en effet essentielle étant donné le niveau de risque de la région et son accentuation avec le changement climatique.

A l'échelle individuelle, les habitants rencontrés n'envisagent pas de changer la manière de construire ou d'aménager leur habitat. Seuls ceux dans des zones définies par l'Etat (Q100) ne doivent plus vivre au rez-de-chaussée. Il faut alors y construire de manière à être surélevé. Par exemple pour l'école primaire de Dernau, qui va être reconstruite, certaines parties doivent être faites à plusieurs mètres de haut pour ne pas être inondables ou bien que les pièces inondables ne soient pas trop importantes.

A l'échelle des communes en revanche, différentes modifications des plans de construction sont réalisées pour s'adapter au risque, en prenant en compte un débit possible de Q100 de 491 m³/s (d'après les dires de Maximilian Kranich). Pour cela, de nouvelles cartes de zones à risque ont été réalisées en automne 2021. Elles présentent les zones inondées en juillet 2021 et l'espace désormais déterminé comme inondable (annexe 1). Cependant, malgré qu'un scénario extrême ait été construit, il est inférieur à ce qui s'est produit durant la catastrophe du 14 au 15 juillet 2021. Nous détaillerons alors les nouveaux aménagements pensés par les communes étudiées qui intègrent du BBB, et essayent de « mieux » reconstruire.

Les nouveaux aménagements à Bad Neuenahr-Ahrweiler sont majoritairement représentés sur la figure 24. Tout d'abord, la terrasse, représentée en rose, correspond à un projet de construction dans les zones les plus urbanisées des rives de l'Ahr pour obtenir une plus grande section d'écoulement de l'eau. Les talus d'herbe en pente douce seront donc remplacés par des terrasses creuses bétonnées, occupant alors moins de volume sur la rive. De plus, celles-ci serviront d'espace de loisirs hors période de crue.

Dans le même principe, différents espaces de la ville seront abaissés pour obtenir des champs d'expansion de crue. Cela correspond d'ailleurs à l'une des exigences du

²² Traduit de l'allemand

²³ D'après un article de la presse locale (<https://www.dw.com/de/nach-der-flut-an-der-ahr-wiederaufbau-oder-wegziehen/a-59799941>)

programme national de protection contre les inondations, établi par le groupe de travail fédéral sur l'eau (BMUV, 2014). Ces espaces permettraient d'assurer une forme de stockage de l'eau et de diminuer sa quantité qui arrive sur les espaces à forts enjeux. En pratique, seront utilisés à cet effet des parcs, jardins, espaces de promenade, ainsi que le cimetière d'Ahrweiler.

De plus, afin d'éviter un surplus d'eau dans les rues de la vieille ville, à Ahrweiler, le canal de Mühlenteich, affluent de l'Ahr, sera fermé à l'annonce de crues majeures. En effet, son débordement a considérablement augmenté la quantité de dégâts à Ahrweiler.

Par ailleurs, les canalisations de la ville, en vert sur la figure 24, ayant été arrachées par le passage des eaux, vont être reconstruites en profondeur (environ 10 mètres) pour éviter leur destruction en surface à chaque crue mais aussi le chaos que cela engendre.

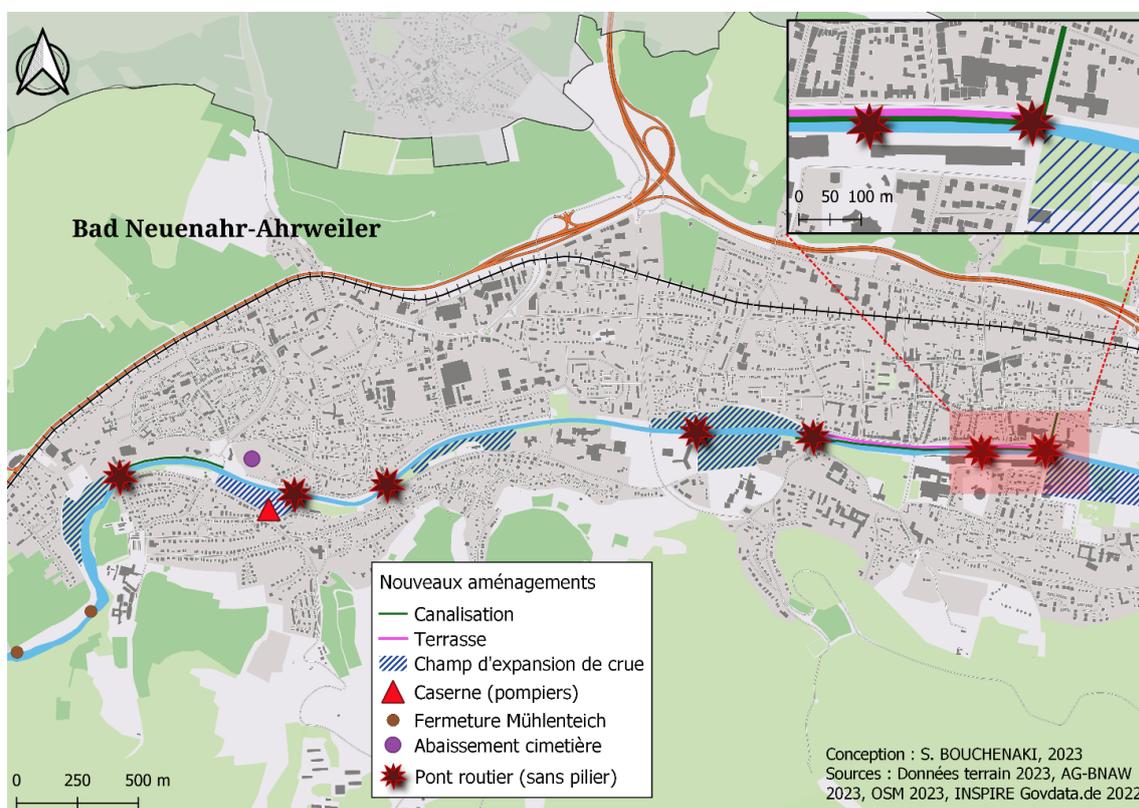


Figure 24 : Nouveaux aménagements à Bad Neuenahr-Ahrweiler dans un objectif de résilience face au risque inondation

Enfin, la caserne des pompiers d'Ahrweiler est la seule institution qui sera relocalisée. En effet, celle-ci se situait sur les berges de l'Ahr et a été détruite rapidement dans la soirée du 14 juillet 2021. Elle sera déplacée à environ 200 mètres, sur l'autre rive, à l'extrémité d'un champ d'expansion de crue et sur pilotis. Le changement de côté de l'Ahr de cette caserne est avantageux. Cela permettra de réduire les problèmes d'accès à la partie de la population du côté sud du cours d'eau.

