

Rapport

Cabinet du Ministre Philippe HENRY
Ministre Wallon du Climat, de l'Energie et de la Mobilité

Analyse indépendante sur la gestion des voies hydrauliques lors des
intempéries de la semaine du 12 juillet 2021

Lot 1 - factualisation

Rapport de synthèse



Auteur

Fränz Zeimetz
Marina Launay
Pierre Bourqui
Emeline Calixte
Catherine Fallon (U.Liège)
Jacques Teller (U.Liège)

Stucky SA
Rue du Lac 33, case postale
CH-1020 Renens VD 1
Suisse
T +41 21 637 15 13
F +41 21 637 15 08
stucky@stucky.ch
www.stucky.ch

N° du document
5875 / 4001a

Date
8 octobre 2021

Feuille de contrôle

Auteur	Fränz Zeimetz Marina Launay Pierre Bourqui Emeline Calixte Catherine Fallon (U.Liège) Jacques Teller (U.Liège)		Ingénieurs de projet
Contrôlé par	Thomas Michaud	Chef-adjoint de Département	Chef de projet
Validé par	Stéphanie André	Cheffe de Département	Comité de projet

Historique des modifications

La dernière version annule et remplace les précédentes.

Version	Modifications	Date	Réalisé / modifié par
-	Version de base	30.09.21	MITH
a	Version finale	08.10.21	MITH

Sommaire		page
1	Introduction	1
1.1	Contexte	1
1.2	Organisation	1
2	Liste des références et données de base	2
2.1	Références des études	2
2.2	Données de base	2
3	Périmètre d'étude et méthodologie	5
3.1	Périmètre d'étude	5
3.2	Méthodologie	6
3.2.1	Analyse météorologique	6
3.2.2	Analyse hydrologique	6
3.2.3	Analyse hydraulique	7
3.2.4	Visite de sites et recueils de témoignages de gestionnaires	8
3.2.5	Consultation publique	8
4	Organisation de la gestion des cours d'eau et des ouvrages hydrauliques en Wallonie	10
4.1	Gestion des cours d'eau	10
4.1.1	SPW MI : le Département des Voies hydrauliques de Liège et des barrages-réservoirs	11
4.1.2	SPW MI : le Département Expertise Hydraulique et Environnement	12
4.1.3	Le SPW ARNE (DCENN) : Direction des Cours d'Eau Non Navigables	12
4.1.4	Suivi hydrologique des cours d'eau	13
4.1.5	Le SPW CRC (Centre Régional de Crise)	13
4.1.6	Le rôle des provinces (cours d'eau de catégorie 2)	14
4.2	La gestion des barrages en Wallonie	14
5	Description de l'évènement du 12 au 16 juillet 2021	16
5.1	Observations et analyse de la pluviométrie	16
5.1.1	Données à disposition	16
5.1.1.1	Stations pluviométriques	16
5.1.1.2	Courbes intensités-durées-fréquences (IDF) de l'IRM	18
5.1.1.3	Identification des pluviomètres les plus significatifs	18
5.1.2	Hyétoigrammes du mois de juillet et description sommaire de l'évènement du 13-16 juillet	19
5.1.3	Estimations des périodes de retour pour les cumuls de pluie de 24h, 48h et 72h	21
5.1.3.1	Courbes intensités-durées-fréquences (IDF) de l'IRM (approche 1)	21
5.1.3.2	Ajustements IDF sur les observations (depuis 1986) récentes sans 2021 (approche 2)	22
5.1.3.3	Ajustements IDF sur les observations (depuis 1986) récentes avec 2021 (approche 3)	25
5.1.3.4	Conclusions intermédiaires et remarques sur les estimations des périodes de retour	26
5.1.4	Superpositions des observations ponctuelles et des observations radar issues du produit RADCLIM	27
5.1.5	Cumuls moyens issus des données radar par bassin versant	29
5.1.6	Analyse des prévisions météorologiques	31
5.1.6.1	Prévisions du modèle ALARO	31
5.1.6.2	Prévisions des archives de l'ECMWF	31

5.1.7	Comparaisons des cumuls issues des prévisions ALARO et des données RADCLIM	31
5.1.8	Analyse des prévisions ECMWF	33
5.1.9	Conclusions générales relatives à l'analyse de la pluviométrie	35
5.2	Analyse de l'évènement d'un point de vue hydrologique	36
5.2.1	Données hydrologiques disponibles	36
5.2.1.1	Stations hydrométriques	36
5.2.1.2	Laisses de crue	37
5.2.1.3	Jaugeages	38
5.2.2	Estimation des débits de pointes lors des évènements de juillet	39
5.2.3	Hydrogrammes du mois de juillet et reconstitution des débits de pointe	43
5.2.3.1	Bassin versant de la Vesdre	43
5.2.3.2	Bassin versant de l'Ourthe	48
5.2.3.3	Bassin versant de l'Amblève	51
5.2.3.4	Bassin versant de la Meuse aval	51
5.2.3.5	Synthèse des débits de pointe	52
5.2.4	Estimations des périodes de retour de l'évènement de crue	55
5.2.4.1	Conclusions intermédiaires et remarques sur les estimations des périodes de retour	61
5.3	Analyse de l'évènement d'un point de vue hydraulique	62
5.3.1	Analyse qualitative des processus aggravants	62
5.3.2	Evaluation de la capacité du lit mineur de la Vesdre	63
5.4	Analyse de l'évènement du point de vue des barrages	66
5.4.1	Reconstitution des débits au droit du barrage d'Eupen et gestion de la crue	66
5.4.2	Résumé de la situation au barrage de la Gileppe et comparaison avec Eupen	78
5.4.3	Analyse de l'évènement au droit des barrages de l'île Monsin, Robertville et Butgenbach	78
5.4.3.1	Situation à Liège et influence du barrage de l'île-Monsin	78
5.4.3.2	Gestion de l'évènement aux barrages ENGIE de Robertville et Butgenbach	82
5.5	Recueil de témoignages de sinistrés	85
5.5.1	Recrutement des répondants	85
5.5.1.1	Sélection des répondants	86
5.5.1.2	Déroulement des entretiens et de la table ronde	88
5.5.2	Retranscription et anonymisation des témoignages	89
5.5.3	Résultats	90
6	Prévention et gestion d'un évènement inondation	100
6.1	Outils de cartographie des risques d'inondation et implication sur l'aménagement du territoire	100
6.1.1	Carte d'aléa d'inondation et conséquences sur les permis d'urbanisme	100
6.1.2	Observations lors de l'évènement du 12 au 16 juillet 2021	101
6.2	Les Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI)	105
6.3	Groupe Transversal Inondation	106
6.4	Procédures d'alarme et d'intervention	107
6.4.1	Procédures de planification et de préparation	107
6.4.2	Procédures d'alarmes météorologiques et hydrologiques	108
6.4.3	Collaboration avec le CRC	109
6.4.4	Procédures d'intervention	110
6.4.5	Procédures de communication lors de situation d'urgence	111

7	Gestion de crise lors de l'évènement du 12 au 16 juillet 2021	113
7.1	IRM - DGH - CRC : Avertissements et alertes envoyés et reçus	113
7.2	La gestion de la crise en province de Liège	116
7.3	Communication durant la crise	117
8	Synthèse et conclusions	120
8.1	Synthèse de l'analyse de l'évènement	120
8.2	Autres conclusions sur la gestion, la prévention et les organisations	121
8.3	Principales conclusions concernant la consultation citoyenne	123

Annexe

- A) Courbes IDF de l'IRM
- B) Organisation de la gestion de crise et la planification d'urgence en Région wallonne
- C) Consultation citoyenne - protocole d'enquête et résultats
- D) Consignes générales définies par le GTI pour la remise d'avis des gestionnaires de cours d'eau en matière de permis d'urbanisme
- E) Localisation des sections pour lesquelles une analyse hydraulique selon Strickler a été faite
- F) Ajustement GEV aux débits horaires des stations de débit du bassin de la Vesdre, de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Basse Meuse avec intervalle de confiance à 95% et indication du débit de pointe observé en juillet 2021

1 Introduction

1.1 Contexte

La Wallonie a connu la semaine du 12 juillet 2021 des niveaux de précipitations historiques, entraînant des inondations exceptionnelles et causant des pertes humaines et des dégâts immobiliers, mobiliers et psychologiques considérables. Citoyens, entreprises et autorités publiques, tous ont été sévèrement touchés.

Un questionnement a fait jour dans les premières heures de la crise notamment sur la qualité des informations qui circulaient, les prises de décision intervenues, l'état de résistance des infrastructures. Dès le lendemain, ce sont des questions quant à la prévisibilité du phénomène subi et à la prévention des conséquences des inondations qui sont remontées vers les autorités publiques et en particulier, vers le Service Public de Wallonie (SPW) Mobilité et Infrastructures (MI). Des citoyens font également état de phénomènes localisés de « vagues » qui méritent d'être analysés.

Dans ce cadre, le bureau Stucky a été mandaté par le Cabinet du Ministre Philippe Henry afin de réaliser une mission d'analyse indépendante visant à donner les éléments de réponses clairs et factuels sur la qualité des procédures de gestion des voies d'eau mises en œuvre entre le 12 et le 16 juillet 2021, au vu :

- > Du contexte de multiplicité des responsabilités décisionnelles notamment des gestionnaires de voies d'eau.
- > Du niveau d'incertitude des prévisions des phénomènes hydrologiques.

La mission est composée de deux lots distincts dont les méthodologies de réalisation et les délais d'exécution sont différents. Le premier lot dit de "factualisation" consiste à dresser un état des lieux du contexte wallon en matière de gestion des voies hydrauliques et de gestion des inondations puis à réaliser un examen critique de la quantité, la nature et la qualité de l'information dont disposait le SPW MI avant et pendant l'évènement. Les processus (hydrologiques, hydrauliques, etc.) mis en évidence lors de l'évènement devront être analysés ainsi que les processus de gestion des infrastructures hydrauliques. Le présent rapport constitue le rendu de ce premier lot d'étude.

Sur la base de ce diagnostic, le deuxième lot aura pour but d'émettre des recommandations afin d'améliorer les différents outils et procédures permettant d'améliorer la gestion du risque d'inondation en région wallonne dans le futur. Ce deuxième lot fera l'objet d'un rapport ultérieur.

1.2 Organisation

Le bureau Stucky, pilote de l'étude, est en charge de l'ensemble des aspects techniques : météorologie, hydrologie, hydraulique, analyse du fonctionnement des ouvrages hydrauliques, analyse du système de prévention des crues, etc.

Il s'est adjoint les services des instituts LEMA (Local Environment Management and Analysis) et SPIRAL de l'Université de Liège afin de procéder au recueil de témoignages de sinistrés, d'une part, et d'analyser les aspects institutionnels et organisationnels de la gestion des inondations et des voies hydrauliques, ainsi que de la gestion de crise, d'autre part.

2 Liste des références et données de base

L'ensemble des études et des données ci-dessous ont été mis à disposition du bureau Stucky et de l'Université de Liège pour mener la mission.

2.1 Références des études

- [1] Rapport inondations et ses annexes - réponse à la note verte du 21 août 2021 - SPW MI à l'attention du Ministre Philippe Henry -* version provisoire du 27.08.2021
- [2] Le barrage-réservoir de la Vesdre à Eupen - L. Van Wetter & J. De Clercq
- [3] Protocole de collaboration interne entre la Direction de la Gestion Hydrologique (DGH) et le Centre Régional de Crise (CRC) et ses annexes - 09.01.2020
- [4] Première reconstruction des valeurs hydrologiques associées aux événements de juillet 2021 dans la vallée de la Vesdre - Liège Université - Sciences Appliquées - Laboratoire HECE (Hydraulics in Environmental and Civil Engineering) - août 2021
- [5] Réunion du 09.09.2021 - Note sur la rénovation du barrage de Monsin - SPW MI
- [6] Notice méthodologique d'élaboration des cartographies des zones soumises à l'aléa d'inondation et des risques de dommages dus aux inondations - SPW - version du 30 avril 2020 disponible en ligne sur le site de la DCENN
- [7] Van de Vyver, H. (2013). *Practical return level mapping for extreme precipitation in Belgium*. Institut Royal Météorologique de Belgique. Publication scientifique et technique N°062.
- [8] Van de Vyver, H. (2012), Spatial regression models for extreme precipitation in Belgium, *Water Resour. Res.*, 48, W09549, doi:10.1029/2011WR011707.
- [9] Coles, S. (2001). *An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values*. Springer Series in Statistics. Springer-Verlag London.
- [10] Jenkinson, A. F. (1955). The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 81(348):158–171.
- [11] Service Public de Wallonie, Projets des Plans de Gestion des Risques d'Inondations 2022-2027, Districts hydrographiques internationaux de la Meuse, de l'Escaut, du Rhin et de la Seine, Mise en œuvre de la Directive 20007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, 25 mars 2021
- [12] Note de manutention des eaux - Version du 05/2021 - SPW MI
- [13] Chronographe réalisé par l'équipe du barrage d'Eupen lors de l'évènement de crue - Version du 03.08.2021 - SPW MI
- [14] Traité de Génie Civil de l'Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne - Constructions hydrauliques, écoulements stationnaires - W. H. Hager et A. J. Schleiss.

2.2 Données de base

Le Tableau 2-1 ci-après résume les données de base qui ont été mises à disposition du mandataire.

Domaine	Type de données	Emprise géographique	Format	Fournisseur
Général	Données SIG diverses (MNT, réseau hydrographique, cartes d'aléas, occupation du sol, bassins versants, etc.)	Toute la Wallonie	Raster et ShapeFile	SPW Géomatique (commande de données via WalonMap)
Topographie	Bathymétrie des cours d'eau (relevé datant des années 1960)	-Vesdre	Fichiers xyz	SPW DCENN
Hydrologie	Données de hauteurs et débits mesurés sur l'ensemble du réseau de la DGH (WacondaH) Sur tout l'historique disponible + pendant l'évènement	-La Vesdre -L'Ourthe -L'Ambleve -La Meuse entre l'embouchure de l'Ourthe et Ile Monsin	Fichiers .csv	SPW MI DGH
Hydrologie	Données de hauteurs et débits mesurés sur l'ensemble du réseau de la DCENN (AQUALIM) Sur tout l'historique disponible + pendant l'évènement	-La Vesdre -L'Ourthe -L'Ambleve	Fichiers .txt	SPW MI SPW ARNE DCENN
Hydrologie	Débits de référence (analyse fréquentielle) avec temps de retour sur l'ensemble du réseau de la DCENN	-La Vesdre -L'Ourthe -L'Ambleve	Fichiers .xls + .docx	SPW ARNE DCENN
Hydrologie	Données de jaugeage réalisées pendant l'évènement	-La Vesdre -L'Ourthe -L'Ambleve	Fichier .xlsx	SPW MI SPW ARNE DCENN
Hydrologie	Relevé de traces de crue sur les bâtiments et infrastructures après l'évènement	Toute la Wallonie	Fichier Excel avec coordonnées GPS	SPW SG

Domaine	Type de données	Emprise géographique	Format	Fournisseur
Météorologie	Observations aux pluviomètres automatiques	Toute la Wallonie	.xlsx	SPW MI
Météorologie	Courbes IDF	aux endroits des pluviomètres automatiques	.csv	IRM
Météorologie	Observations radar pour la période de crue de juillet 2021	Toute la Wallonie	.tif	IRM
Météorologie	Prévisions ALARO	Toute la Wallonie	.grib	IRM
Météorologie	Prévisions ECMWF	Toute la Wallonie	.grib	IRM
Barrages	Plans et documentation sur le fonctionnement (note de manutention, plans, chronologie pendant l'évènement, etc.)	Eupen et Gileppe	Fichiers .pdf + .xlsx	SPW MI DBR
Barrages	Hauteurs et débits mesurés dans les différents organes pendant l'évènement et tables de conversion	Eupen	Export .xlsx des données CITECT	SPW MI DBR
Barrages	Chronologie des manœuvres effectuées et débits mesurés dans les différents organes pendant l'évènement	Butgenbach et Robertville	Fichiers .pdf et .xlsx	ENGIE
Crues	Cartographie des zones inondées lors de l'évènement	Toute la Wallonie	ShapeFile .shp	SPW SG
Crues	Compte-rendu des réunions du GTI depuis 2018	Toute la Wallonie	Fichiers .pdf	CRC
Crues	Ensemble des messages et alertes reçus et transmis pendant l'évènement par le CRC.	Toute la Wallonie	Fichiers .pdf	CRC

Tableau 2-1 : Liste des données de base mises à disposition du mandataire

3 Périmètre d'étude et méthodologie

3.1 Périmètre d'étude

Le périmètre d'étude a été subdivisé en 3 niveaux d'analyse :

- > **Niveau 1** : périmètre élargi (**région Wallonne**) : certains aspects techniques ont été étudiés à cette échelle, il s'agit notamment de l'analyse des données météorologiques, afin notamment de mettre en évidence les régionalisations de l'évènement et de garder une vision globale. De même l'analyse des processus institutionnels et organisationnels ou encore de la gestion de crise a été faite selon ce périmètre élargi.
- > **Niveau 2** : périmètre rapproché (régions les plus sévèrement touchées : **bassins versants de la Vesdre, de l'Ourthe, de la Meuse jusqu'à l'île Monsin, etc.**) : l'analyse technique a principalement été réalisée sur ce périmètre, notamment en ce qui concerne l'hydrologie. En ce qui concerne les ouvrages hydrauliques, les barrages d'Eupen, de la Gileppe, de l'île Monsin, de Butgenbach et Robertville ont notamment été intégrés à l'analyse.
- > **Niveau 3** : périmètre d'étude ciblée (région la plus meurtrière : **bassin versant de la Vesdre et fonctionnement du barrage d'Eupen**) : une analyse plus fine de l'évènement a été faite sur ce périmètre ciblé, notamment dans la reconstitution de l'évènement et dans l'analyse du fonctionnement du barrage d'Eupen.

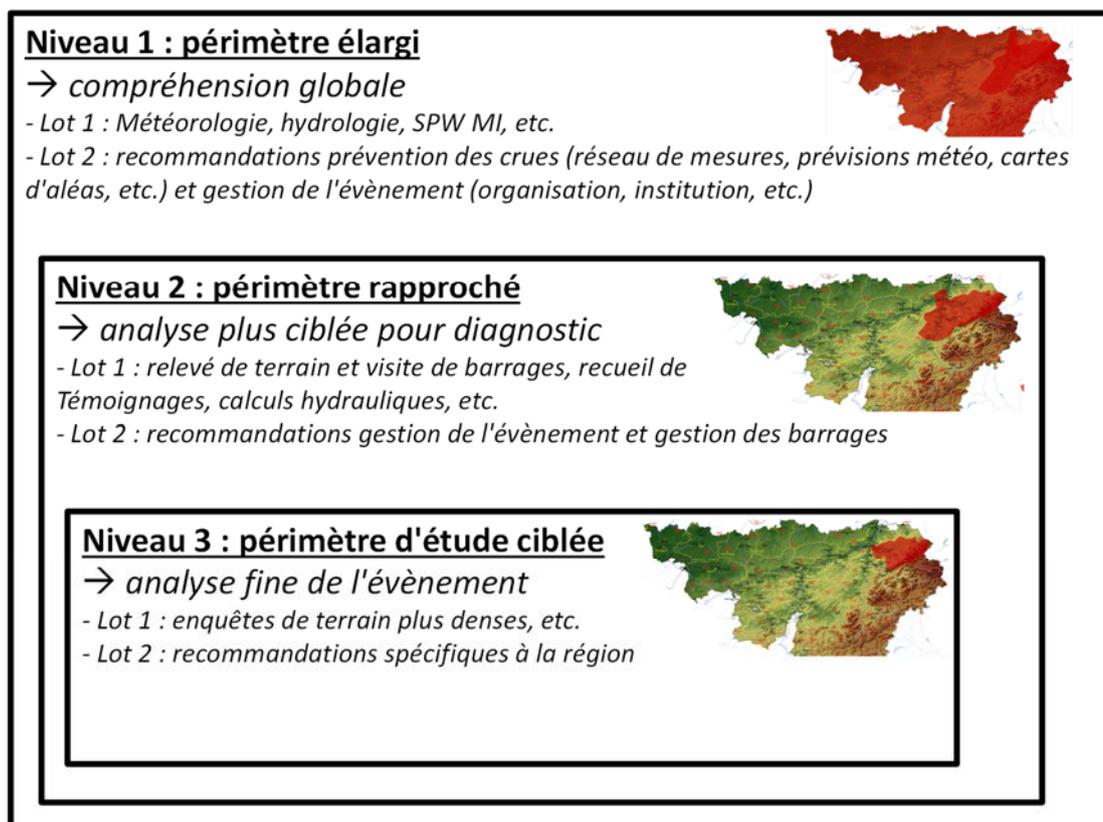


Figure 3-1 : Schématisation des niveaux d'analyse du périmètre d'étude pour les lots 1 et 2

3.2 Méthodologie

Comme prévu dans les documents contractuels, la méthodologie utilisée pour la présente analyse a été adaptée aux délais particulièrement courts imposés par le phasage de l'étude. Elle se base essentiellement sur l'analyse des faits passés sur la base des mesures et des observations. En ce qui concerne notamment la reconstitution de l'évènement, des méthodes empiriques ont été appliquées avec les données à disposition afin de reproduire au mieux les phénomènes observés. Au vu de la quantité importante d'information et de données collectées au cours de ce premier lot d'étude, il serait intéressant de prolonger l'analyse à un niveau de détail plus important, notamment en ce qui concerne la reconstitution hydrologique de l'évènement. Un modèle pluie-débit complet sur les bassins versants de la Vesdre et de l'Ourthe prenant en compte le fonctionnement des ouvrages d'Eupen et de la Gileppe pourrait notamment être mis en place, si un délai plus important était mis à disposition du mandataire. Cela permettrait, en outre, de simuler différents scénarii d'inondation et de tester éventuellement des modes de gestion différents des ouvrages. Mais cela est hors cadre du présent mandat.

3.2.1 Analyse météorologique

L'analyse météorologique se base sur les quatre types d'informations suivantes :

1. Données d'observation de pluviomètres.
2. Résultat d'analyse (courbes intensité-durée-fréquence IDF) de l'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM).
3. Données d'observation issues de radar.
4. Prévisions.

L'analyse météorologique vise à analyser les points suivants :

1. Contextualisation de l'évènement.
2. Estimation et discussion de la période de retour de cumuls de précipitations observées.
 - > Les courbes IDF de l'IRM sont utilisées à ce but, tout comme des estimations basées sur les données pluviométriques en analysant l'influence en termes de statistiques de l'évènement de juillet 2021 sur l'estimation de la période de retour.
3. Comparaison des données des pluviomètres et de radars avec discussion sur la distribution spatiale de l'évènement.
4. Comparaison des prévisions et des observations.

3.2.2 Analyse hydrologique

L'analyse hydrologique a pour objectif de :

1. Synthétiser les données de mesures disponibles.
2. Reconstituer les débits de pointes aux différentes stations de mesure qui ont été endommagées pendant l'évènement :
 - a. par généralisation en appliquant un rapport de surfaces drainées entre deux stations proches
 - b. par détermination via l'utilisation d'une méthode semi-empirique : la méthode rationnelle

- c. par calcul du débit correspondant aux hauteurs des laisses de crue observées sur le terrain avec une loi de Manning-Strickler
 - d. par reconstitution des débits déversés au barrage de la Vesdre à partir des niveaux mesurés.
3. Contextualiser l'événement et estimer sa période de retour aux différentes stations hydrométriques. Une analyse statistique Generalized Extreme Values (GEV) a été conduite pour les stations ayant une période de mesures suffisamment longue.
 4. Comparer les données obtenues avec les débits et périodes de retour utilisés pour établir les cartes d'aléa.

Les données suivantes ont été utilisées pour réaliser cette analyse hydrologique :

1. Données de débits mesurées aux stations hydrométriques du SPW et de la DGH et fournies aux pas de temps 5 minutes, 10 minutes, horaire et journalier.
2. Données de niveaux et de débits mesurés en amont et dans les lacs de la Gileppe et d'Eupen (données SPW MI-DBR).
3. Observations de terrain relevées lors de l'événement et en septembre 2021 : jaugeages, laisses de crue, rugosité de terrain, détermination de sections caractéristiques.
4. Données de couverture du sol du réseau WALOUS 2018 obtenues via WalonMap.
5. Résultats d'analyse du rapport de l'Université de Liège sur une première reconstruction des valeurs hydrologiques associées aux événements de juillet 2021 dans la vallée de la Vesdre [4].
6. Données issues des pluviomètres.
7. Résultats d'analyse (courbes intensité-durée-fréquence IDF) de l'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM).

3.2.3 Analyse hydraulique

Estimation des débits de pointes lors des événements de juillet 2021

Comme la majorité des stations limnimétriques installées sur la Vesdre, l'Ourthe et leurs affluents ont été emportées durant les événements du 14 et 15 juillet 2021, l'analyse hydraulique a pour but de donner une estimation des débits maximums qui ont transité dans ces deux cours d'eau et leurs principaux affluents.

Cette analyse est basée sur une approche simplifiée d'un calcul d'écoulement uniforme en section, selon Strickler. Il est évident que l'hypothèse d'un écoulement uniforme est parfois peu réaliste dans le cas des événements de juillet, les cours d'eau ayant repris la totalité de leur lit majeur, souvent densément bâti. Cependant, des sections favorables à cette approche ont pu être déterminées lors de la visite sur site et par l'observation croisée des images aériennes, des données topographiques et des relevés de traces de crues du SPW SG.

Ces analyses hydrauliques ne permettent pas de fournir des valeurs absolues des débits qui ont transité dans les cours d'eau, mais elles ont comme objectif d'établir des ordres de grandeurs de débits en différents points des bassins versants, qui pourront être comparés avec les résultats obtenus par les autres approches (analyse hydrologique en particulier).

Analyse qualitative des processus aggravants

Lors d'un événement de crue, des processus aggravants peuvent venir s'ajouter aux débits importants présents dans les cours d'eau et augmenter les dangers d'inondation. Ces risques sont principalement liés aux embâcles aux ouvrages de franchissement et aux phénomènes de transport solide (érosions et dépôts de sédiments).

Une analyse qualitative de la présence des processus aggravants et de leur impact lors des événements de juillet est réalisée sur la base des observations faites sur site (voir chapitre 5.3).

Evaluation de la capacité du lit mineur de la Vesdre

En plus de l'analyse des événements de juillet, il est intéressant de pouvoir évaluer la capacité hydraulique actuelle du lit mineur de la Vesdre, en différents points du bassin versant, et de la confronter avec les temps de retour analysés au droit des stations limnimétriques (voir chapitres 5.3.2 et 5.2.4). Les sections retenues pour ce calcul de capacité sont donc situées proches d'une station limnimétrique.

Comme pour l'estimation des débits de pointe des événements de juillet, cette analyse de capacité du lit mineur est basée principalement sur un calcul d'écoulement uniforme en section selon Strickler, avec comme données topographiques les profils en travers de la Vesdre relevés dans les années 60. Dans ces conditions, l'hypothèse d'un écoulement uniforme est plausible et la pertinence de l'utilisation de la formule Strickler est largement augmentée.

Un certain nombre de seuils sont présents dans le cours de la Vesdre. La capacité des sections situées à l'amont immédiat de tels ouvrages est évaluée par une loi de seuil.

3.2.4 Visite de sites et recueils de témoignages de gestionnaires

Pour assurer une compréhension de la configuration du terrain et des installations hydrauliques spécifiques, une visite de terrain a été réalisée sur les sites du Barrage Monsin ; des barrages de la Gileppe et de la Vesdre ; ainsi que sur le site Engie (centrale de pompage – turbinage de Coe) situé à Trois Pont. Des entretiens ont été menés avec des experts du SPW MI, ainsi qu'au Centre Régional de Crise (CRC) et au service Technique Provincial (STP) de Liège. Plusieurs entretiens individuels, spécifiquement orientés sur la gestion locale de crise lors des événements de juillet 2021, ont été menés avec des gestionnaires communaux en charge de la planification d'urgence ou de la gestion de crise.

3.2.5 Consultation publique

Il s'agit, dans le cadre de la consultation citoyenne, de compléter les données de mesures sur site par une analyse de la perception des événements par la population locale.

Cette consultation a deux finalités principales :

- > Elle permet d'une part d'alimenter le diagnostic par des données terrain qui ne seraient pas disponibles à travers les outils de mesure conventionnels : présence d'embâcles, refoulement du système d'égouttage (y compris dans les bâtiments), chronologie de montée des eaux et du pic de crue, nature des eaux (pollution, présence de boue etc.).
- > La consultation de la population fournit d'autre part une représentation concrète du vécu des habitants par rapport aux phénomènes hydrologiques mesurés et quantifiés, tant en matière d'ampleur que de vitesse du phénomène. Elle permet de replacer les événements dans le cadre de l'expérience des habitants en considérant les mesures de préparation, d'adaptation et de réparation qu'ils ont pu éventuellement adopter.

Nous nous sommes ainsi centrés sur les informations reçues au cours des 48 heures ayant précédé l'événement, et ce par différents canaux (presse, autorités, réseaux sociaux et, voisins), sur les observations et les comportements adoptés lors de la crue (localisation, chronologie des

événements, observation de phénomènes de vague), et sur les mesures prises après la crue (secours, évacuation, relogement, contacts avec les assurances et, travaux réalisés).

La consultation est basée sur le croisement de deux dispositifs méthodologiques : des entretiens individuels et des focus groups (tables rondes). Les participants à ces deux types d'enquête ont été recrutés via un formulaire électronique diffusé via les réseaux sociaux.

Le choix de croiser ces deux dispositifs est lié à des critères d'efficacité et d'efficience. Il s'agissait de récolter suffisamment d'information pertinente en un temps très court (deux semaines), tout en permettant aux habitants d'exposer leurs observations en détail, qu'il s'agisse de phénomènes hydrologiques ou de leur capacité à faire face aux événements. La combinaison de ces deux critères disqualifiait d'emblée toute forme d'enquête quantitative sur base d'un échantillon représentatif. Le choix de proposer des entretiens individuels et des groupes focalisés était par ailleurs destiné à garantir une confidentialité forte aux répondants qui hésiteraient à s'exprimer dans le cadre d'une table ronde. Ce dernier dispositif est plus adapté pour recueillir une reconstruction collective de la crise à travers les interactions entre participants, ce que ne permet pas nécessairement l'entretien individuel.

4 Organisation de la gestion des cours d'eau et des ouvrages hydrauliques en Wallonie

4.1 Gestion des cours d'eau

Les cours d'eau en Wallonie sont regroupées en différentes catégories :

- > Les voies hydrauliques : gérées par le SPW Mobilité et Infrastructures (MI) (trois Départements des Voies Hydrauliques : DVH de Tournai et Mons ; DVH de Charleroi et Namur ; DVH de Liège et des Barrages-Réservoir).
- > Les cours d'eau de 1^{ère} catégorie : gérés par le SPW Agriculture, Ressources naturelles Environnement (ARNE) – Direction des cours d'eau non navigables (DCENN).
- > Les cours d'eau de 2^{ème} catégorie : gérés par la province.
- > Les cours d'eau de 3^{ème} catégorie : gérés par la commune.
- > Les cours d'eau non classés : gérés par le riverain.

Les voies hydrauliques (en rouge) et les cours d'eau de 1^{ère} catégorie (en bleu) sont représentés sur la Figure 4-1 ci-dessous.

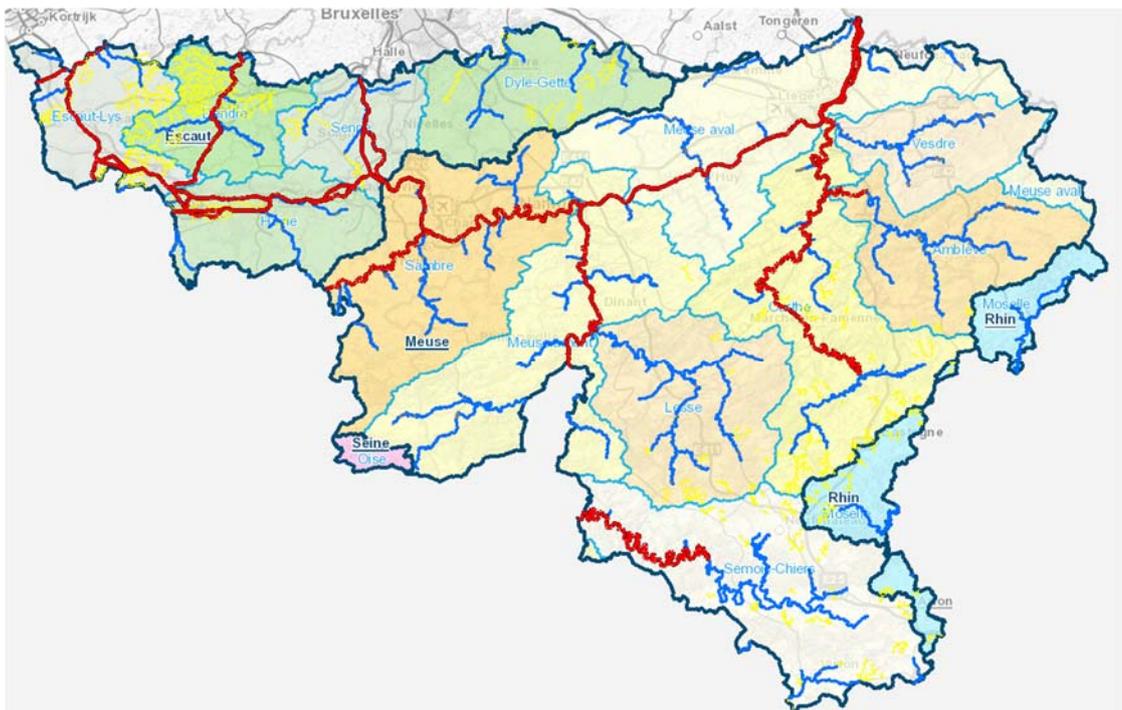


Figure 4-1 : Réseau hydrographique Wallon : voies hydrauliques (en rouge) et cours d'eau de 1^{ère} catégorie (en bleu)

La Wallonie compte 450 km de voies navigables et 4 ports : le port autonome du Centre et de l'Ouest (PACO), le port autonome de Charleroi (PAC), le port autonome de Namur (PAN) et le port autonome de Liège (PAL).