La reconstruction à Dernau présente moins de projets en lien avec un avenir résilient, mais la commune n'est pas d'ampleur comparable. Toutefois, les systèmes de chauffage vont être changés pour passer du mazout à des systèmes utilisant des énergies renouvelables. Par la suite, des panneaux solaires devraient être installés puisque les toitures seront remplacées.

De plus, le village prévoit une sécurisation des installations électriques. Bien que les détails ne soient pas encore clairs, il y aurait à l'avenir des restrictions pour les nouvelles constructions afin que l'électricité, par exemple, ne soit plus interrompue immédiatement en cas de crue²⁴.

Bien que Dernau présente différentes vulnérabilités, nous constatons qu'il ne présente aucune maison de plain-pied. Ainsi la vulnérabilité est limitée dans le sens où la possibilité existe de se réfugier au premier étage. Nous estimons donc qu'il existe une connaissance ancienne du risque qui a mené à ce type de construction.

Comme nous l'évoquions auparavant, l'un des problèmes majeurs dans la vallée fût les ponts. La morphologie de ces derniers engendre une augmentation de la hauteur d'eau et la retenue temporaire de débris formant des barrages. Ainsi, tant pour Bad Neuenahr-Ahrweiler que pour Dernau, ceux-ci sont repensés. La solution principale est de réaliser des ponts plus hauts et surtout sans piliers. L'autorité chargée de la gestion des inondations (SGD Nord Rhénanie Palatinat²⁵) a prévu pour cela des dimensionnements de ponts tenant compte des statistiques de crues (Burghardt *et al.*, 2022).

Ces nouveaux aménagements amènent à la notion d'éthique préventive, correspondante à « l'ensemble de règles qui assureraient une reconstruction durable sur le plan de la réduction des risques » (Vinet, 2010). Cependant, nous trouvons globalement peu d'informations à ce sujet puisque l'intérêt premier semble tout de même se porter vers la reconstruction rapide et le relogement. Toutefois, celle-ci mène en général à un risque amplifié ou du moins toujours présent (Moatty *et al.*, 2017).

3.5.2. Mise en place d'un système d'alerte

Nous estimons, à partir de l'analyse des vulnérabilités, que le défaut principal dans la gestion du risque d'inondation de la vallée fût le système d'alerte. Ainsi, dans une optique de résilience et de BBB, les autorités locales ont pour objectif

²⁴ D'après un article de la presse locale (<https://www.dw.com/de/nach-der-flut-an-der-ahr-wiederaufbau-oder-wegziehen/a-59799941>)

²⁵ Direction de la structure et de l'agrément (Struktur- und Genehmigungsdirektion)

de remédier à cela avant la prochaine crue afin d'éviter d'autres catastrophes. En effet, à l'échelle internationale, l'objectif est la diminution des victimes de catastrophes naturelles et ceci est la mission première des systèmes d'alerte (Thieken *et al.*, 2022, a). Ainsi, l'UNISDR (2015) souhaiterait que le nombre de pays dotés d'un système d'alerte multirisque augmente. Différentes nouvelles installations émergent alors sur notre terrain d'étude.

Premièrement, de nouvelles sirènes sur batterie ont été installées à Dernau et Bad Neuenahr-Ahrweiler. Cela évitera à l'avenir que celles-ci ne cèdent à la coupure de courant lors de crues et qu'elles fonctionnent durant la crise. A Bad Neuenahr-Ahrweiler, d'après les pompiers, 25 sirènes sont désormais réparties dans la ville. Elles ont une portée de 200 mètres et atteignent en théorie toute la population.

Deuxièmement, un nouveau système d'alerte a été mis en place. Il agirait via des messages envoyés directement sur les numéros de tous les terminaux de téléphones mobiles (Ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler, 2023). Cela fonctionne à partir de la technologie « Cell Broadcast » introduite en Allemagne le 23 février 2023. La nouvelle technologie permettrait en théorie d'atteindre plus de personnes, même ceux n'ayant pas entendu les sirènes ou regardé/écouté les informations. Il suffirait d'avoir son téléphone portable à proximité pour être alerté. Cependant, pour parvenir au plus grand nombre, ce système n'est pas encore à la pointe car il nécessite un téléphone relativement récent, allumé, avec mises à jour faites, et pas en mode avion (BBK, 2023). Avant la mise en place du système, il y eut une journée de test en décembre 2022. Il aurait été peu concluant, puisque Thomas K. n'a rien reçu, bien qu'en possession d'un smartphone à jour.

En complément, il est suggéré d'avoir NINA, qui est une application fédérale d'informations et d'actualités sur les urgences²⁶. En effet, le message évoqué (via Cell Broadcast) ne contient que 500 caractères au maximum et ne comprend pas toutes les consignes de sécurité. Tandis que NINA fournit toutes les informations transmises directement par la protection civile de l'Etat de RLP. Après avoir téléchargé l'application, il faut aussi la paramétrer correctement afin de recevoir les notifications et d'obtenir les informations correspondant bien à la zone voulue. Il est donc essentiel d'être à l'aise avec l'outil numérique pour avoir accès à toutes les informations.

²⁶ Traduit de l'allemand « Notfall-Informationen- und Nachrichten-App des Bundes »

Troisièmement, une initiative citoyenne a pour objectif de venir en complément au système d'alerte. Il s'agit des cartographies « GuAHRdian », créées par Tobias Kempfer, originaire de la vallée et ingénieur en informatique, marqué par le nombre important de décès qu'à causé la catastrophe. Il inventa alors un modèle visuel permettant de connaître l'impact des crues sur les habitations. Il s'agit d'un système d'alerte basé sur l'endommagement du bâti. Cela fonctionne à partir d'un code couleur et de différentes étendues de l'eau selon la période de retour choisi ou bien la hauteur d'eau entrée. La figure 25 montre l'impact sur le bâti à Dernau avec une crue de 8 mètres de haut, ce qui correspond aux événements de juillet 2021. Les différentes classes d'endommagement y apparaissent également en rouge : doit être évacué, jaune : doit être alerté pour inondation au sous-sol, et vert : en sécurité.

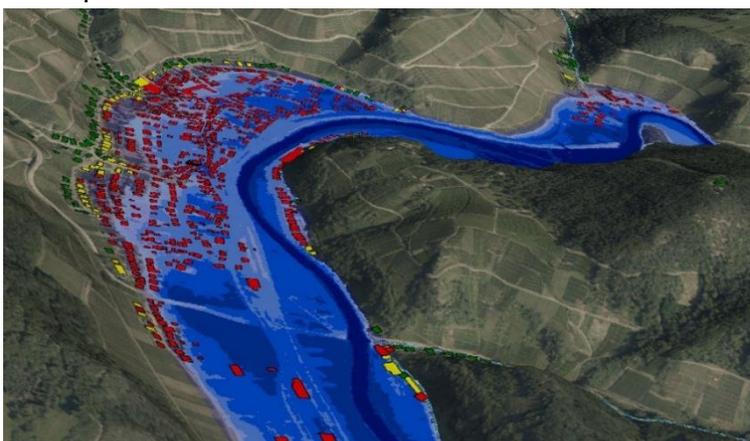


Figure 25 : Modèle d'impact sur le bâti lors d'une crue de 8 mètres à Dernau (Réalisation : T. Kempfer, 2023)

La population ne saura cependant interpréter les alertes qu'après avoir été formée au risque d'inondation, puisqu'il faut y prêter attention mais aussi savoir comment se comporter. Ainsi, il semble primordial de mettre en place une politique de sensibilisation au risque.