Au sein du SPW Mobilité et Infrastructures, cinq directions territoriales se répartissent la gestion du réseau des voies navigables en Wallonie (Tournai, Mons, Charleroi, Namur, Liège) qui sont regroupées au sein des trois départements des voies hydrauliques :

- > Département des Voies hydrauliques de Tournai et Mons.
- > Département des Voies hydrauliques de Charleroi et Namur.
- > Département des Voies hydrauliques de Liège et des Barrages-Réservoirs.

4.1.1 SPW MI : le Département des Voies hydrauliques de Liège et des barrages-réservoirs

Les missions de ce Département sont les suivantes :

- > Exploiter, entretenir et développer les infrastructures de transport et de stockage d'eau, et leurs équipements.
- > Contrôler et inspecter l'état des infrastructures, des ouvrages et des équipements et garantir leur sécurité vis-à-vis de la population.
- > Autoriser et contrôler l'occupation du domaine public et des ouvrages mis en concession.
- > Apporter assistance technique, conseil et expertise et, le cas échéant, subsidier.
- > Proposer des adaptations réglementaires en tenant compte des contraintes de terrain et des besoins des utilisateurs locaux.

Il repose sur deux directions :

- > La Direction des Voies hydrauliques de Liège assure la modernisation et l'entretien de la Meuse en province de Liège, de la dérivation de la Meuse, du canal Albert, du canal de Lanaye, du canal et du barrage de Monsin, du canal de Haccourt à Visé, du canal de l'Ourthe, de l'Ourthe en aval du barrage de Nisramont et de l'Amblève en aval du pont de Sougné à Aywaille.

Pour ces voies d'eau, et les infrastructures qui les équipent (parties génie civil et électromécanique), en collaboration avec d'autres services du SPW Mobilité et Infrastructures, elle gère les travaux de modernisation et d'investissement ainsi que les travaux d'entretien ordinaires et extraordinaires.

- > La Direction des Barrages-réservoirs assure la gestion des grands barrages-réservoirs et de leurs équipements et ouvrages annexes, dans le respect de leurs objectifs de fonctionnement : réserve d'eau pour la production d'eau potable, soutien d'étiage pour la navigation, rétention de crues, production d'hydroélectricité et stockage d'énergie via pompage-turbinage, et développement touristique. Elle gère les aspects hydrologiques relatifs à ces ouvrages (étiages, crues, restitution...) en collaboration avec la direction de la Gestion hydrologique. Elle inspecte les ouvrages et équipements, et contrôle les ouvrages concédés (par ex. le cas des barrages réservoirs concédés à Engie). Elle réalise aussi des travaux de modernisation et d'entretien des ouvrages et des sites. Pour ce faire, elle dispose de deux districts (Ouest et Est) et de cinq régies (une par site). Elle assure également la gestion, l'entretien et la modernisation des équipements électromécaniques sur les barrages-réservoirs et ouvrages annexes de son ressort. Pour ce faire, elle s'appuie sur ses deux ateliers de maintenance des équipements (Plate-Taille et Gileppe). Pour les réserves destinées à la production d'eau potable, elle collabore avec la SWDE afin de garantir une alimentation suffisante d'eau brute aux stations de traitement. La direction assure également le secrétariat du Comité belge des grands barrage.

4.1.2 SPW MI : le Département Expertise Hydraulique et Environnement

Au sein du SPW MI, un service transversal assure une assistance technique aux directions territoriales. Il s'agit du Département Expertises Hydraulique et Environnement. Les directions suivantes le composent :

- > La direction des Études d'ouvrages hydrauliques étudie les ouvrages d'art hydrauliques (écluses, barrages, stations de pompage, bâtiments techniques, etc.), tant dans les matières du génie civil que dans les matières électromécaniques.
- > La direction des Recherches hydrauliques réalise des recherches et des études sur l'ensemble des voies d'eau, navigables ou non, en intégrant des modèles physiques construits en laboratoire (site de Chatelet) ou des modèles numériques validés par des mesures sur le terrain.
- > La Direction de la Gestion hydrologique (DGH) développe et entretient un réseau hydrologique permanent sur l'ensemble du territoire wallon (pluviomètres et stations hydrométriques). La DGH assure :
 - o Des campagnes de mesures spécifiques in situ et une assistance aux DVH et aux partenaires externes ;
 - o Le contrôle-qualité des données ainsi que leur diffusion
 - o La participation aux travaux du GTI (Groupe Transversal Inondations) en assurant la prise en compte des thématiques inondations-sécheresses, des risques liés au réchauffement climatique et par la mise en œuvre de la Directive européenne « inondations »
 - o La coordination renforcée par un accord de coopération avec l'IRM, pour le transfert des informations météorologiques et pour le développement de projets de recherche conjoints
 - o L'annonce et la prévision des inondations (Code de l'eau) sur l'ensemble du territoire wallon
 - o Elle déclenche les phases de pré-alerte et d'alerte de crue et les notifie pour diffusion au Centre régional de crise de Wallonie, sans lien direct avec les administrations locales : cette coordination est renforcée par un accord de coopération entre SPW MI et SPW-CRC
 - o Elle participe à la gestion de crise et assiste les exploitants des ouvrages de régulation des eaux.

4.1.3 Le SPW ARNE (DCENN) : Direction des Cours d'Eau Non Navigables

Au sein du SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, et plus spécifiquement du Département du Développement, de la Ruralité et des Cours d'eau et du Bien-Être animal, la Direction des Cours d'eau non navigables DCENN gère de manière intégrée, équilibrée et durable les cours d'eau non navigables de première catégorie.

Sur ces cours d'eau, elle réalise les travaux d'entretien et d'amélioration portant tant sur la lutte contre les inondations que sur la qualité hydromorphologique, dans le respect des 4 enjeux fondamentaux liés aux cours d'eau : écologique, hydraulique (inondation), économique et socio-culturel ; assurant la préservation des habitats.

Dans le cadre de P.A.R.I.S. (Programmes d'Action sur les Rivières par une approche Intégrée et Sectorisée), elle anime un travail de concertation entre les différents gestionnaires de cours d'eau et met en œuvre l'intersection entre les Plans de Gestion des Districts Hydrographiques (PGDH) et des Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI [11], voir plus bas au §6.2).

La DCENN est membre du Groupe Transversal Inondations (GTI) et :

- > Produit, met à jour et assure le rapportage des cartographies des zones inondables, des risques d'inondation et de l'aléa d'inondation (sous l'égide du GTI).
- > Assure le rapportage et le suivi des Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI) (sous l'égide du GTI).
- > Met en œuvre et assure le suivi des Mesures Globales qu'elle porte.
- > Organise et coordonne les Comités Techniques par Sous-Bassin Hydrographique (CTSBH).

La DCENN participe à la gestion de crise en cas d'inondation : intervention rapide en cas de problème identifié sur les cours d'eau (embâcle, ...), relève les zones inondées (vol par hélicoptère, drone ou photos au sol), mesure les débits des cours d'eau, et assure la coordination avec le Centre régional de Crises et le SPW Mobilité et Infrastructure (InfoCrue).

Elle émet des avis sur les permis d'urbanisme dont les projets sont situés en zone d'aléa d'inondation

Elle assure le suivi des débits et des hauteurs d'eau des cours d'eau non navigables du réseau de limnimétrie AQUALIM, principalement localisés sur des cours d'eau de première catégorie.

4.1.4 Suivi hydrologique des cours d'eau

Deux réseaux de mesures distincts sont gérés par le SPW MI et par le SPW ARNE, en fonction du type de cours d'eau :

- > Le SPW MI – DGH gère le réseau **WacondaH** : mesures de précipitations, niveau d'eau, et débits sur tout le territoire wallon : 100 stations de mesures avec pas de temps de mesure toutes les 5 minutes.
- > Le SPW ARNE – DCENN gère le réseau **AQUALIM** : mesures de niveau et débit sur les cours d'eau de catégorie 1. Le SPW envisage de modéliser les cours d'eau de deuxième catégorie aussi.

Il est à noter que les deux réseaux de mesures seront bientôt centralisés dans une même base de données et disponibles sur une seule interface Web (WalHydro).

4.1.5 Le SPW CRC (Centre Régional de Crise)

La Direction du Centre régional de crise (CRC) du Secrétariat général du Service public de Wallonie (SPW) remplit plusieurs missions

- > Il est l'interlocuteur officiel et unique de la Région wallonne auprès du Centre National de Crise (NCCN) du SPF Intérieur, des Gouverneurs et des Bourgmestres en matière de planification et de gestion de crise.
- > Il est chargé de la mise en œuvre, pour les compétences régionales, des dispositions prévues par l'arrêté royal du 22 mai 2019 en matière de gestion de situation d'urgence.
- > Il assure une permanence 24H/24H et 7J/7J.
- > Il collabore avec la DGH pour assurer la diffusion des messages de prévision de crues de mettre en œuvre des procédures spécifiques ; mais il n'assure aucune mission d'expertise ni de communication au public (au sens de la D5).

- > Il soutient un développement cohérent des plans d'urgences internes spécifiques (comme ce fut le cas pour les PIU des Barrages-Réservoir en 2018-2019).

4.1.6 Le rôle des provinces (cours d'eau de catégorie 2)

Chaque province mène sa propre politique et son propre plan d'intervention et de ressources, mais les objectifs sont communs : lutter contre les inondations et gérer les cours d'eau non navigables (CENN) de catégorie 2 en intégrant les enjeux biodiversité, socio-culturel et économique.

Par exemple, la Province de Liège, avec une équipe de 11 personnes, est responsable d'environ 1000 km de CENN-cat2 : entretien hydraulique, avis sur les permis d'urbanisme et autorisations pour les ouvrages sur ses cours d'eau. De nombreux cours d'eau ont été mis sous terre (environ 100km soit 10% du linéaire total) et leur suivi est difficile à organiser.

Pour éviter les inondations, il est important de dégager les sections d'écoulement : la Province soit constate les problèmes lors de visites sur place, soit est avertie par un riverain, et un agent technique se rend sur place vérifier les points critiques. Si une intervention est nécessaire, c'est une entreprise externe qui intervient. Environ 50% du budget est alloué à l'entretien et 50% aux travaux (stabilisations de berges dans les endroits critiques, et de plus en plus de projets de renaturation).

4.2 La gestion des barrages en Wallonie

La gestion des barrages en Wallonie est faite par les directions territoriales des voies hydrauliques (Tournai, Mons, Charleroi, Namur, Liège) et par la Direction des Barrages-Réservoirs. On distingue donc dans la région de Liège deux entités :

- > La Direction des Barrages-réservoirs (DBR)
- > La Direction des Voies hydrauliques (VH) de Liège

Les VH de Liège gèrent les barrages au fil de l'eau (Monsin, Lixhe) ainsi que ceux couplés à une écluse. La DBR gère les barrages-réservoirs, ceux-ci sont présentés sur la Figure 4-2 ci-dessous.

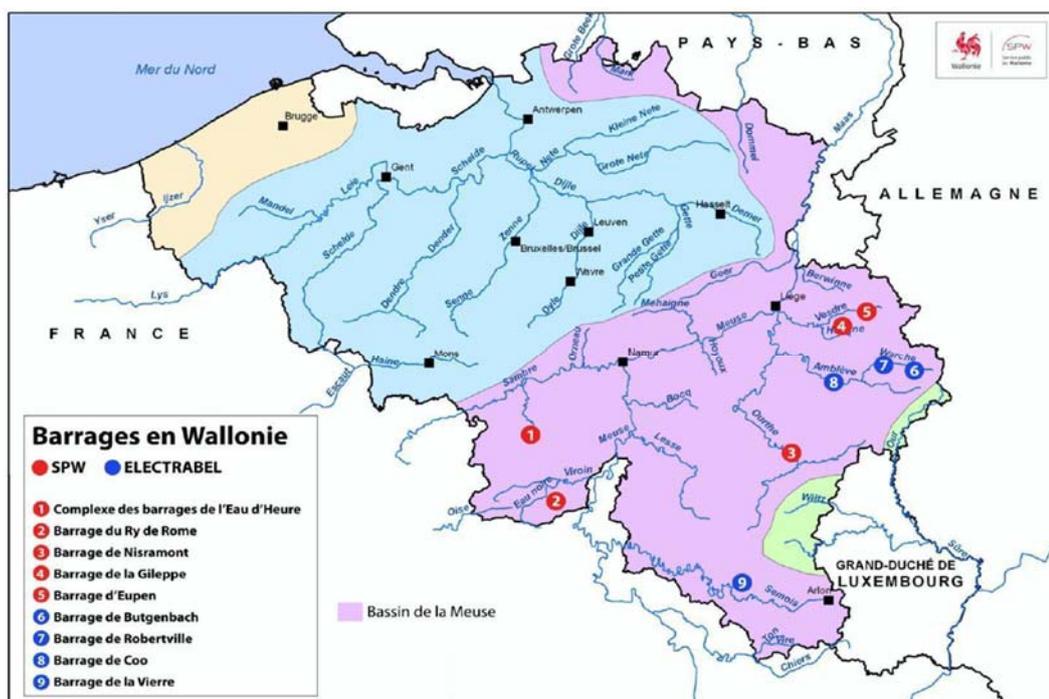


Figure 4-2 : Situation des barrages en Wallonie gérés par le SPW-DBR (en rouge) et ceux sous concession ENGIE (en bleu, anciennement ELECTRABEL)

Pour la DBR, la valeur patrimoniale de l'ensemble des ouvrages gérés par le SPW MI s'élève à 1 milliard d'euros. On distingue les districts Est (Eupen, Gileppe et Nisramont) et Ouest (Eau d'Heure et Ry de Rome). Le siège de la direction se trouve à Namur, 71 agents sont répartis dans les 2 districts.

Sous l'égide du Comité International des Grands Barrages (CIGB) fondé en 1928, le Comité Belge des Grands Barrages (CBGB) a été créé en 1929. Il s'agit initialement d'un comité consultatif pour *"la construction et l'exploitation des grands barrages, aux points de vue de la navigation, de la production d'énergie, de l'écoulement des eaux de crues, de l'agriculture, de la distribution d'eau, de l'hygiène etc."*. Ses missions principales consistent à rendre au Gouvernement des avis et des recommandations en la matière, ainsi qu'à représenter la Belgique au CIGB. Il est composé de gestionnaires d'ouvrages (SPW-MI, ENGIE), de spécialistes en ingénierie (SPW-MI-DGH, Université de Liège, Université Catholique de Louvain) et des acteurs des activités liées (Société Wallonne des Eaux SWDE). Par exemple, le CBGB a mis en œuvre en 2016 la réalisation de cartes d'inondation en aval des ouvrages en cas de défaillance (rupture de barrage, surverse, etc.).

Aucun cadre légal n'existe quant à la gestion et à la sécurité des barrages en Belgique. Même si le suivi périodique est régulièrement effectué directement par les gestionnaires des ouvrages, l'inspection et le contrôle externe ne sont pas une exigence. Les gestionnaires de barrages peuvent néanmoins demander (en interne) au SPW MI d'effectuer des inspections. Cela a été le cas à deux reprises en 2001 et 2014 pour le barrage de l'île Monsin (voir plus bas au §0) où des rapports d'inspection sont disponibles. Pour les barrages gérés par ENGIE, un contrôle externe annuel est réalisé par un bureau d'études. Les résultats de ce contrôle annuel sont transmis au SPW MI (5.4.3) conformément aux documents de concession. **Ces informations sont transmises au SPW MI uniquement à titre informatif et ne suggèrent aucun traitement ni validation.**

Cependant, une démarche est en cours au sein de la DBR notamment pour instaurer un cadre légal qui serait repris de l'Ordonnance Fédérale sur les Ouvrages d'Accumulation suisse. D'autres chantiers sont en cours au sein de la DBR :

- > Mise en place du groupe de travail avec les services du Gouverneur de la Province de Liège.
- > Rôle de garde : ajout d'un poste de décision électromécanique.
- > Procédures en matière de sécurité au travail.
- > Renforcement du lien via les réunions de service ingénieurs.
- > Partage d'expérience entre les garde-barrages.
- > Recherche d'un nouvel outil de supervision mieux adapté et transversal (Vista Data Vision).

5 Description de l'évènement du 12 au 16 juillet 2021

5.1 Observations et analyse de la pluviométrie

5.1.1 Données à disposition

5.1.1.1 Stations pluviométriques

Pour la présente étude, les données de 37 stations pluviométriques automatiques ont été disponibles. Ces données ont été fournies par le Service Public de Wallonie (SPW). Elles sont localisées sur la Figure 5-1. De ces 37 stations, 4 stations ont été mises hors service avant l'année 2021, à savoir les stations qui portent les noms Balmoral, Bierset, Flamierges et Somme-Leuze. Toutes ces stations fournissent les cumuls de pluie avec un pas de temps horaire. Pour le mois de juillet 2021, des données au pas de temps de 5 minutes sont disponibles.