3.6. Une période propice au développement de la sensibilisation au risque

Puisque les faits sont encore récents et que l'on voit très bien le passage de l'eau au sein de la vallée, le risque ne peut pas être ignoré. En effet, « les quelques années suivant une catastrophe sont des phases où la conscience du risque est très présente » (Moatty *et al.*, 2017). Cependant, celui-ci a tendance à être rapidement oublié une fois la phase d'après-crise terminée. Il faut alors profiter de la phase actuelle pour inclure à la gestion de crise un aspect indispensable et peu présent pour le moment : la sensibilisation.

3.6.1. La mémoire de la catastrophe à travers différents symboles

Afin de répondre à la volonté générale que les faits ne se reproduisent plus et pour que la population garde en conscience l'ampleur du risque, il faut se rappeler de la catastrophe. Cela est d'autant plus important quand, comme ici, la période de retour est

longue. Les habitants ont le temps d'oublier, notamment s'il n'y a pas ou peu de transmission d'une génération à l'autre. Il y a donc un objectif d'entretien de cette mémoire. Cela peut se faire à l'aide de différents outils, en général visuels et accessibles à tous.

Premièrement, nous observons devant l'église de Dernau, une stèle en hommage aux victimes du village (figure 26.a). Elle peut avoir un impact fort car son installation est permanente, au cœur du village, sur le bord d'une rue piétonne. Ce positionnement est donc favorable à un maximum de visibilité.

Deuxièmement, de nombreuses maisons ont été peintes à Dernau comme à Bad Neuenahr-Ahrweiler. Cela constitue une forme de mémoire à travers l'art participatif. En effet, ces maisons sont peintes et taguées par des habitants et artistes. Nous y retrouvons différentes illustrations symbolisant l'espoir et l'action des bénévoles, mais aussi des messages de remerciements, et des descriptions des faits. La figure 26.b montre cela sur une maison qui n'est désormais plus accessible et qui doit être détruite. Les habitants ont à ce sujet exprimé leur mécontentement puisqu'un attachement s'est construit autour de l'œuvre participative.

Troisièmement, certaines infrastructures endommagées sont laissées pour que l'on puisse se rendre compte de l'importance de l'impact d'une crue majeure. Nous avons notamment observé une armature d'un pont métallique détruit par la passage de la crue (figure 26.c). Elle fut alors déposée sur le parc bordant l'Ahr et agrémentée de panneaux explicatifs.



Figure 26 : Mémoire du risque à travers un hommage aux victimes (a), des œuvres sur les façades de maisons à détruire (b), l'armature d'un pont détruit et des panneaux explicatifs (photographies : S. Bouchenaki, 2023)

Enfin, plusieurs repères de crue sont posés dans Bad Neuenahr et Ahrweiler. Il s'agit d'installations discrètes mais qui permettent de visualiser la hauteur d'eau se positionnant à côté de celles-ci. Par exemple, au cœur de la vieille ville d'Ahrweiler se trouve un repère de crue à environ 1m90 du sol. La pose de repères de crue ne semble pas être organisée car l'on ne retrouve pas de forme commune d'un repère à l'autre et

les repères sont souvent artisanaux. Il pourrait donc y avoir une meilleure prise en charge à ce sujet pour une mémoire du risque plus efficace.

3.6.2. Développement de moyens de prévention et sensibilisation

L'éthique préventive évoquée précédemment doit, dans sa temporalité, combiner la reconstruction et la prévention (Moatty, 2015). Ainsi, puisque la reconstruction est en cours et que, bien que peu nombreux, certains projets de BBB sont prévus, la prévention doit être mise en place. L'entretien de la mémoire, à la suite d'un évènement de type inondation, est un premier outil de la prévention. Cependant, celui-ci n'est pas suffisant puisqu'il est uniquement visuel et la plupart du temps sans explications.

Globalement, toutes les personnes rencontrées semblent d'accord sur le fait que l'on ne puisse pas lutter contre l'aléa mais que pour réduire le risque il faudra développer la prévention et l'information au sein de toute la population.

Dans cet objectif, l'association Johanniter organise des activités de sensibilisation. Elles ont lieu dans le cirque temporaire à Dernau. Il s'agit de réunions et de rencontres ponctuelles autour de différents thèmes, entre citoyens et acteurs du territoire. Ces moments de sensibilisation sont animés par des professionnels : forces de l'ordre ou pompiers. Les activités ont plus ou moins de succès selon les thèmes abordés et les habitants ont la possibilité de laisser leurs coordonnées pour recevoir un complément d'informations. Arnd Eifler, membre de l'association, affirme que ce dispositif fonctionne globalement bien et pourrait être développé.

Ces actions ponctuelles ne constituent qu'un début à la sensibilisation nécessaire, et un développement important est attendu. Plusieurs acteurs rencontrés disent que ce qui est fait est largement insuffisant et que la population de la vallée de l'Ahr aura oublié le risque d'ici quelques décennies si les actions ne sont pas accentuées. Des interventions dans les écoles seraient nécessaires, mais aussi des actions à plus grande échelle et au-delà de la commune de Dernau seule. A Bad Neuenahr-Ahrweiler par exemple, il y a plus de 25 000 habitants et pourtant aucune action de sensibilisation n'a débuté.

Discussion

Ce travail de recherche dispose de nombreux intérêts. En effet, premièrement, le RETEX permet l'entretien de la mémoire et le développement des connaissances, favorise les liens entre acteurs et permet « d'identifier les pistes de progrès » (Wybo, 2009). Les traces écrites au sujet de catastrophes telles que celles de l'Ahr sont un premier outil de la mémoire et sont indispensables dans un contexte de changement climatique, engendrant des risques naturels accentués. Ce RETEX a par ailleurs servi à soulever les limites de la gestion de crise. Le fait de mettre celles-ci en avant permet aux acteurs concernés d'en prendre conscience et de prendre par la suite ses dispositions pour améliorer le fonctionnement. Nous rappelons toutefois que ce RETEX fut réalisé à relativement court terme (un peu plus d'un an et demi après les faits). Ainsi, il y a certainement de nombreuses pistes de progrès à envisager qui ne sont pas encore visibles, puisque le processus de reconstruction du territoire n'est pas encore très avancé.

Deuxièmement, cette étude contribue à densifier la connaissance également pour la gestion des catastrophes et des risques naturels. Cela se fait à l'échelle locale, avec des améliorations à envisager pour les acteurs du territoire. Ceux-ci pourraient notamment adapter l'aménagement des bâtis privés mais aussi continuer leurs efforts vers un meilleur système d'alerte. A plus petite échelle, ce travail de recherche permet une prise de conscience des phénomènes se produisant en Europe occidentale et de leurs conséquences.

Troisièmement, ce travail permettra de compléter les informations récoltées par les chercheurs du projet KAHR. En effet, ceux-ci ont réalisé une étude similaire concernant l'endommagement d'autres villages de la vallée de l'Ahr. De plus, leurs observations ont été faites à partir d'images aériennes et uniquement en 2021. Ce document apporte alors une vision de terrain comparative (2021/2023).

Enfin, l'Allemagne est peu étudiée au sein du master GCRN et ce mémoire agrandit alors le champ de connaissance générale. De plus, une telle étude permet de traiter les inondations de type torrentiel dans un autre contexte que celui du très étudié bassin méditerranéen.

Conclusion

Les inondations de l'Ahr du 14 au 15 juillet 2021 illustrent un type de phénomène catastrophique de plus en plus récurrent auquel la gestion des risques naturels doit faire face. Ce travail de recherche y contribue au travers d'un RETEX et d'une analyse portant sur la reconstruction de la vallée.

À première vue, les communes de Dernau et de Bad Neuenahr-Ahrweiler sont toujours très endommagées. Les infrastructures sont pour la plupart endommagées et les débris se constatent sur les bords de routes. De nombreuses maisons sont également à l'abandon, remplies de dépôts de limons et de divers déchets. Cependant, la comparaison de l'état d'endommagement en 2021 puis en 2023 a montré une évolution certaine vers la reconstruction. Cette dernière est en cours à des rythmes divergents selon l'organisation individuelle des habitants, avec une forte influence des capacités financières. La reconstruction est aussi très dépendante de l'aide apportée par diverses associations dont les rôles sont multiples. Pour compenser les difficultés rencontrées et répondre aux besoins de logements, des solutions temporaires et permanentes sont mises en place. Nous recensons notamment différents types de constructions temporaires, avec des tiny houses et des conteneurs principalement, qui permettent aux communes d'être occupées malgré leur état toujours critique.

L'étude de l'évolution de l'urbanisation à Dernau a montré une augmentation du bâti au fil du temps, notamment sur les bords de l'Ahr et donc en zone inondable. Ainsi, puisque la situation semble similaire à Bad Neuenahr-Ahrweiler, le risque semble globalement peu pris en compte, et ce phénomène n'est pas récent. Toutefois, à l'échelle communale, différents projets sont mis en place et tentent d'intégrer des notions de BBB et de résilience. Nous retrouvons principalement l'élaboration d'un nouveau type de ponts et la création d'espaces pour le passage (section d'écoulement) et la rétention des eaux. Ces aménagements n'ont cependant pas débuté. De la même manière pour les aménagements structurels, de nouveaux documents sont attendus. Il n'existe, par exemple, pas encore de nouveaux plans d'action pour les pompiers en cas d'inondations majeures. Par ailleurs, la prise en compte des vulnérabilités doit aussi se faire du point de vue du système d'alerte. Là-dessus, des changements ont déjà été opérés. Un nouveau système via la messagerie sur téléphone existe désormais. De plus, une initiative privée se développe et permettrait aux habitants une vision précise du risque qu'ils encourent. Cependant, le fondateur n'a pas réussi, pour le moment, à faire valoir son projet au niveau de la région ou de l'Etat fédéral et espère qu'il soit pris en compte et développé dans un avenir proche.

À travers la réalisation de ces recherches, différentes difficultés et limites ont été rencontrées. Tout d'abord, il a été compliqué de trouver des personnes habitant les communes concernées ayant un intérêt pour l'étude. Les habitants de la vallée ont en effet déjà beaucoup été sollicités depuis les faits par des médias et équipes de recherche et semblent vouloir un retour à la normale. De plus, puisque de nombreuses études sont encore en cours sur cette catastrophe de juillet 2021, nous ne savons pas ce qui sera publié prochainement et il y a donc un risque qu'une étude similaire soit en cours de réalisation. En outre, les données utilisées ici pour l'analyse ont été récoltées individuellement à partir d'observations de terrain. Elles sont donc subjectives et peu complétées par des informations directes quant au vécu des habitants et à la connaissance du BBB.

De surcroît, les différences culturelles et la barrière de la langue ont constitué des difficultés supplémentaires. Etudier un phénomène sur un territoire dont la langue n'est pas la nôtre peut effectivement impliquer des biais de compréhension et donc d'analyse. Cela se produit tant lors de la retranscription d'entretiens que lors de la lecture de documents officiels. Ceci est cependant atténué à l'aide de différents outils de traduction, bien que les subtilités de langages, telles que les expressions courantes, ne soient parfois pas bien retranscrites.

In fine, différentes pistes de futures recherches peuvent être évoquées et semblent pertinentes. Un même diagnostic pour l'endommagement et la réhabilitation pourrait être fait d'ici 1, 2, 5, ou 10 ans et comparé à celui réalisé ici. Cela permettrait de déduire le rythme de la reconstruction au cours du temps. De plus, nous pourrions voir où en sont les mesures prises pour le BBB et si les projets présentés ont réellement été réalisés.

Pour une gestion optimisée du risque d'inondation dans le futur, les autorités locales pourraient prendre en compte les zones qui ressortent ici comme étant les plus touchées. La sensibilisation et la prévention devront y être développées en priorité. Il est également espéré de la part des habitants que leur vécu et connaissances soient transmis et non oubliés.

Bibliographie

Bad Neuenahr-Ahrweiler, (2021). *Bürgerinfos : Stadt Bad Neuenahr-Ahrweiler*. 8 p. https://www.bad-neuenahr-ahrweiler.de/fileadmin/redaktion/stadt/hochwasser/210907 - Info-Flyer_Hochwasser_A4web.pdf

Blasi, Ch. J., (2022). The flood in the Ahr valley disastrous for live and goods. *Herald of the International Academy of Sciences*. Russian Section. Special Issue #1, pp. 61-68.

BMUV (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz), (2014). *Nationales Hochwasserschutzprogramm*: Kriterien und Bewertungsmaßstäbe für die Identifikation und Priorisierung von wirksamen Maßnahmen sowie ein Vorschlag für die Liste der prioritären Maßnahmen zur Verbesserung des präventiven Hochwasserschutzes. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Binnengewasser/hochwasserschutzprogramm_bericht_bf.pdf

Bundersregierung, (2022). *Deutsche Strategie zur Stärkung der Resilienz gegenüber Katastrophen: Umsetzung des Sendai Rahmenwerks für Katastrophenvorsorge (2015–2030) –Der Beitrag Deutschlands 2022–2030*. 112p.