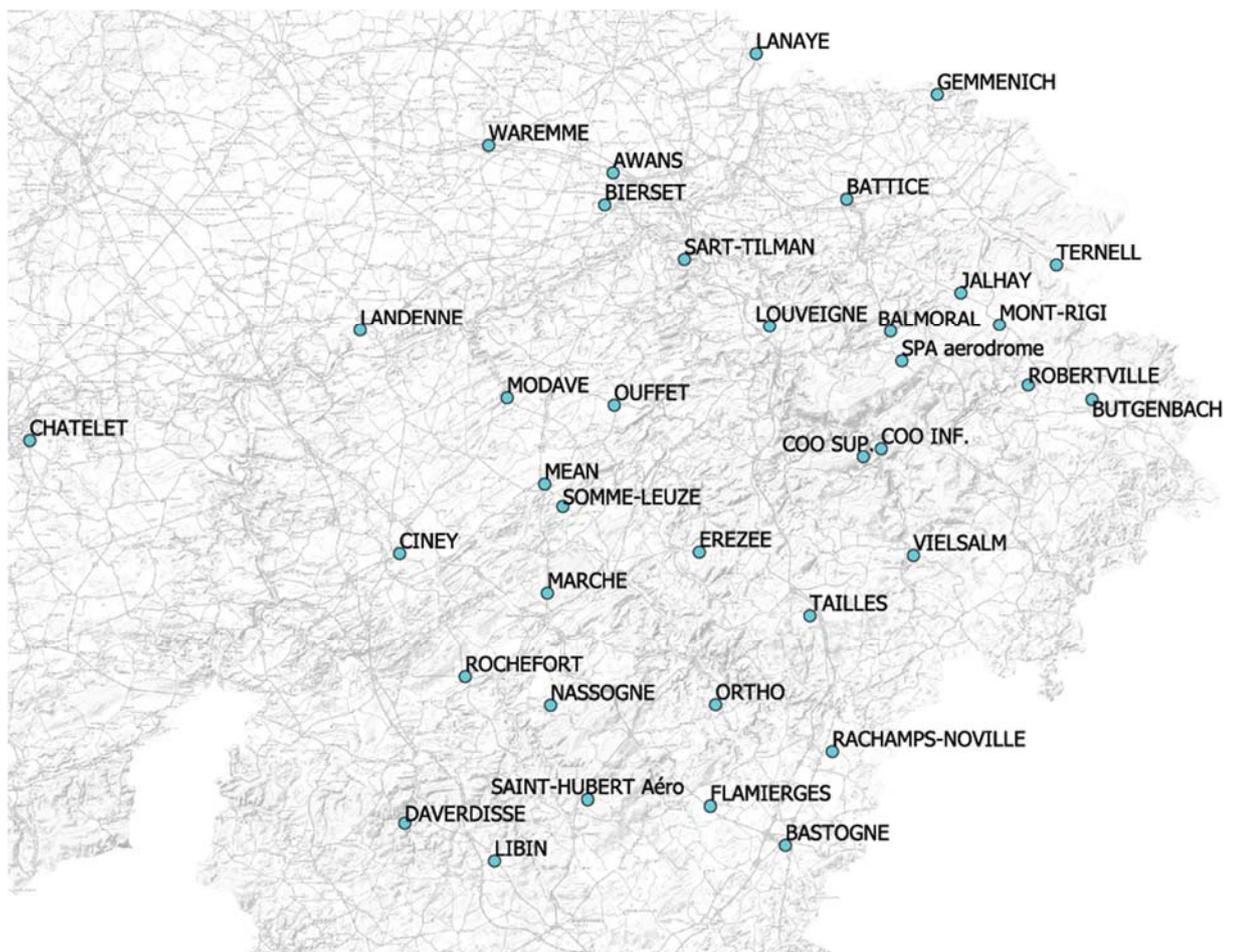


Figure 5-1 : Pluviomètres dont les données sont disponibles

Les séries pluviométriques disponibles diffèrent en fonction des stations

Le Tableau 5-1 résume les dates de mise en service et identifie également les stations actuellement hors service.

Nom du pluviomètre	Date de mise en service
AWANS	2010-09-23 00:00:00: Active
BALMORAL	01/11/1986 00:00:00 : Non active
BASTOGNE	1987-02-25 00:00:00: Active
BATTICE	1986-10-01 00:00:00: Active
BIERSET	20/04/1999 00:00:00 : Non active
BUTGENBACH	1997-07-01 00:00:00: Active
CHATELET	2017-02-02 00:00:00: Active
CINEY	1982-01-01 00:00:00: Active
COO INF.	1997-03-01 00:00:00: Active
COO SUP.	1997-03-01 00:00:00: Active
DAVERDISSE	1986-10-27 00:00:00: Active
EREZEE	1999-04-19 00:00:00: Active
FLAMIERGES	27/10/1987 00:00:00 : Non active
GEMMENICH	2001-05-09 00:00:00: Active
JALHAY	1986-11-06 00:00:00: Active
LANAYE	2001-05-09 00:00:00: Active
LANDENNE	1999-12-06 00:00:00: Active
LIBIN	1982-01-01 00:00:00: Active
LOUVEIGNE	1986-11-04 00:00:00: Active
MARCHE	1986-10-27 00:00:00: Active
MEAN	2015-12-02 00:00:00: Active
MODAVE	1986-12-05 00:00:00: Active
MONT-RIGI	2018-11-21 00:00:00: Active
NASSOGNE	1986-10-28 00:00:00: Active
ORTHO	1980-07-18 00:00:00: Active
OUFFET	1982-04-13 00:00:00: Active
RACHAMPS-NOVILLE	1996-06-05 00:00:00: Active
ROBERTVILLE	1982-01-01 00:00:00: Active
ROCHEFORT	1986-10-27 00:00:00: Active
SAINT-HUBERT Aéro	1996-11-22 00:00:00: Active
SART-TILMAN	1998-07-14 00:00:00: Active
SOMME-LEUZE	01/08/1996 00:00:00 : Non active
SPA aerodrome	2016-10-04 00:00:00: Active
TAILLES	1996-06-05 00:00:00: Active
TERNELL	1996-04-25 00:00:00: Active
VIELSALM	1999-04-19 00:00:00: Active
WAREMME	1999-04-20 00:00:00: Active

Tableau 5-1 : Date de mise en service des stations pluviométriques automatiques disponibles

Des observations issues de pluviomètres manuels ont été mises à disposition également. Une lecture est faite toutes les 24h (8h00-8h00). Ces pluviomètres ne donnent donc des cumuls maximaux que dans le cas où l'événement en question est centré sur la période d'observation de 24h, ce qui n'est en général pas le cas. L'analyse faite dans le chapitre 5.1.4 montre que les pluviomètres automatiques ont bien capté le centre de l'événement. Il est donc considéré que les pas de temps plus faibles permettant une meilleure estimation des cumuls maximaux et le fait que

le centre de l'événement a été capté rendent les stations automatiques plus pertinentes que les manuelles moins fiables pour la présente analyse. Les stations manuelles n'ont donc pas été considérées pour cette étude.

Données radars

L'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM) a mis à disposition des observations radar issues du produit RADQPE et RADCLIM. Ces produits combinent des observations radars dont le biais est corrigé en se basant sur l'approche du "mean field bias" pour RADQPE et en rajoutant une approche de "Kriging with external drift" pour en déduire le produit RADCLIM qui intègre en plus des observations validées issues des pluviomètres. Pour cette raison la présente analyse se base sur le produit RADCLIM.

5.1.1.2 Courbes intensités-durées-fréquences (IDF) de l'IRM

L'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM) dispose de courbes intensités-durées-fréquences (IDF) régionalisées issues d'une étude extrêmement exhaustive. Les séries temporelles de deux réseaux de stations ont été combinées afin de créer des échantillons longs dont l'homogénéité a été testée statistiquement. Les séries ainsi disponibles couvrent dans le meilleur des cas la période de 1898-2012, l'étude datant de 2012. Les courbes IDF ont été régionalisées avec un modèle régional GEV (General Extreme Value) conduisant à un résultat qui s'inscrit dans une maille de 4km x 4km. Les détails de l'étude en question ont été publiés dans [7] et [8]

Ces courbes IDF ont été mises à disposition par l'IRM. Pour la présente étude, les résultats contenus dans les pixels 4km x 4km contenant les stations pluviométriques listées dans le Tableau 5-1 ont été fournis.

5.1.1.3 Identification des pluviomètres les plus significatifs

L'identification des pluviomètres les plus significatifs pour décrire l'évènement est basée sur une analyse graphique des cumuls de précipitation par pluviomètre pour le maximum observé sur 72h, étant donné la durée de l'évènement du 13 au 16 juillet 2021 (plus de détails sur les durées de précipitations suivent dans le chapitre 5.1.2). La carte de la Figure 5-2 montre ces cumuls pour chaque pluviomètre.

Il peut être observé que les cumuls de précipitation les plus élevés observés lors de l'évènement de juillet 2021 ont été enregistré principalement par les pluviomètres de Jalhay, SPA_aerodrome, Mont Rigi et Ternell. Les autres pluviomètres ont aussi enregistré des précipitations remarquables à travers la Wallonie mais les cumuls sont quand même significativement plus faibles (correspondent à environ 20% à 65% des cumuls observés aux pluviomètres identifiés comme pertinents pour la suite de l'analyse.

Dans la suite de l'analyse, il convient de retenir les pluviomètres de Jalhay, SPA_aerodrome, Mont Rigi et Ternell pour une analyse plus approfondie. Cependant, les séries temporelles disponibles à ces stations ne permettent pas d'analyse statistique pour les stations de SPA_aerodrome, Mont-Rigi et Ternell à cause de séries trop courtes (<30 ans).

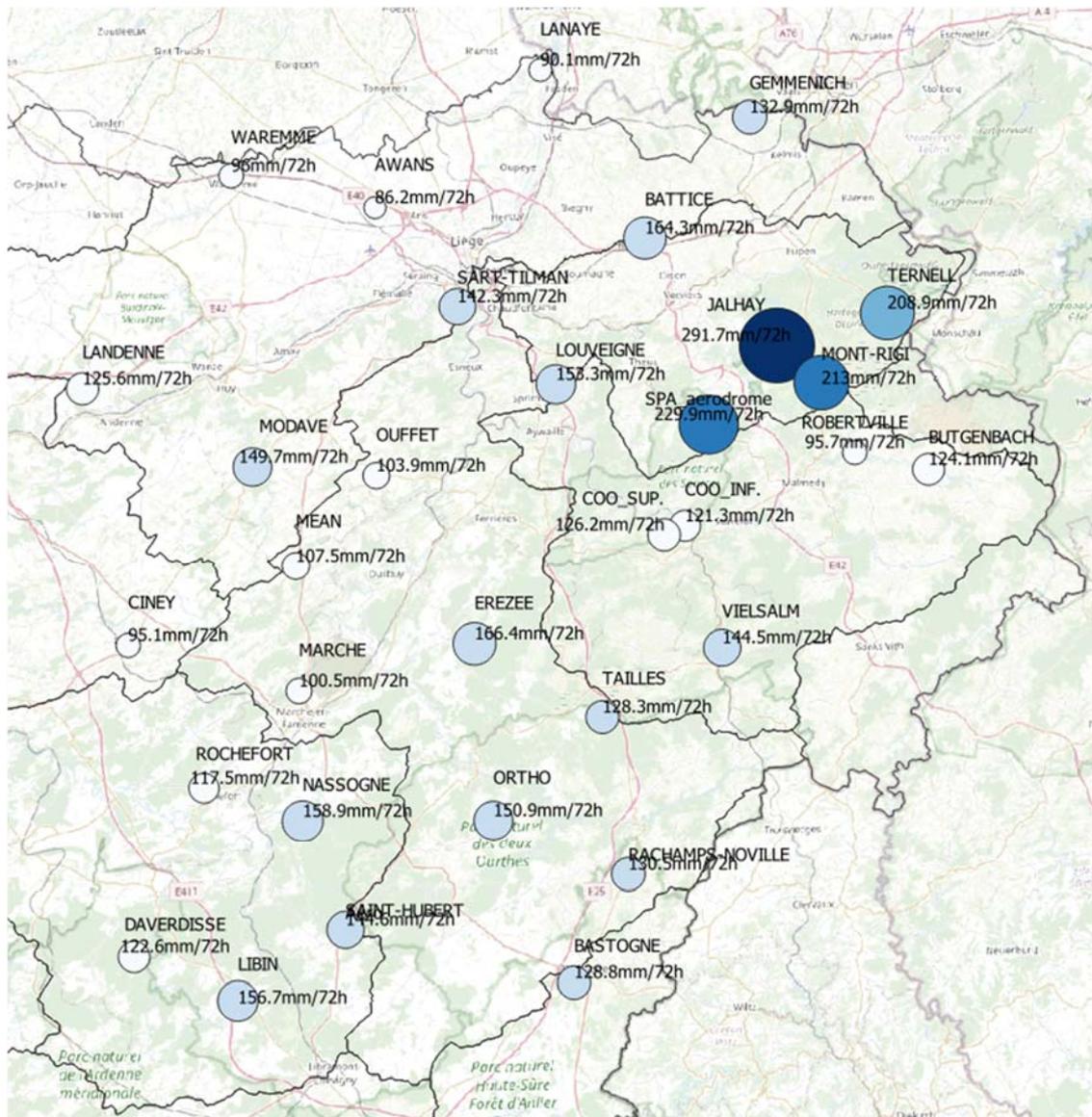


Figure 5-2 : Cumule maximum des précipitations sur 72h (durée de l'événement du 13-16 juillet 2021) par pluviomètre pour le mois de juillet

5.1.2 Hyétogrammes du mois de juillet et description sommaire de l'événement du 13-16 juillet

Entre le 13 et le 16 juillet, des quantités de précipitations impressionnantes ont été enregistrées en Wallonie, surtout aux pluviomètres Jalhay, Mont-Rigi, Spa_aerodrome et Ternell. Les intensités observées à ces pluviomètres sont représentées à la Figure 5-3. **L'événement a duré 72h et se caractérise principalement par 3 pics majeurs et un quatrième pic moins important survenu après les deux premiers.**

Selon les hyétogrammes présentés à la Figure 5-3 :

- > Le premier pic a été enregistré par les quatre pluviomètres le **13/07/2021 à 22h00-23h00**.
- > Le deuxième pic a été enregistré par les pluviomètres de Jalhay et Spa_aerodrome le **14/07/2021 vers 4h00-5h00**. Les deux autres pluviomètres n'ont pas enregistré de pics semblables à ce moment mais les mesures se caractérisent quand même par une légère augmentation des précipitations. Cette augmentation se poursuit après ce deuxième pic

pour tous les pluviomètres. - Le 14/07/2021 à 13:00, Jalhay enregistre un troisième pic moins important que les deux précédents mais bien marqué.

- > Finalement, **le 14/07/2021 à 20h00-21h00**, les quatre pluviomètres enregistrent un quatrième pic du même ordre de grandeur que les deux premiers pour Ternell et Mont-Rigi et plus faible que les deux premiers pour Jalhay et Spa aerodrome.

Par la suite, Jalhay et Spa aerodrome réagissent encore une fois plus faiblement avant que les enregistrements montrent la fin de l'événement.

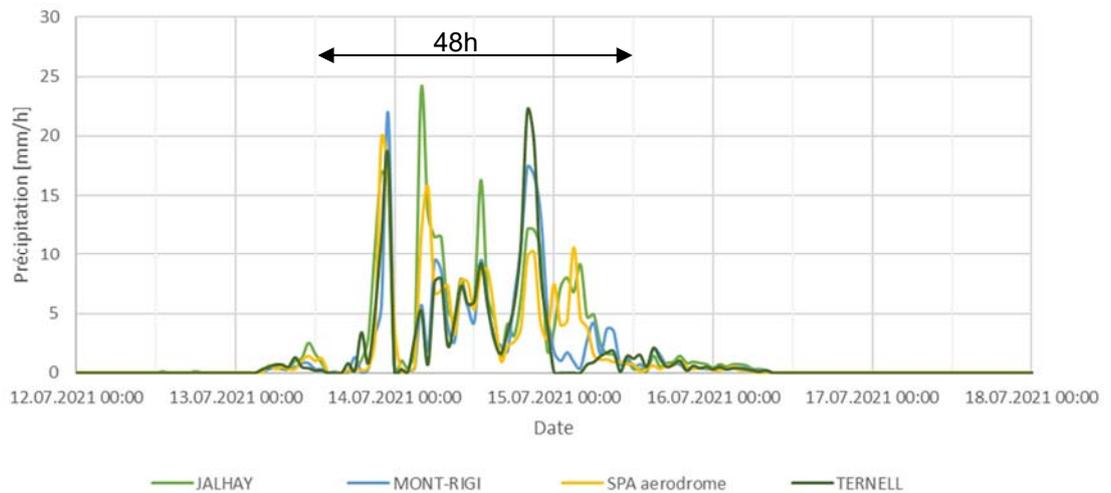


Figure 5-3 : Hyétogrammes de l'événement de précipitation de juillet 2021

La courbe de masse représentée à la Figure 5-4 montre qu'entre le 13 et le 14 juillet uniquement 20% du volume de précipitation est tombé. Entre 60% et 70% du volume d'eau tombe entre le 14 et le 15 juillet. Du 15 au 16 juillet, l'événement entre dans la phase finale pendant laquelle les 10% à 20% manquant tombent. Il peut être déduit des graphiques ci-dessous **qu'environ 90% du volume est tombé endéans 48h**.