Burghardt, L., Klopries, E.M., Wolf, S., Schüttrumpf, H., (2022). Analyse der Schäden an Brückenbauwerken in Folge des Hochwassers 2021 an der Ahr. In: *Wasser und Abfall* (pp. 12-17).

Clinton, W.J., (2006). *Key Propositions for Building Back Better: Lessons Learned from Tsunami*. Office of the UN Secretary-General's: special Envoy for Tsunami Recovery. 28 p.

Defossez, S., Vinet, F., Leone, F., (2018). Diagnostiquer la vulnérabilité face aux inondations : progrès et limites. In *Inondations 1 : la connaissance du risque*. Ed. ISTE.

Dietze, M., Bell, R., Ozturk, U., Cook, K. L., Andermann, C., Beer, A. R., Damm, B., Lucia, A., Fauer, F. S., Nissen, K. M., Sieg, T., Thieken, A. H., (2022). More than heavy rain turning into fast-flowing water – a landscape perspective on the 2021 Eifel floods. *Natural Hazards Earth System Sciences*, 22, pp. 1845–1856. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-1845-2022>

Fekete, A., (2021). Motivation, Satisfaction, and Risks of Operational Forces and Helpers Regarding the 2021 and 2013 Flood Operations in Germany. *Sustainability*. 13(22):12587. <https://doi.org/10.3390/su132212587>

Grelot, F., (2017). *Résilience des territoires face à l'inondation : pour une approche préventive par l'adaptation post-événement*. [Rapport de recherches] IRSTEA, 553 p.

ISB (Investitions- und Strukturbank Rheinland-Pfalz), (2021). Flutkatastrophe: Aufbauhilfe Rheinland-Pfalz. https://wiederaufbau.rlp.de/fileadmin/wiederaufbau/2023/03-Maerz/Aufbauhilfe_Flyer.pdf

Ketele, J.-M., Roegiers, X., (2016). *Méthodologie du recueil d'informations : Fondements des méthodes d'observation, de questionnaire, d'interview et d'études de documents*. Méthodes en sciences humaines. 208p.

- Kreienkamp, F., Philip, S. Y., Tradowsky, J. S., Kew, S. F., Lorenz, P., et al., (2021). Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021. *World Wetter Attribution*. 51 p. <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf>
- Lambert, N., Zanin, C., (2016). *Manuel de cartographie : Principes, méthodes, applications*. Armand Colin. 224p.
- Leone, F., Meschinet de Richemond, N., Vinet, F., (2010). *Aléas naturels et gestion des risques*. Ed. Presses Universitaires de France, 288 p.
- Ludwig, P., Ehmele, F., Franca, M.J., Mohr, S., Caldas-Alvarez, A., Daniell, J., Ehret, U., Feldmann, H., Hundhausen, M., Knippertz, P., Küpfer, K., Kunz, M., Mühr, B., Pinto, J., Quinting, J., Schäfer, A., Seidel, F., Wisotzky, C., (2023). A multi-disciplinary analysis of the exceptional flood event of July 2021 in central Europe – Part 2: Historical context and relation to climate change. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 23, pp. 1287-1311.
- Maiwald, H., Schwarz, J., Abrahamczyk, L., Kaufmann, C., (2022). *Das Hochwasser 2021 : Ingenieuranalyse der Bauwerksschäden*. Ernst & Sohn GmbH Bautechnik 99.
- Merz, B., Kreibich, H., Thieken, A.H., Vorogushyn, S., (2021). Überraschende Hochwasserereignisse: Lehren für Risikoanalysen. Notfallvorsorge. *Die Zeitschrift für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe*, 52 (3), pp. 19–23. https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/rest/items/item_5008087_3/component/file_5008505/content
- Moatty, A. (2015). *Pour une Géographie des Reconstructions post-catastrophe : Risques - Sociétés - Territoires*. Thèse de doctorat, Géographie et Aménagement de l'espace, Montpellier, Université Paul Valéry. ED 60, UMR GRED. 490 p.
- Moatty, A., Gaillard, J., Vinet, F., (2017). Du désastre au développement : les enjeux de la reconstruction post-catastrophe. *Annales de géographie*, 714, pp. 169-194. <https://doi.org/10.3917/ag.714.0169>
- Moatty, A., Vinet, F., (2016). *Post-disaster recovery: the challenge of anticipation*. E3S Web of Conferences 7, 17003, FLOODrisk 2016 – 3rd European Conference on Flood Risk Management. 11 p.
- MIAT, DDSC, SDGR, BAPC, (2006). *Guide méthodologique « La conduite du retour d'expérience, éléments techniques et opérationnels »*. 120 p.
- Papagiannaki, K., Petrucci, O., Diakakis, M., Kotroni, V., Aceto, L., Bianchi, C., Brazdil, R., Gelabert, M., Inbar, M., Kahraman, A., Kilic, O., Krahn, A., Kreibich H., Llasat, M.-C., Llasat-Botija, M., Macdonald, N., Madruga de Brito, M., Mercuri, M., Pereira, S., Rehor, J., Rossello Gelo, J., Salvati, P., Vinet, F., Zêzere, J.L., (2022). Developing a large-scale dataset of flood fatalities for territories in the Euro-Mediterranean region, FFEM-DB. *Scientific Data* 166 (9). <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01273-x>

Roggenkamp, T., Herget, J., (2014). Reconstructing peak discharges of historic floods of the river Ahr, Germany. *Erdkunde*, 68 (1), pp. 49-59. <https://www.erdkunde.uni-bonn.de/archive/2014/reconstructing-peak-discharges-of-historic-floods-of-the-river-ahr-germany>

Roggenkamp, T., Herget, J., (2015). Historische Hochwasser der Ahr. In: *Heimatjahrbuch Kreis Ahrweiler 2015* (pp. 150-154). <https://relaunch.kreis-ahrweiler.de/kvar/VT/hjb2015/hjb2015.47.pdf>

Schneider, D., Gebauer, P., (2021). *Die Flutkatastrophe im Juli 2021 in Mitteleuropa aus meteorologischer Sicht*. Beiträge zur Berliner Wetterkarte, Verein Berliner Wetterkarte e.V. zur Förderung der meteorologischen Wissenschaft, Berlin, Germany. 12 p. https://www-cdn.eumetsat.int/files/2021-11/Die_Flutkatastrophe_2021.pdf

Seel, K.A., (1983). Die Ahr und ihre Hochwässer in alten Quellen. In: *Heimatjahrbuch des Kreises Ahrweiler*. 10 p. <https://relaunch.kreis-ahrweiler.de/kvar/VT/hjb1983/hjb1983.25.htm>

Stors, N., dir. Kagermeier A., (2013). *Tourismusstudie Ahrtal*. [Rapport de fin d'étude]. Freizeit- und Tourismusgeographie der Universität Trier Initiative Tourismusforschung e. V. 63 p.

Szymczak, S., Backendorf, F., Bott, F., Fricke, K., Junghänel, T., Walawender, E., (2022). Impacts of Heavy and Persistent Precipitation on Railroad Infrastructure in July 2021: A Case Study from the Ahr Valley, Rhineland-Palatinate, Germany. *Atmosphere*, 13 (7), 1118. <https://doi.org/10.3390/atmos13071118>

Thieken, A.H., Bubeck, P., Heidenreich, A., Von Keyserlingk, J., Dillenardt, L., Otto, A., (2022), a. *Performance of the flood warning system in Germany in July 2021 – insights from affected residents*. EGUsphere [preprint]. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2022-244>

Thieken, A.H., Bubeck, P., Zenker, M.L. Wutzler, B., (2022), b. *Strukturierte Auswertung der Dokumentationen zu allen Hochwassertodesopfern in Nordrhein-Westfalen im Juli 2021 und Herausarbeitung von Verbesserungspotenzialen in der Risikokommunikation und in den Warnprozessen anhand der Todesumstände und -ursachen sowie Ereignischarakteristika*. Gutachten für den Parlamentarischen Untersuchungsausschuss V (Hochwasserkatastrophe) des Landtags Nordrhein-Westfalen. 59 p.

Truedinger, A.J., Jamshed, A., Sauter, H., Birkmann, J., (2023). Adaptation after extreme flooding events: moving or staying? The case of the Ahr valley in Germany. *Sustainability*, 15(2):1407. 27 p. <https://doi.org/10.3390/su15021407>

UNISDR, (2015). *Cadre d'action de Sendai : Pour la réduction du risque de catastrophe 2015-2030*. 40p.

Vallée, J.-L., (2004). *Techniguide de la météo*. Ed. Nathan, 222 p.

Vinet, F., Gaillard, J.-C., Leone, F., Denain, J.-C., Clavé, E., Bachri, S., (2011). Modalités spatiales et enjeux préventifs de la reconstruction post-tsunami à Banda Aceh. In *Tsunarisque - Le tsunami du 26 décembre 2004 à Aceh, Indonésie* (pp. 233-270).

Vinet, F., (2010). *Le risque inondation : Diagnostic et gestion*. Editions Lavoisier Tec & Doc collection SRD. 328 p.

Vinet, F., (2018). Les spécificités des évènements d'inondation. In: *Inondations 2 : la gestion du risque* (pp. 205-209). Ed. ISTE Group.

Wybo, J.-L., (2009). Le retour d'expérience : un processus d'acquisition de connaissances et d'apprentissage. M. Specht, G. Planchette. Gestion de crise : le maillon humain au sein de l'organisation. *Economica*. 19 p. <https://hal-mines-paristech.archives-ouvertes.fr/hal-00614238>

Sitographie

AdminStat Germania, (2020). Statistiques concernant la population de Dernau : Karten, Analysen und Statistiken zur ansässigen Bevölkerung. <https://ugeo.urbistat.com/AdminStat/de/de/demografia/dati-sintesi/dernau/20164065/4> [dernière consultation le 03/05/2023]

BBK, (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe), (2023). Cell Broadcast : descriptive du fonctionnement, guide d'utilisation, et réponses aux questions courantes. https://www.bbk.bund.de/DE/Warnung-Vorsorge/Warnung-in-Deutschland/So-werden-Sie-gewarnt/Cell-Broadcast/cell-broadcast_node.html [dernière consultation le 17/05/2023]

CEMS : Copernicus Emergency Management Service, <https://emergency.copernicus.eu/> [dernière consultation le 26/04/2023]

Communauté de communes d'Altenahr, (2018). Données statistiques sur les différentes communes. <https://www.altenahr.de/de/vg-altenahr/daten-fakten/> [dernière consultation le 27/04/2023]

HYGON (données hydrologiques brutes), (2021). Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. <https://luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php> [dernière consultation le 27/04/2023]

KAHR, page principale du projet, (2023). <https://hochwasser-kahr.de/index.php/en/> [dernière consultation le 22/04/2023]

Kreisverwaltung Ahrweiler, (2021). Evolution de la population dans l'arrondissement d'Ahrweiler depuis 1990. <https://kreis-ahrweiler.de/landkreis/zahlen-daten-und-fakten/> [dernière consultation le 03/05/2023]

Reitschuster, (2021). Article de presse : Katastrophale Hochwasser im Ahrtal 2021, 1910, 1804, 1719 und 1601. <https://reitschuster.de/post/katastrophale-hochwasser-im-ahrtal-2021-1910-1804-1719-und-1601/> [dernière consultation le 19/04/2023]

Statista, (2023). Evolution de la population dans l'arrondissement d'Ahrweiler entre 1995 et 2021. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1171782/umfrage/entwicklung-der-gesamtbevoelkerung-im-landkreis-ahrweiler/> [dernière consultation le 03/05/2023]

Ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler, (2019). Données statistiques. <https://www.bad-neuenahr-ahrweiler.de/zahlen-daten/> [dernière consultation le 27/04/2023]

Ville de Bad Neuenahr-Ahrweiler, (2023). Prêts à toutes les éventualités. Descriptif du nouveau système d'alerte. <https://www.bad-neuenahr-ahrweiler.de/aktuelles/fuer-alle-faelle-vorbereitet/> [dernière consultation le 17/05/2023]