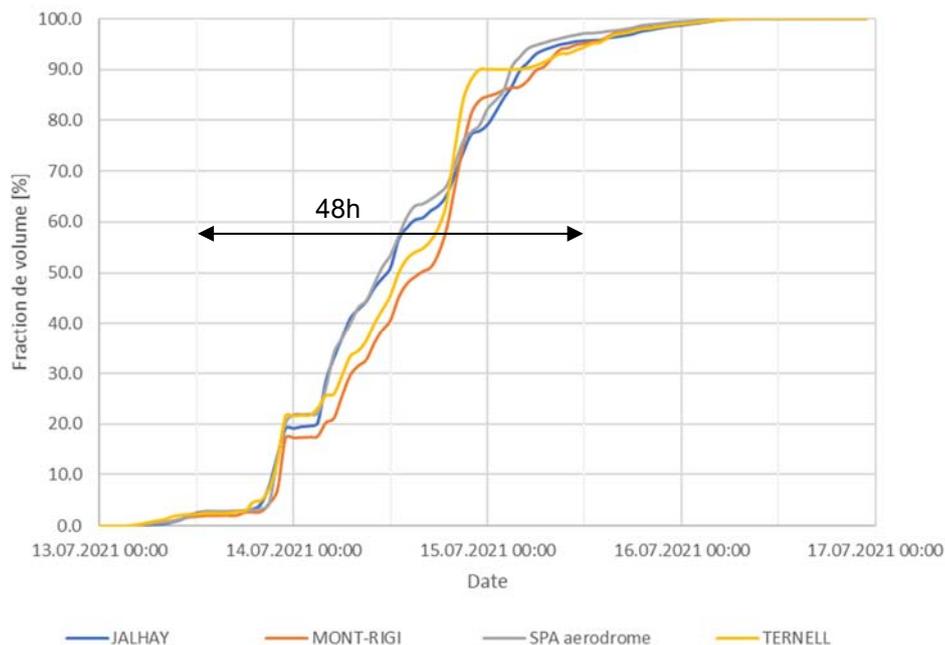


Figure 5-4 : Courbe de masse de l'événement de précipitation de juillet 2021

Les cumuls maximaux de précipitations pour 24h, 48h et 72h sont présentés dans le Tableau 5-2.

Pluviomètre	24h	48h	72h
JALHAY	194.2	275.4	291.7
MONT-RIGI	158.8	204	213
SPA aerodrome	164.2	219.7	229.9
TERNELL	160.8	198.3	208.9

Tableau 5-2 : Cumuls de précipitations en mm

5.1.3 Estimations des périodes de retour pour les cumuls de pluie de 24h, 48h et 72h

Plus un événement est extrême, plus son analyse statistique s'accompagne d'une incertitude accrue.

Pour cette raison, trois approches sont présentées dans les trois sous-chapitres suivants afin de développer une discussion autour de la période de retour de l'événement de précipitation de juillet 2021.

La première estimation (approche 1) se fait avec les courbes IDF fournies par l'IRM, issues d'une étude très extensive mais dont les données après 2012 n'ont pas été considérées. Pour cette raison, des courbes IDF ont été estimées basées sur les données pluviométriques plus récentes disponibles pour cette étude (Tableau 5-1). Les séries sous-jacentes sont plus courtes que pour les courbes IDF fournies par l'IRM. Vu l'importance de l'événement de 2021, les ajustements de la GEV pour l'estimation des IDF ont été faits une fois en excluant l'année 2021 (approche 2) et une fois en l'incluant (approche 3). Du fait de l'incertitude des estimations liées à des périodes de retour élevées, un intervalle de confiance de 95% est considéré pour les ajustements discutés dans la suite de cette section.

5.1.3.1 Courbes intensités-durées-fréquences (IDF) de l'IRM (approche 1)

Les courbes IDF mises à dispositions de l'IRM ont fournies en Annexe A) pour les pluviomètres de Jalhay, SPA_aerodrome, Mont Rigi et Ternell pour les cumuls de 24h, 48h et 72h. L'intervalle de confiance à 95% y est également représenté. Les courbes de l'IRM extrapolent les observations jusqu'à une période de retour de 200 ans.

A titre d'exemple, la courbe IDF de Jalhay est reprise ci-dessous à la Figure 5-5. La ligne jaune indique la hauteur de précipitation maximum observée en 48h. **Il devient clair que ni l'ajustement ni les intervalles de confiance attribués permettent de donner une estimation plus détaillée de la période de retour que de conclure que cette dernière est supérieure à 200 ans.** La même observation peut être faite pour les autres stations et durées de précipitations dont les graphes sont fournis en Annexe A).

Dans la suite (Chapitres 5.1.3.2 et 5.1.3.3), des ajustements faits sur des données plus récentes sont présentés afin d'analyser si ces ajustements, certes faits sur des séries plus courtes, peuvent donner des informations supplémentaires en ce qui concerne la période de retour des cumuls de précipitations.

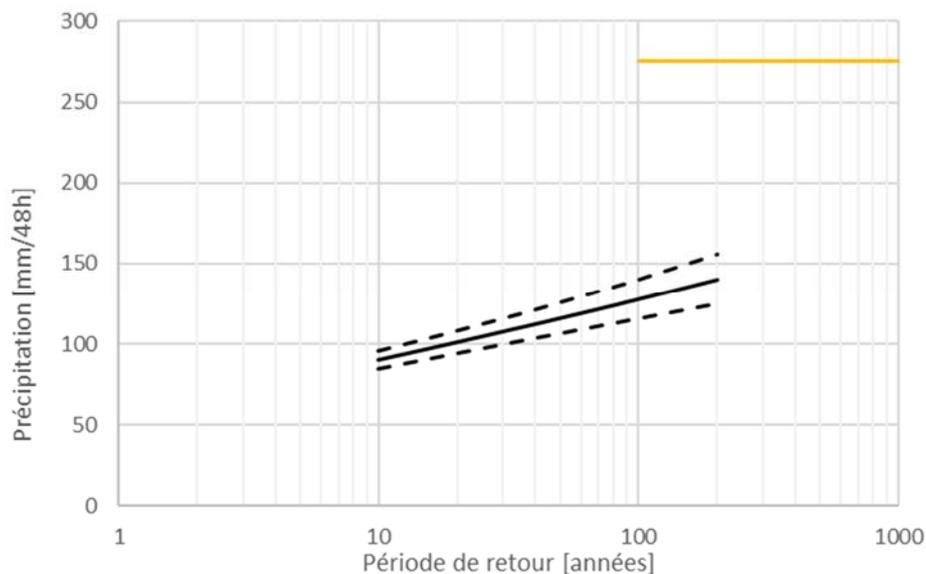


Figure 5-5 : Situation : Jalhay. Courbe IDF pour les maxima sur 48h avec intervalle de confiance de 95% (en noir) et indication du cumul de précipitation maximum sur 48h de l'événement de juillet 2021 (en jaune)

5.1.3.2 Ajustements IDF sur les observations (depuis 1986) récentes sans 2021 (approche 2)

Seule la station de Jalhay est retenue pour cette analyse à cause d'une longueur insuffisante des séries historiques des stations de Spa aerodrome, Ternell et Mont-Rigi. La station de Jalhay fournit une série temporelle depuis 1986. Dans un premier temps, l'année 2021 est exclue de l'analyse. Une série de 35 ans a donc été considérée pour l'analyse statistique.

Les extrapolations sont faites en employant la méthode du maximum de vraisemblance pour ajuster une GEV (General Extreme Value Distribution) avec un intervalle de confiance à 95%. Le choix de la distribution se base sur le théorème des valeurs extrêmes [9], qui dit que le maximum d'un échantillon de variables aléatoires indépendants et identiquement distribuées converge vers une loi de Weibull, une loi de Gumbel ou une loi de Fréchet. Ces trois lois sont généralisées dans la Distribution des Valeurs Extrêmes (GEV) ([10] et [9]).

Les graphes correspondant aux IDF pour des durées de 24h, 48h et 72h sont présentés dans les Figure 5-6, Figure 5-7 et Figure 5-8. La ligne jaune indique le cumul observé pour la durée de précipitation en question.

Les extrapolations sont faites jusqu'à des périodes de retour de 1000 ans, malgré le fait que la série historique est trop courte pour le faire de manière fiable. De ce fait il est important de considérer l'intervalle de confiance et de comprendre qu'une conclusion sur la période de retour n'est possible que dans des limites imposées par l'incertitude.

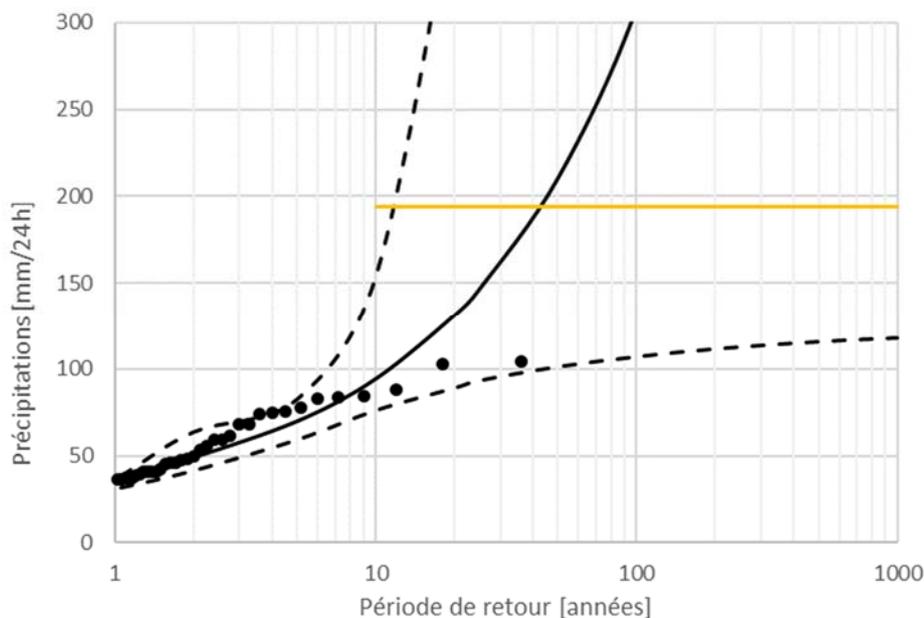


Figure 5-6 : Ajustement GEV aux cumuls maximaux sur 24h (sans 2021) de la station pluviométrique automatique de Jalhay avec intervalle de confiance à 95% et indication du cumul observé (ligne jaune)

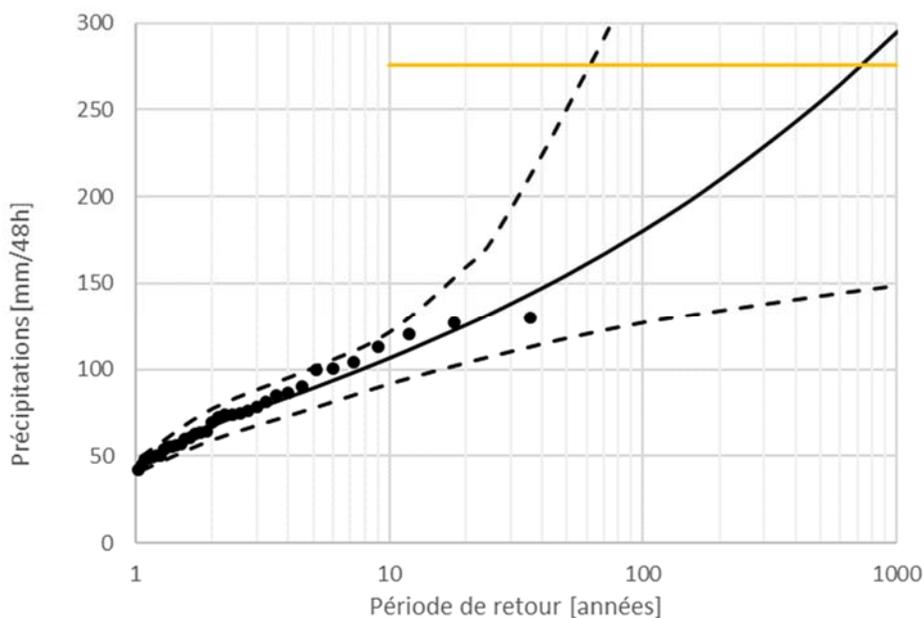


Figure 5-7 : Ajustement GEV aux cumuls maximaux sur 48h (sans 2021) de la station pluviométrique automatique de Jalhay avec intervalle de confiance à 95% et indication du cumul observé (ligne jaune)

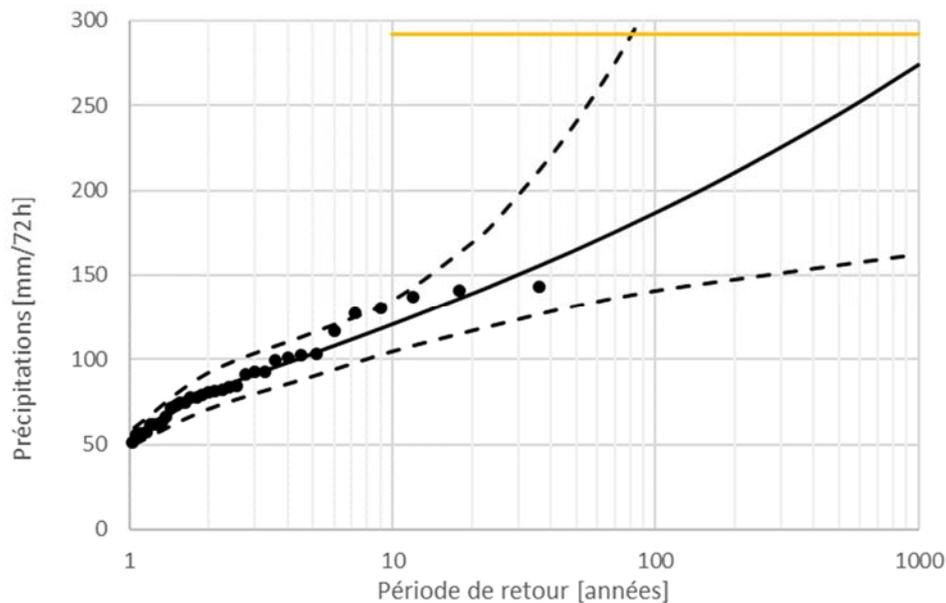


Figure 5-8 : Ajustement GEV aux cumuls maximaux sur 72h (sans 2021) de la station pluviométrique automatique de Jalhay avec intervalle de confiance à 95% et indication du cumul observé (ligne jaune)

Il peut être constaté que les intervalles de confiances sont très larges. L'estimation de la période de retour est donc accompagnée d'une grande incertitude et ne peut être faite que sommairement. Le Tableau 5-3 donne une estimation des périodes de retour des cumuls en tenant compte des intervalles de confiance de 95%. Dans les limites du domaine d'incertitude, il ressort cependant que les cumuls de précipitation sont de **probabilité faible à très faible** en considérant les durées caractérisant le mieux l'événement observé, soit 48h-72h.

Durée [h]	Tmin [années]	T "median" [années]	Tmax [années]
24	~10 ans -	40 ans	>1000 ans
48	60 ans	700 ans	>1000 ans
72	80 ans	>1000 ans	>1000 ans

Tableau 5-3 : Estimation des périodes de retour T pour les cumuls de précipitation sur 24h, 48h et 72h (sans tenir compte de 2021).

5.1.3.3 Ajustements IDF sur les observations (depuis 1986) récentes avec 2021 (approche 3)

Pour l'approche 3, l'année 2021 est incluse dans la série extrapolée. A part cette valeur rajoutée l'analyse est identique à celle de l'approche 2 dont les détails plus techniques sont fournis dans le Chapitre 5.1.3.2. Les ajustements résultants sont donnés dans les Figure 5-9, Figure 5-10 et Figure 5-11.