Liste des figures

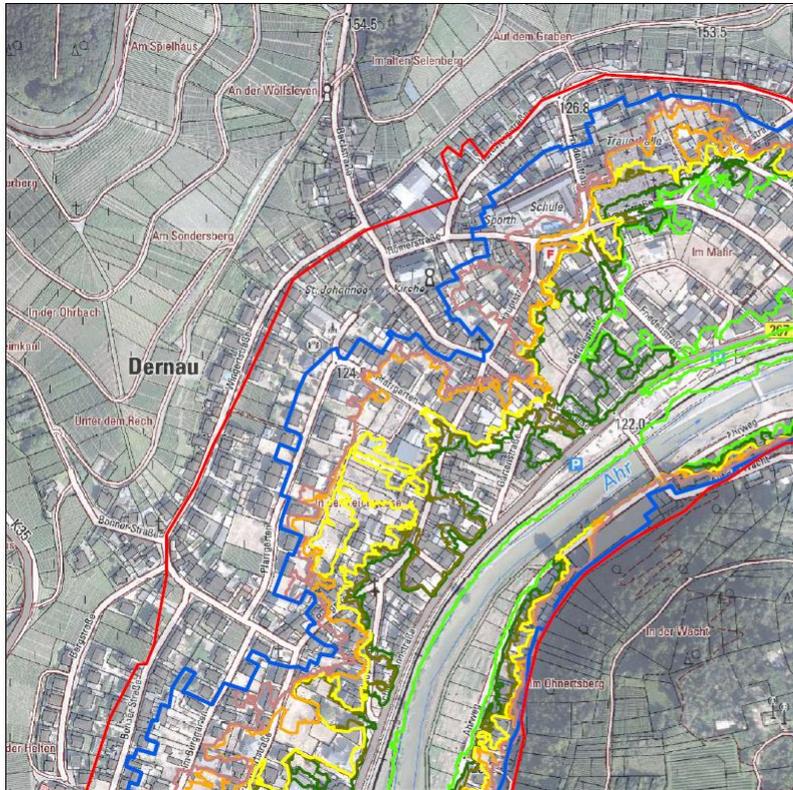
Figure 1 : Dernau, en pleine reconstruction, au cœur de la vallée encaissée de l'Ahr (photographie : S. Bouchenaki, 2023).....	1
Figure 2 : Répartition et nombre d'inondations par pays entre 1970 et 2023.....	6
Figure 3 : Piliers du tourisme de la vallée de l'Ahr (Source : Stors, 2013).....	8
Figure 4 : Localisation de la zone d'étude à l'échelle régionale.....	9
Figure 5 : Dernau et Bad Neuenahr-Ahrweiler, deux communes au cœur de la vallée de l'Ahr.....	10
Figure 6 : Localisation des marques laissées par les inondations historiques de la vallée de l'Ahr (extrait de Roggenkamp et Herget, 2014).....	12
Figure 7 : Zones inondables à Dernau selon différents débits de crues.....	13
Figure 8 : Quantité de pluie (L/m ²) dans le bassin versant de l'Ahr (Source : Deutscher Wetterdienst).....	15
Figure 9 : Chronologie de l'évènement pendant la crise (conception : S. Bouchenaki, 2023 ; sources : Wetterkanal 2021 Westdeutscher Rundfunk 2022, et témoignages).....	18
Figure 10 : Mortalité par commune au sein de la vallée de l'Ahr.....	20
Figure 11 : Dommages causés par le passage de la crue sur les routes (a), les canalisations (b), et les ponts (c), (photographies : S. Bouchenaki, 2023).....	24
Figure 12 : Synthèse schématique des données et méthodes par axe d'étude (Conception : S. Bouchenaki, 2023).....	30
Figure 13 : Développement de l'urbanisation du bâti à Dernau au cours des 70 dernières années.....	49
Figure 14 : Plan de Neuenahr (désormais Bad Neuenahr) en 1903 (extrait de Roggenkamp et Herget, 2014).....	50
Figure 15 : Evolution de la surface urbanisée et cumul sur 70 ans à Dernau (S. Bouchenaki, 2023).....	51
Figure 16 : Répartition du niveau d'endommagement du bâti dans la zone inondée de Dernau en 2021 (a) et en 2023 (b) (S. Bouchenaki, 2023).....	54
Figure 17 : Etat d'endommagement du bâti à Dernau en juillet 2021.....	55
Figure 18 : Etat d'endommagement du bâti à Dernau en février/mars 2023.....	55
Figure 19 : Etat d'avancement de la réhabilitation à Dernau en février/mars 2023.....	56
Figure 20 : Répartition du niveau d'avancement de la réhabilitation dans la zone inondée de Dernau (S. Bouchenaki, 2023).....	57
Figure 21 : Photographie de bénévoles de DZNH en pleine action au sein d'une maison de Dernau (source : publication sur Instagram par @dzn.hilfsorganization) ...	62
Figure 22 : Répartition des constructions temporaires à Dernau et Marienthal en février/mars 2023.....	66
Figure 23 : Répartition des constructions permanentes à Dernau et Marienthal en février/mars 2023.....	68
Figure 24 : Nouveaux aménagements à Bad Neuenahr-Ahrweiler dans un objectif de résilience face au risque inondation.....	72
Figure 25 : Modèle d'impact sur le bâti lors d'une crue de 8 mètres à Dernau (Réalisation : T. Kempfer, 2023).....	75
Figure 26 : Mémoire du risque à travers un hommage aux victimes (a), des œuvres sur les façades de maisons à détruire (b), l'armature d'un pont détruit et des panneaux explicatifs (photographies : S. Bouchenaki, 2023).....	76

Liste des tableaux

Tableau 1 : Grille d'entretien à destination des entreprises de reconstruction (S. Bouchenaki, 2023).....	33
Tableau 2 : Grille d'entretien à destination des associations contribuant à la reconstruction (S. Bouchenaki, 2023)	33
Tableau 3 : Grille d'entretien à destination des pompiers de Dernau et Bad Neuenahr-Ahrweiler (S. Bouchenaki, 2023).....	35
Tableau 4 : Extrait de la grille de terrain pour suivre les observations.....	38
Tableau 5 : Niveaux d'endommagement du bâti à Dernau avec exemples (photographies : S. Bouchenaki, 2023)	40
Tableau 6 : Avancement du processus de reconstruction de la zone d'étude avec exemples (photographies : S. Bouchenaki, 2023)	43
Tableau 7 : Typologie de réurbanisation temporaire avec exemples (photographies : S. Bouchenaki, 2023).....	45
Tableau 8 : Typologie de réurbanisation permanente avec exemples (photographies : S. Bouchenaki, 2023).....	47
Tableau 9 : Répartition des types de réurbanisation temporaire	67

Annexes

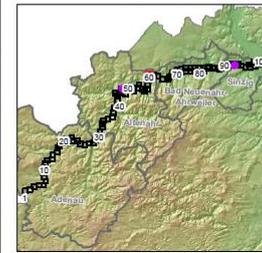
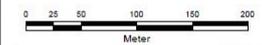
Annexe n°1 : Zones inondées (rouge) et zones inondables (bleu) sur le centre de Dernau et celui de Bad Neuenahr (conception : SGD NORD RLP, 2023)