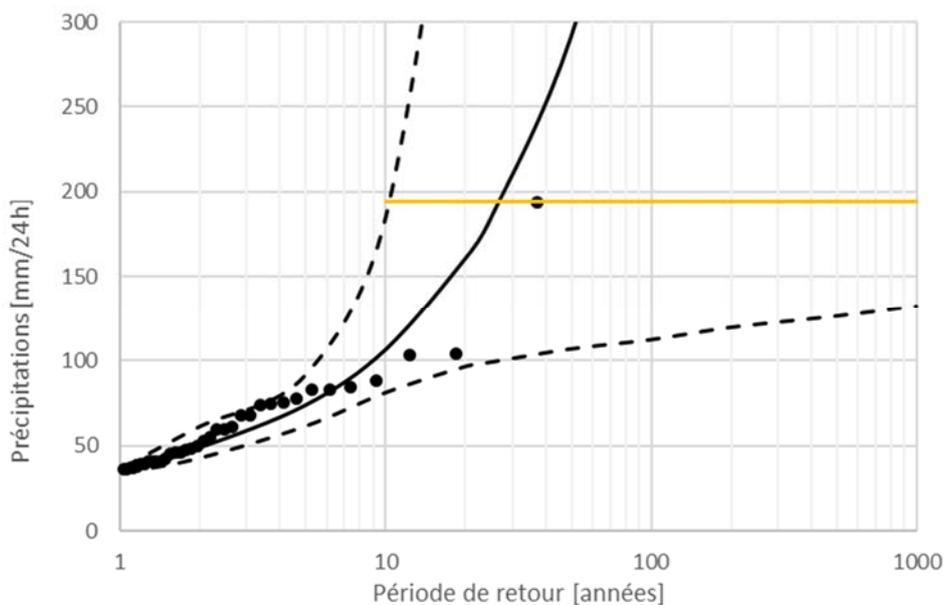


Figure 5-9 : Ajustement GEV aux cumuls maximaux sur 24h (avec 2021) de la station pluviométrique automatique de Jalhay avec intervalle de confiance à 95% et indication du cumul observé (ligne jaune)

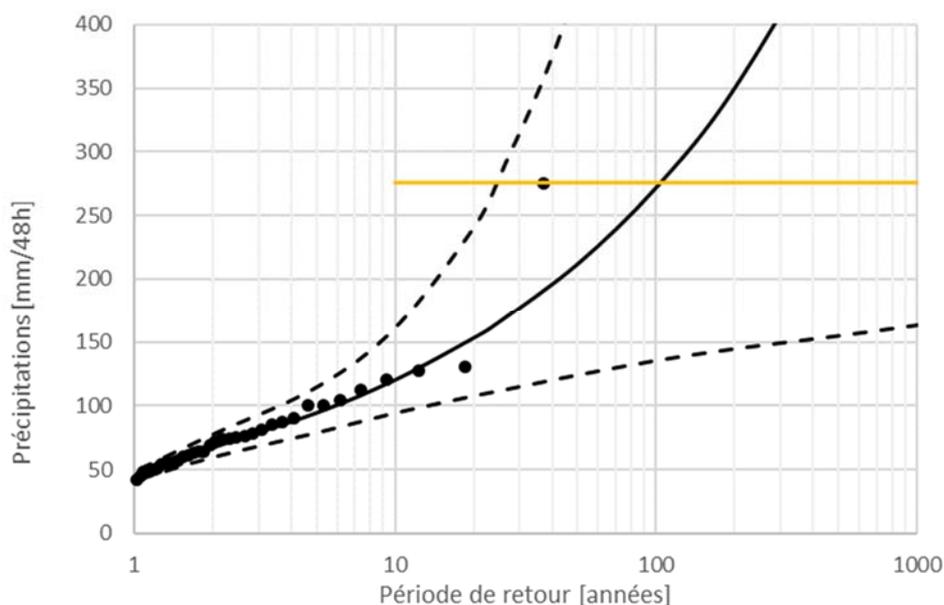


Figure 5-10 : Ajustement GEV aux cumuls maximaux sur 48h (avec 2021) de la station pluviométrique automatique de Jalhay avec intervalle de confiance à 95% et indication du cumul observé (ligne jaune)

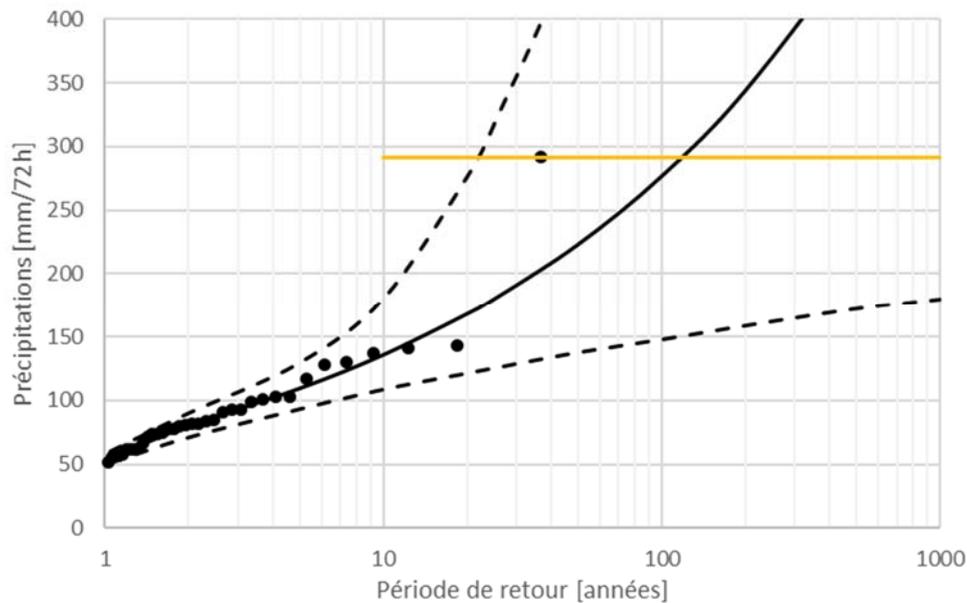


Figure 5-11 : Ajustement GEV aux cumuls maximaux sur 72h (avec 2021) de la station pluviométrique automatique de Jalhay avec intervalle de confiance à 95% et indication du cumul observé (ligne jaune)

Les intervalles de confiance restent très larges. L'introduction des cumuls observés en juillet 2021 a une influence sur les périodes de retour comme en témoigne les valeurs données dans le Tableau 5-4. Cette analyse, dans son intervalle de confiance, montre également la **probabilité faible à très faible** des cumuls de précipitations enregistrés, en considérant les durées caractérisant le mieux l'événement observé, soit 48h-72h.

Durée [h]	Tmin [années]	T "median" [années]	Tmax [années]
24	10 ans -	~30 ans	>1000 ans
48	~25 ans	100 ans	>1000 ans
72	~20 ans	~100 ans	>1000 ans

Tableau 5-4 : Estimation des périodes de retour T pour les cumuls de précipitation sur 24h, 48h et 72h (en tenant compte de 2021)

5.1.3.4 Conclusions intermédiaires et remarques sur les estimations des périodes de retour

Selon l'analyse des périodes de retour des cumuls maximaux observés en juillet 2021 pour les durées de précipitations de 24h, 48h et 72h, les points suivants peuvent être retenus :

- > Les IDF de l'IRM mènent à la conclusion que **la période de retour des cumuls maximaux de juillet est supérieure à 200 ans** (l'analyse n'inclut pas l'événement de 2021 respectivement d'autres observations après 2012).
- > Les intervalles de confiance issus des ajustements sur des données récentes depuis 1986 (approche 2 et 3) montrent que la possibilité existe que **l'événement ait une période de retour relativement faible (100 ans ou moins)**.
- > **L'analyse ne permet cependant pas d'exclure des périodes de retour bien plus élevées que 100 ans ou même 1000 ans.**

- > L'introduction de l'année 2021 dans l'analyse statistique a montré avoir une influence sur l'estimation de la période de retour. La question se pose donc s'il est possible de mettre à jour les IDF de l'IRM avec des données récentes incluant 2021, ce qui donnerait l'échantillon le plus prometteur pour estimer les périodes de retour.
- > L'incertitude sur l'estimation des périodes de retour est très grande.

Remarques générales sur l'analyse :

- > L'influence du changement climatique sur la stationnarité des échantillons n'a pas été analysée.
- > Le rôle du changement climatique dans l'occurrence de tels événements n'a pas été traité dans l'analyse.
- > L'analyse statistique ne permet que d'estimer les périodes de retour des cumuls observés ce qui ne correspond pas à la période de retour d'un tel événement en tant que tel, car le calcul néglige l'étendue spatiale de l'événement auquel une période de retour devrait également être attribué.
- > L'inclusion de l'événement de juillet 2021 dans l'analyse statistique suppose que l'événement est issu du même phénomène météorologique que les événements passés contenus dans l'échantillon extrapolé.

5.1.4 Superpositions des observations ponctuelles et des observations radar issues du produit RADCLIM

Les données RADCLIM ont été superposées aux données des pluviomètres afin d'analyser si les pluviomètres ont bien capté le centre de l'événement ou si tel n'est pas le cas de déterminer les cumuls au centre de l'événement. Cette superposition a été faite pour les cumuls de 24h, 48h et 72h.

Les Figure 5-12, Figure 5-13 et Figure 5-14 montrent que le centre de l'événement a été capté par le pluviomètre de Jalhay. **Il est intéressant de constater que l'étendue spatiale de l'événement est très grande pour un événement d'une telle intensité de pluie**, qui correspond en général à des événements plutôt localisés, courts et de type orageux.

Une observation intéressante est de constater qu'en 72h le centre ne s'est pas déplacé notablement. La distribution spatiale des cumuls de 24h est extrêmement similaire à celle de 48h et 72h. En cas de déplacement, une traînée serait observée. **L'événement a donc été plutôt stationnaire.**

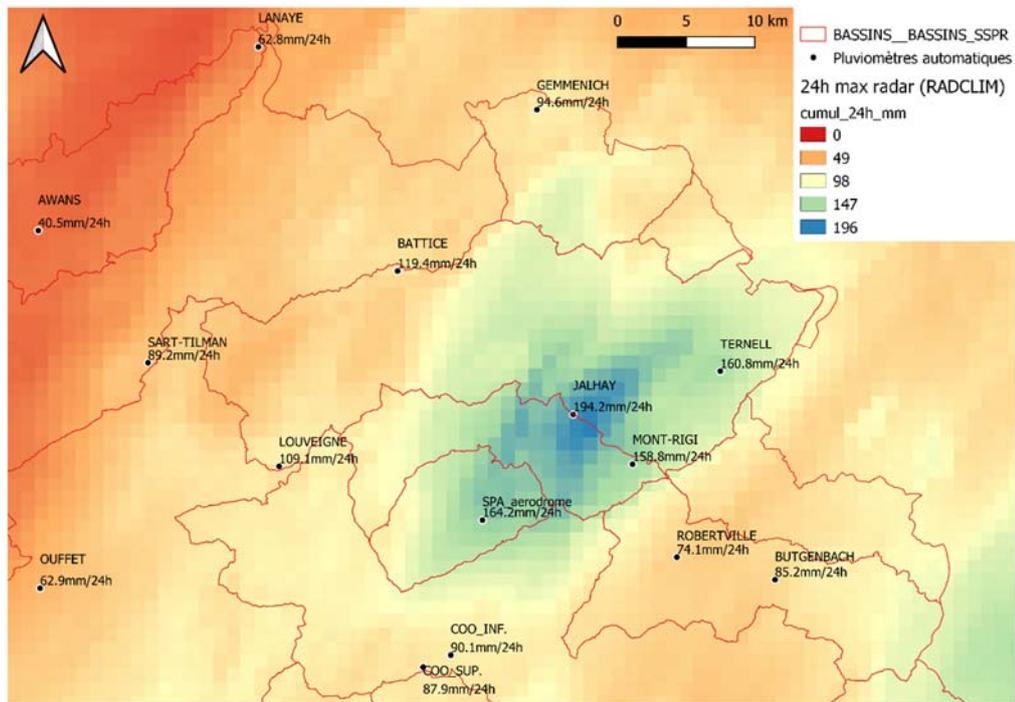


Figure 5-12 : Superposition des cumuls de 24h des observations radar et des pluviomètres

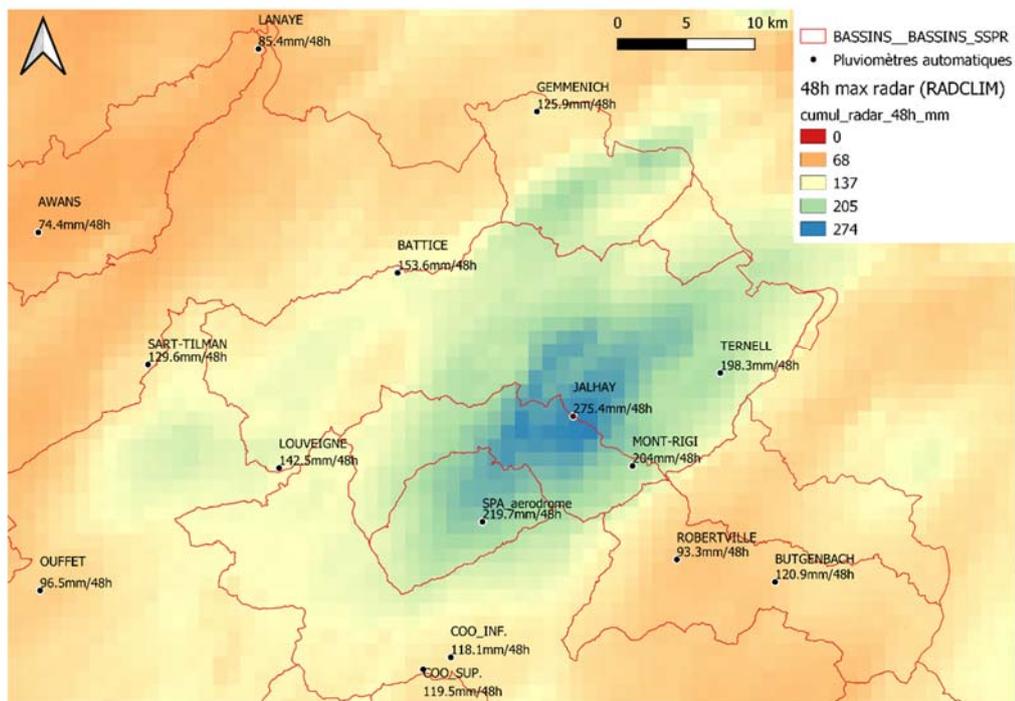


Figure 5-13 : Superposition des cumuls de 48h des observations radar et des pluviomètres

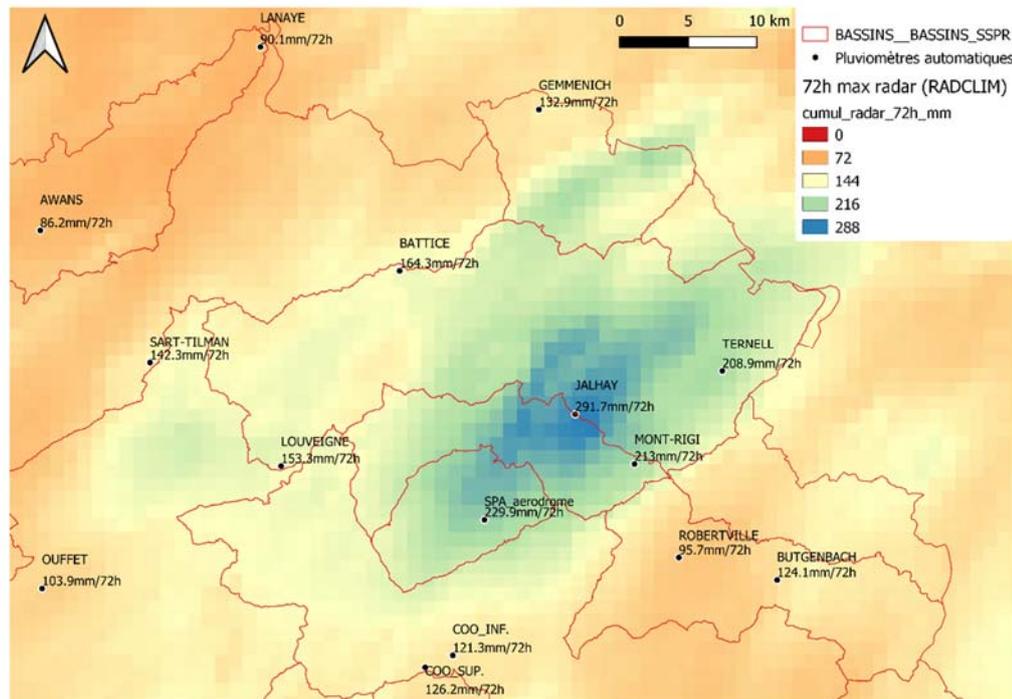


Figure 5-14 : Superposition des cumuls de 72h des observations radar et des pluviomètres

5.1.5 Cumuls moyens issus des données radar par bassin versant

Les données radar présentées dans les Figure 5-12, Figure 5-13 et Figure 5-14 ont été moyennées au-dessus de la surface des bassins versants correspondant aux stations hydrologiques et barrages-réservoirs. Les résultats de ces calculs sont présentés sur les Figure 5-15, Figure 5-16 et Figure 5-17.

De ces figures, il peut être déduit que **le bassin versant du barrage d'Eupen a connu une précipitation légèrement inférieure à celui de la Gileppe dont le bassin versant est situé quasiment au centre de l'événement de précipitation**. Les bassins versants de Gileppe, Louba-Aval, Polleur et Belleheid ont connu le plus de précipitations suivis par Spixhe et Eupen. **Le bassin versant des barrages ENGIE de Robertville et Butgenbach, sur la Warche (Lasnerville, Stavelot) ont reçu environ 2 fois moins de précipitations que ceux d'Eupen ou de la Gileppe**. Comme l'événement était plutôt stationnaire, ces observations sont faites pour les cumuls de 24h aussi bien que pour 48h et 72h.

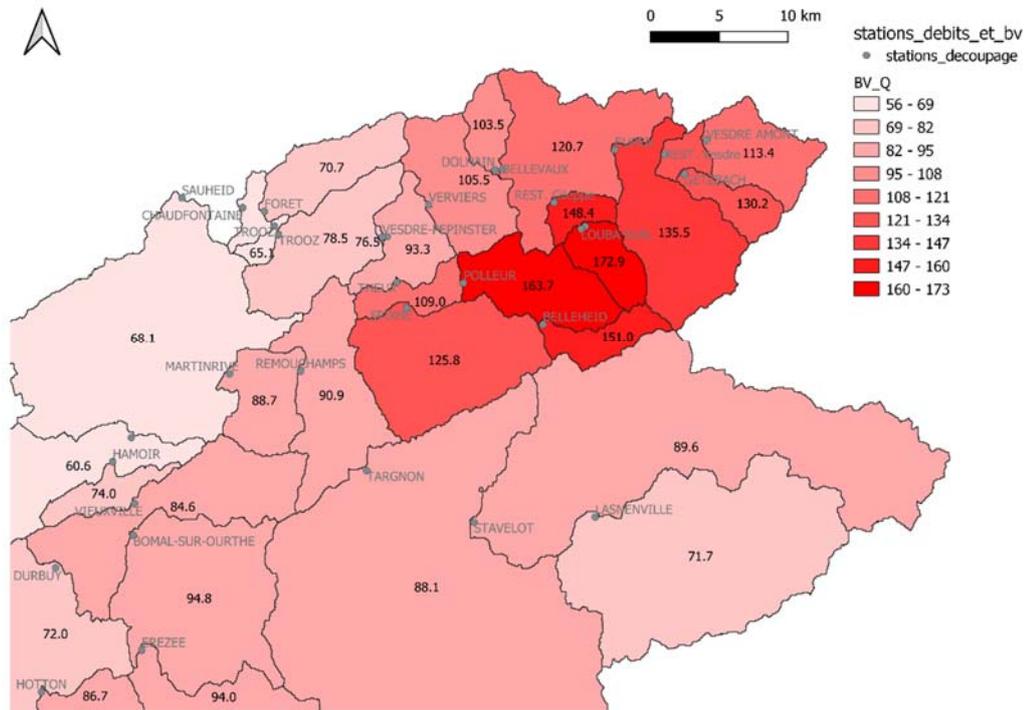


Figure 5-15 : Cumuls des précipitations en [mm] sur 24h moyennés par bassin versant

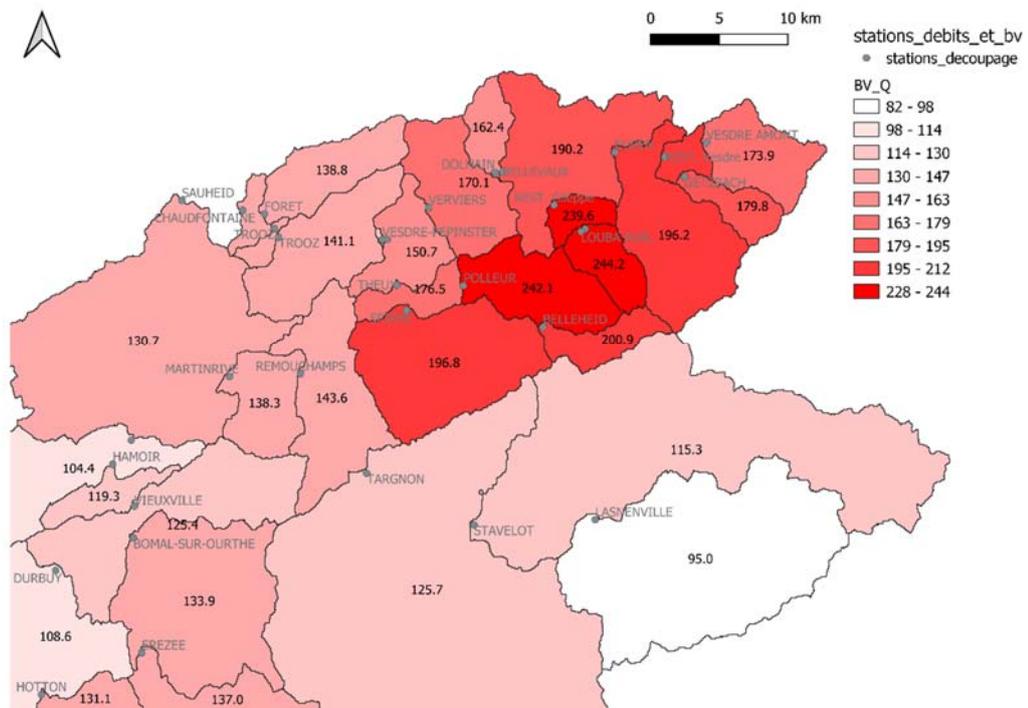


Figure 5-16 : Cumuls des précipitations en [mm] sur 48h moyennés par bassin versant

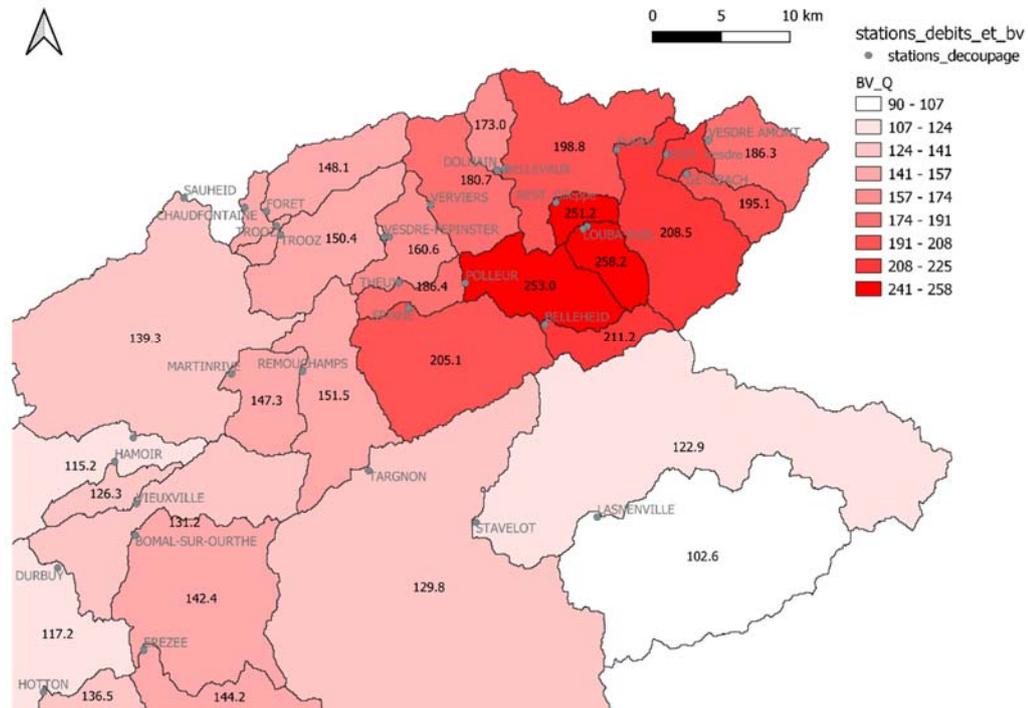


Figure 5-17 : Cumuls des précipitations en [mm] sur 72h moyennés par bassin versant

5.1.6 Analyse des prévisions météorologiques

Les prévisions des modèles ALARO et ECMWF discutées ci-dessous ont été mises à disposition par l'IRM.

5.1.6.1 Prévisions du modèle ALARO

Des prévisions issues du modèle ALARO étaient disponibles pour la présente analyse. Les prévisions ont été transmises sous forme de cumul sur 48h pour trois dates de production, à savoir le 13 juillet à 00h00, le 13 juillet à 12h00 et le 14 juillet à 00h00.

5.1.6.2 Prévisions des archives de l'ECMWF

Des prévisions issues des archives de l'ECMWF étaient disponibles pour l'analyse présentée dans ce chapitre. Toutes les 12h, une nouvelle prévision ("production") est initiée. Les prévisions sont données au pas de temps de trois heures jusqu'à 5 jours et 6 heures par la suite. Ces données contiennent 50 prévisions pour chaque date de production avec un horizon de prévision jusqu'à 360 heures. Les dates de production disponibles vont du 10 au 16 juillet.

5.1.7 Comparaisons des cumuls issues des prévisions ALARO et des données RADCLIM

Considérant les données de prévision du modèle ALARO et les données RADCLIM, une comparaison peut être faite entre les prévisions et les observations. Comme mis en évidence à la Figure 5-3, le cumul maximal en 48h a été observé entre le 13/07/2021 à 12h00 et le 15/07/2021 à 12h00. Les prévisions ALARO de cette période sont donc considérées comme étant les plus significatives pour cette comparaison.

Les données du modèle ALARO présentées à la Figure 5-18 indiquent que le modèle a simulé des cumuls de précipitations très élevés dans la région finalement touchée par l'événement de juillet 2021. Environ 145mm/48h ont été prévus. A l'extérieur de la Wallonie le modèle a simulé des cumuls plus élevés de 190mm/48h.

La comparaison est faite en soustrayant les données RADCLIM des données ALARO. La différence est montrée à la Figure 5-19. **Il apparaît que le cumul sur 48h a été sous-estimé par le modèle ALARO d'environ 145mm/48h au maximum.** A l'intérieur de la zone d'intérêt, le modèle ALARO n'a pas surestimé les cumuls contrairement à ce qui peut être observé à l'extérieur de la Wallonie. En revanche, c'est au droit de la zone la plus touchée que la sous-estimation du cumul est la plus importante (Jalhay ~ -145 mm/48h).

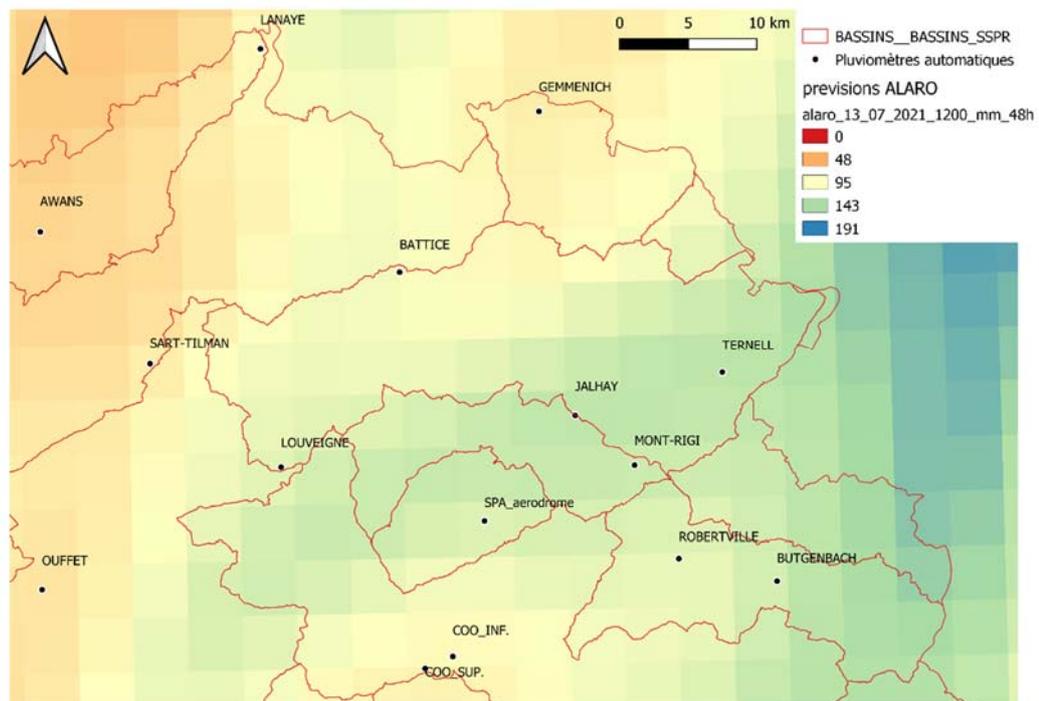


Figure 5-18 : Prévission ALARO (en mm/48h) du cumul sur 48h entre le 13/07/2021 à 12h00 et le 15/07/2021 à 12h00

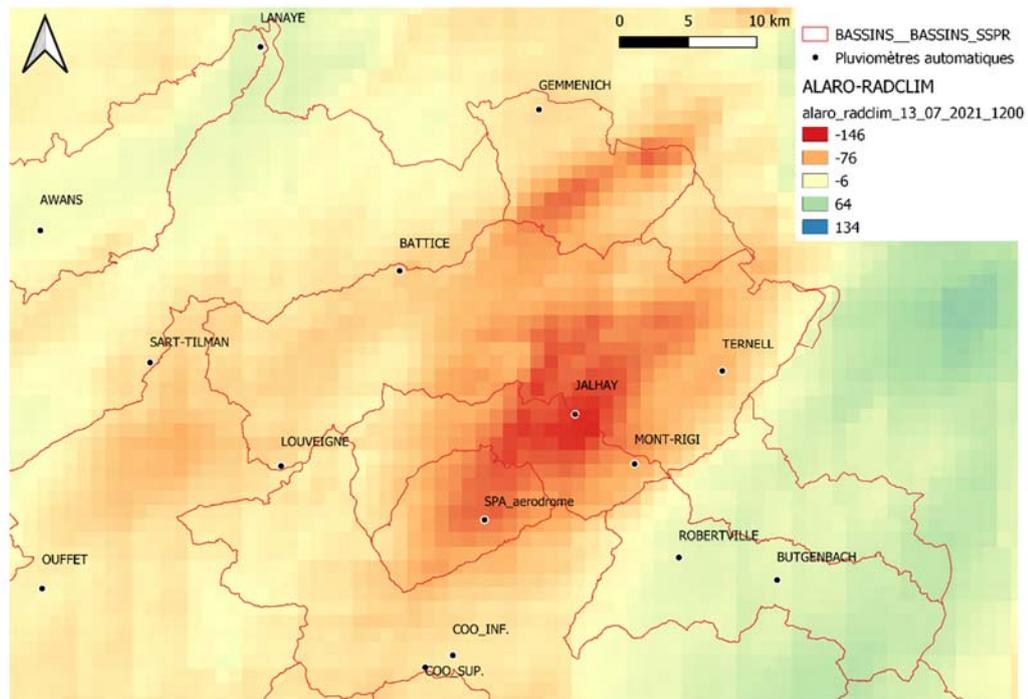


Figure 5-19 : Différence (en mm/48h) entre les prévisions ALARO et les données RADCLIM pour le cumul de 48h entre 13/07/2021 12h00 et 15/07/2021 12h00

5.1.8 Analyse des prévisions ECMWF

Par la suite, les prévisions des archives de l'ECMWF sont analysées. Vu la complexité des données (rappelons qu'à chaque date de production 50 résultats sont produits par pas de temps ce qui donne jusqu'à 500 estimations pour une date donnée dû au recouvrement temporel des différentes prévisions) il a été choisi de concentrer cette analyse sur un point de l'espace, notamment celui identifié comme le centre de l'événement. Le pixel donnant le cumul maximum sur 48h dans le voisinage de la station pluviométrique de Jalhay est considéré dans la suite de ce rapport.

Les prévisions ont été traitées afin de les représenter sous forme de cumuls, ce qui les rend facilement comparables aux valeurs avancées précédemment dans cette étude. Pour des raisons d'illustration des données à disposition, les cumuls de prévisions ont été calculés pour chaque prévision disponible. La Figure 5-20 montre les enveloppes de ces cumuls pour chaque date de production. Ces enveloppes se caractérisent par une différence assez grande entre les valeurs minimales et maximales, ce qui s'interprète par une **incertitude de prédiction assez grande**. Les prévisions montrent cependant **qu'à partir du 13 juillet une quantité remarquable de précipitations était à attendre**. Plus le début de l'événement (13/07/2021 12h00) approche, plus les prévisions ont tendance à prédire des cumuls élevés.