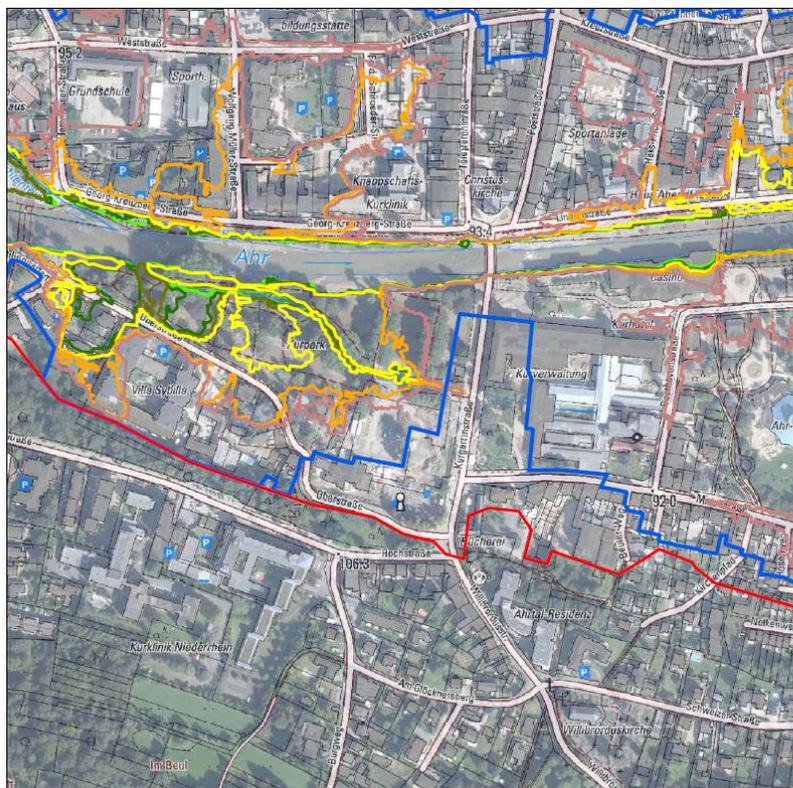
Bezugswasserstände Ahr
Seite 60

Pegel Altenahr	Pegel Bad Bodendorf
Wasserstand [cm]	
1028	485
517	444
449	387
410	349
390	347
369	324
356	313
341	306
319	290

- Pegel
- Anschlaglinie Ereignis vom 14./15.07.2021
- vorläufig sichergestelltes ÜSG Ahr (§76 Abs 3 WHG)



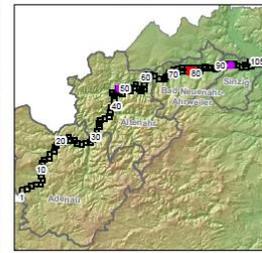
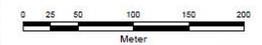
Datengrundlage: LIDAR-Flug vom 23./24.03.2022
Stand: Januar 2023



Bezugswasserstände Ahr
Seite 78

Pegel Altenahr	Pegel Bad Bodendorf
Wasserstand [cm]	
1028	485
517	444
449	387
410	349
390	347
369	324
356	313
341	306
319	290

- Pegel
- Anschlaglinie Ereignis vom 14./15.07.2021
- vorläufig sichergestelltes ÜSG Ahr (§76 Abs 3 WHG)



Datengrundlage: LIDAR-Flug vom 23./24.03.2022
Stand: Januar 2023

Annexe n°2 : Entretien à destination des habitants touchés par les inondations dans la vallée de l'Ahr

-Etiez-vous présent lors de l'inondation du 14 au 15 juillet 2021 ? Si oui, étiez-vous dans votre logement ?

-Jusqu'où l'eau est-elle montée chez vous ? Combien de temps est-t-elle restée ?

-Avant l'inondation, pensiez-vous habiter en zone inondable ?

-Avant l'arrivée de l'eau, avez-vous été prévenu par une alerte ? Si oui, quel type d'alerte et quand l'avez-vous perçu ?

-Quels ont été vos premiers réflexes lorsque l'eau montait chez vous et après l'inondation ?

-Quels ont été les dommages directs et indirects sur votre habitation ?

-Votre logement était-il assuré ? si oui, spécifiquement contre les catastrophes naturelles ?

-Avez-vous perçu des aides financières pour pallier les dommages ? Si oui, de qui ? à quel point devez-vous financer les travaux par vos propres moyens ?

-Avez-vous envisagé de quitter la zone à risque et aller vivre autre part ? Si non, pourquoi ? Quelles raisons vous font rester ici ?

-La ville ou d'autres institutions vous viennent-t-elles en aide pour la reconstruction ?

-Prenez-vous des mesures de protection, qu'elles soient structurelles ou organisationnelles, pour faire face à des inondations futures ? Comptez-vous à l'avenir mettre en place une protection particulière pour votre logement ? Avez-vous à ce sujet eu des consignes de la part de la région ou de la commune ?

-Si vous reconstruisez à l'identique, ne craignez-vous pas qu'un nouvel évènement détruise vos efforts ?

-Pensez-vous que votre commune va vers une résilience face aux inondations ?

-Quelles sont les plus grandes difficultés auxquelles vous devez faire face en ce temps d'après crise ?

Résumé

Les communes de Dernau et Bad Neuenahr-Ahrweiler, dans le centre-ouest de l'Allemagne, sont traversées par l'Ahr et exposées au risque de débordement de ce cours d'eau. Les crues y furent fréquentes, comme l'histoire l'a montré. La plus récente, concentrant notre intérêt, eut lieu du 14 au 15 juillet 2021. La dépression Bernd engendra de nombreuses victimes et dégâts matériels. Nous nous intéressons alors à l'endommagement du bâti, puis à sa reconstruction à partir de différentes grilles d'analyse. La comparaison des dommages entre 2021 et 2023 a montré une évolution vers la reconstruction. En réalité, l'étude montre que celle-ci est en cours mais que son organisation est rythmée par les moyens financiers et disponibilités de chacun. Les mesures prises par les communes tentent de commencer à intégrer la notion de Build Back Better (BBB). Cependant, les habitations semblent se reconstruire de sorte qu'elles restent autant exposées au risque d'inondation qu'elles l'étaient auparavant. Les communes sont également occupées par de nombreuses constructions temporaires qui tentent de pallier le temps de reconstruction. Il reste désormais à développer la prévention et la sensibilisation pour une meilleure gestion.

Mots-clés : *vallée de l'Ahr, inondation, retour d'expérience, endommagement, reconstruction, Build Back Better, prévention*

Abstract

The municipalities of Dernau and Bad Neuenahr-Ahrweiler, in the western center of Germany, are crossed by the Ahr river. Thus, they are exposed to the flood risk. In the past, several floods happened there. The latest one occurred from the 14th to the 15th of July 2021, and we focused on this event. The low-pressure system Bernd caused many deaths and damage. Therefore, we studied the damage and reconstruction of the buildings, using different evaluation grids. In fact, the comparative study of the state of damage from 2021 to 2023 suggested that the reconstruction is going on. It actually depends on the individuals' means and availability. The actions taken by the municipalities are trying to begin to incorporate the notion of Build Back Better (BBB). However, private homes seem to be rebuilt in ways that still leave them exposed to the risk of flooding. The studied towns are also occupied by numerous temporary constructions that try to compensate the time needed for reconstruction. It remains now to develop prevention and awareness for a better risk management.

Keywords: *Ahr valley, flood, feedback, damage, reconstruction, Build Back Better, prevention*