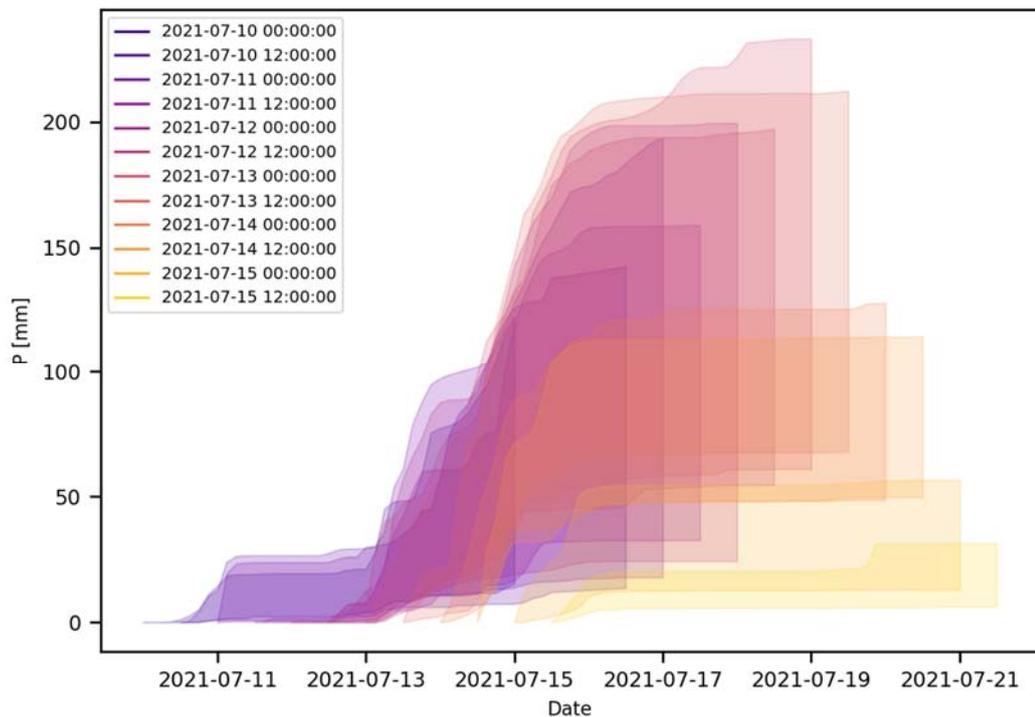


Figure 5-20 : Enveloppe des 50 prévisions ECMWF pour chaque date de production

Le graphe de la Figure 5-21 montre les cumuls sur 48h pour les différentes prévisions. Ainsi, pour la période de l'événement, des cumuls avoisinant les 200mm/48h ont été prédits par certains des 50 modèles déjà à partir du 11 juillet. En même temps, d'autres de ces 50 modèles prédisent des cumuls approchant à peine 50mm/48h pour la même période.

Il en ressort que **les prévisions de l'ECMWF ont sous-estimé les cumuls sur 48h par rapport aux observations du 13-16 juillet** (<200mm/48h pour la prévision ECMWF, voir Figure 5-21 ci-après contre 275mm/48h réellement observé, voir Figure 5-13 plus haut au §5.1.4). Par rapport au modèle ALARO, certaines prévisions sont plus élevées avec le modèle ECMWF et d'autres en revanche sont inférieures.

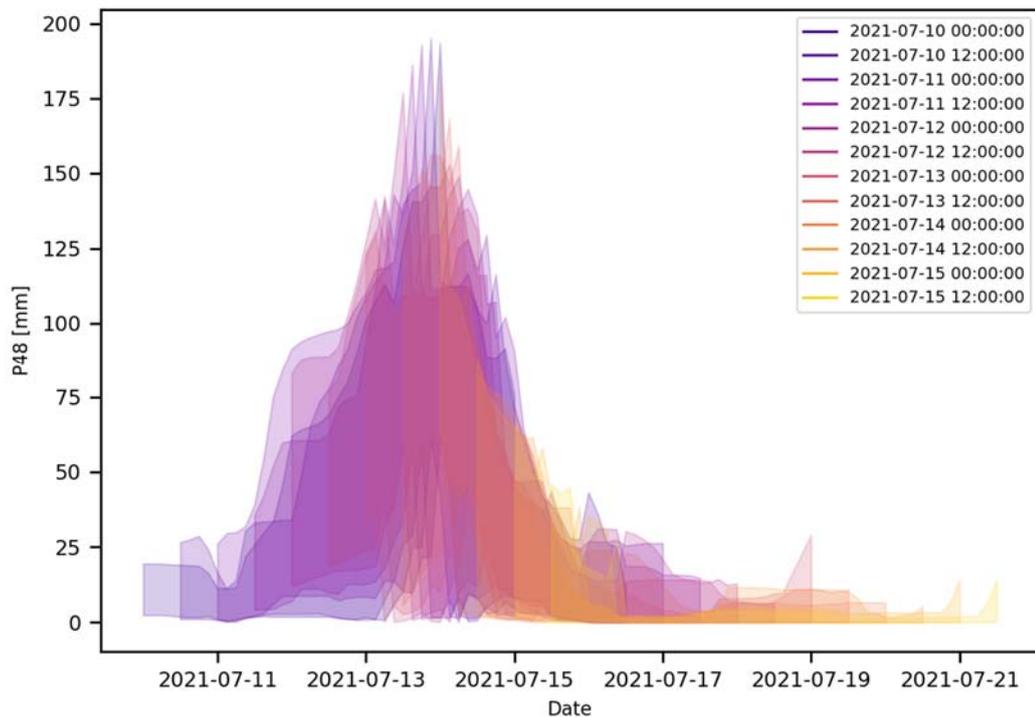


Figure 5-21 : Enveloppe des cumuls glissant sur 48h pour des prévisions issues de différentes dates de production

5.1.9 Conclusions générales relatives à l'analyse de la pluviométrie

En résumé des chapitres précédents, les éléments suivants peuvent être mis en évidence quant à l'analyse des précipitations :

- > **L'évènement de juillet 2021 peut être qualifié de rare en termes de quantité de pluie et d'étendue spatiale.** Malgré l'intervalle de confiance très large, la probabilité d'occurrence de l'évènement peut être jugée de **faible à très faible**. En fonction des approches, cette dernière basée uniquement sur les cumuls de précipitation peut s'étaler de $tr < 100$ ans jusqu'à $Tr > 1'000$ ans.
- > Le bassin versant du barrage d'Eupen a connu une précipitation légèrement inférieure à celui de la Gileppe dont le bassin versant est situé quasiment au centre de l'évènement de précipitation.
- > Le bassin versant des barrages ENGIE de Robertville et Butgenbach, sur la Warche (Lasnerville, Stavelot) ont reçu environ 2 fois moins de précipitations que ceux d'Eupen ou de la Gileppe.
- > Les prévisions des modèles ALARO et ECMWF ont toutes deux sous-estimé les précipitations réellement observées au cœur de l'évènement.

5.2 Analyse de l'évènement d'un point de vue hydrologique

5.2.1 Données hydrologiques disponibles

5.2.1.1 Stations hydrométriques

Pour cette étude, les données de 45 stations hydrométriques ont été utilisées, représentées sur la Figure 5-22. Ces données ont été fournies par le Service public de Wallonie Mobilité et Infrastructures (SPW MI) et plus précisément par la Direction de la Gestion hydrologique (DGH), la Direction des Cours d'Eau Non Navigables (DCENN) et la Direction des Barrages-Réservoirs (DBR). Sur ces 47 stations, 24 sont présentes sur le bassin versant de l'Ourthe (dont 4 sur le bassin versant de l'Amblève), 18 sont sur le bassin versant de la Vesdre et 3 sont sur la basse Meuse en aval de la confluence avec l'Ourthe. Pour toutes ces stations, à l'exception des stations situées en amont des lacs d'Eupen et de la Gileppe et indiquées en italique dans le Tableau 5-5, les données de débit ont été fournies à pas de temps horaire sur des périodes de plusieurs années et à pas de temps 5 ou 10 minutes pour le mois de juillet 2021.

Les données des stations limnimétriques en amont et au niveau des lacs d'Eupen et de la Gileppe (voir Figure 5-22) sont également fournies pour les journées du 13 au 16 juillet 2021 à pas de temps 5 minutes, accompagnées des tables de conversion Niveau-Débit pour chaque station. Les 8 stations considérées dans cette étude sont Gileppe amont et aval, Louba aval, Restitution Gileppe, Vesdre amont, Getzbach, restitution Vesdre et Hoëgne à Pepinster.

Les séries hydrométriques horaires disponibles diffèrent selon les stations. Le Tableau 5-5 résume les plages de données horaires disponibles pour chaque station et indique le pourcentage de complétude de ces séries.

Plusieurs stations de mesure, principalement dans le bassin de la Vesdre, ont cessé de fonctionner pendant la période du 10 au 20 juillet 2021.

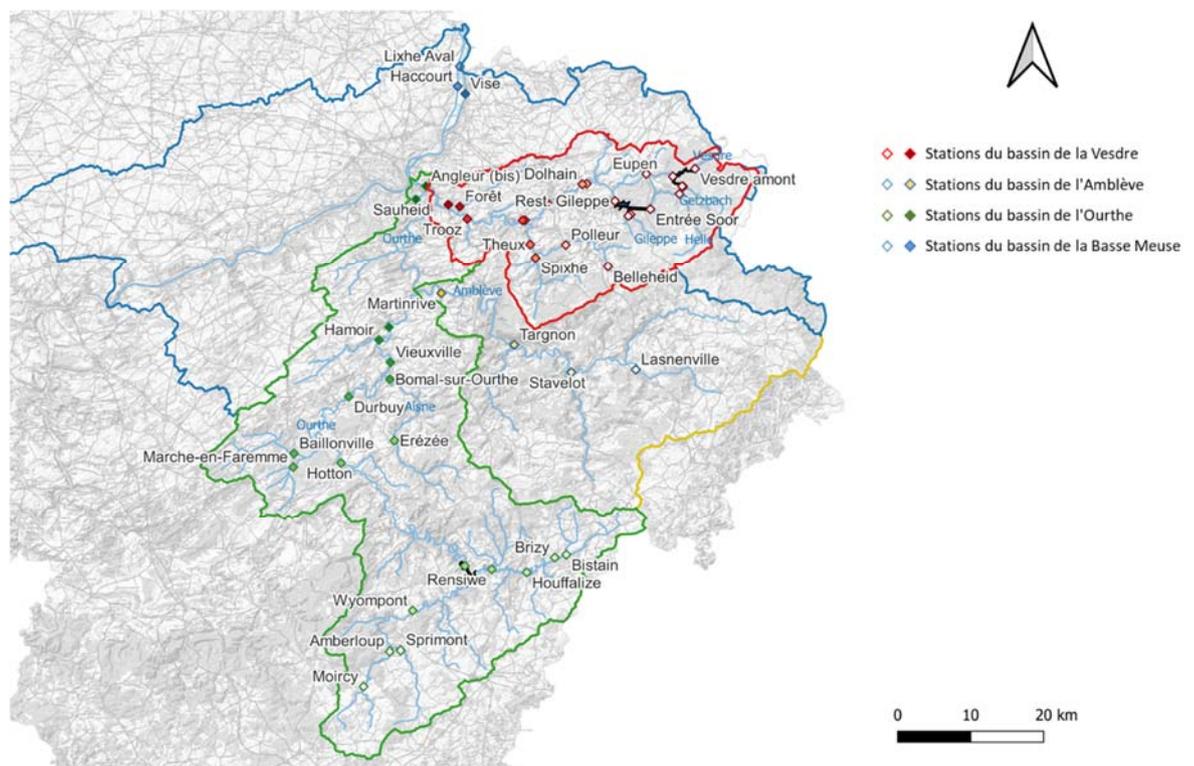


Figure 5-22 : Stations de mesure hydrométrique dont les données ont été utilisées

Station	Code	Rivière	Bassin versant	Plage de données - pas de temps: 1h		
				Début	Fin	Complétude
MARTINRIVE	66211002	Amblève	Ambleve	01/01/1974	07/09/2021	100%
TARGNON	66711002	Amblève	Ambleve	01/09/1998	07/09/2021	100%
STAVELOT	67321002	Amblève	Ambleve	01/01/1998	07/09/2021	100%
LASNENVILLE	67531002	Amblève	Ambleve	01/01/1998	07/09/2021	100%
WISE	54511002	Basse Meuse	Meuse	01/01/1995	07/09/2021	97%
LIXHE Aval	54361002	Basse Meuse	Meuse	01/12/1976	07/09/2021	95%
HACCOURT	57711002	Canal Albert	Meuse	16/11/1993	07/09/2021	96%
BOMAL-SUR-OURTHE	L5491	Aisne	Ourthe	02/04/1999	31/08/2021	100%
EREZEE	L6690	Aisne	Ourthe	29/12/1998	31/08/2021	100%
MARCHE-EN-FAMENNE	L7120	Marchette	Ourthe	19/12/2003	31/08/2021	100%
WIBRIN	L7070	Martin-Moulin	Ourthe	15/10/2003	31/08/2021	99%
HAMOIR	L5630	Néblon	Ourthe	04/06/1976	31/08/2021	97%
SAUHEID	58261002	Ourthe	Ourthe	01/01/1978	07/09/2021	96%
DURBUY	59531002	Ourthe	Ourthe	01/01/1994	07/09/2021	96%
NISRAMONT	59911002	Ourthe	Ourthe	01/01/1978	07/09/2021	100%
ANGLEUR (2bis)	580800C2	Ourthe	Ourthe	01/01/1974	07/06/2021	97%
TABREUX	5921SVC2	Ourthe	Ourthe	01/01/1969	07/09/2021	100%
HOTTON	5962SCC2	Ourthe	Ourthe	01/01/1979	07/09/2021	100%
AMBERLOUP	L6290	Ourthe Occidentale	Ourthe	19/11/1991	31/08/2021	96%
MOIRCY	L8500	Ourthe Occidentale	Ourthe	04/09/2019	31/08/2021	100%
HOUFFALIZE	L5930	Ourthe Orientale	Ourthe	27/02/1979	31/08/2021	94%
ERNEUVILLE	L5950	Ourthe Orientale	Ourthe	20/02/1979	31/08/2021	97%
CHERAIN	L6550	Ourthe Orientale	Ourthe	04/11/1994	31/08/2021	98%
CHERAIN	L6560	Ruisseau de Rettigny	Ourthe	04/11/1994	31/08/2021	98%
AMBERLOUP	L6850	Ruisseau du Laval	Ourthe	04/03/2003	31/08/2021	100%
BAILLONVILLE	L6050	Ruisseau Heure	Ourthe	14/06/1984	31/08/2021	96%
VIEUXVILLE	L6300	Ry de Logne	Ourthe	03/09/1991	31/08/2021	97%
POLLEUR	65171002	Hoëgne	Vesdre	01/12/2015	07/09/2021	100%
BELLEHEID	65261002	Hoëgne	Vesdre	12/07/1993	07/09/2021	99%
THEUX	L5860	Hoëgne	Vesdre	01/02/1979	31/08/2021	91%
FORET	L7600	Magne	Vesdre	11/05/2011	31/08/2021	100%
CHAUDFONTAINE Pisc	6228SVC2	Vesdre	Vesdre	20/06/1967	07/09/2021	100%
VERVIERS	L7150	Vesdre	Vesdre	17/08/2004	31/08/2021	100%
LIMBOURG	L7700	Vesdre	Vesdre	07/10/2011	31/08/2021	99%
TROOZ	L7720	Vesdre	Vesdre	06/10/2011	31/08/2021	99%
DOLHAIN	L7730	Vesdre	Vesdre	12/10/2011	31/08/2021	98%
THEUX	L6790	Wayai	Vesdre	29/03/2002	31/08/2021	100%
GILEPPE AMONT	SPW-MI-DBR	Gileppe	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	100%
LOUBA AVAL	SPW-MI-DBR	Louba	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	100%
GILEPPE AVAL	SPW-MI-DBR	Gileppe	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	87%
RESTITUTION GILEPPE	SPW-MI-DBR	Gileppe	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	100%
VESDRE AMONT	SPW-MI-DBR	Vesdre	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	77%
GETZBACH	SPW-MI-DBR	Getzbach	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	22%
RESTITUTION VESDRE CE	SPW-MI-DBR	Vesdre	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	100%
HOEGNE PEPINSTER	SPW-MI-DBR	Hoëgne	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	100%
ENTREE TUNNEL SOOR	SPW-MI-DBR	Soor	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	100%
ENTREE TUNNEL HELLE	SPW-MI-DBR	Helle	Vesdre	10/07/2021	16/07/2021	100%

Tableau 5-5 : Plage de données horaires disponibles aux stations de mesure hydrométrique

5.2.1.2 Laises de crue

Lors des visites de terrain de Stucky en septembre 2021, plusieurs observations de laisses de crue ont été réalisées. Ces indications ainsi que les données transmises par le SPW SG (relevé de traces de crues sur les bâtiments et infrastructures) fournissent la hauteur d'eau la plus importante atteinte lors de la crue de juillet ainsi que les emprises des inondations. Une analyse via la formule de Manning-Strickler permet de calculer le débit correspondant à ces hauteurs d'eau, les détails de ce calcul sont expliqués au §5.3. Les laisses de crue analysées dans le cadre de cette étude sont localisées sur la Figure 5-23.

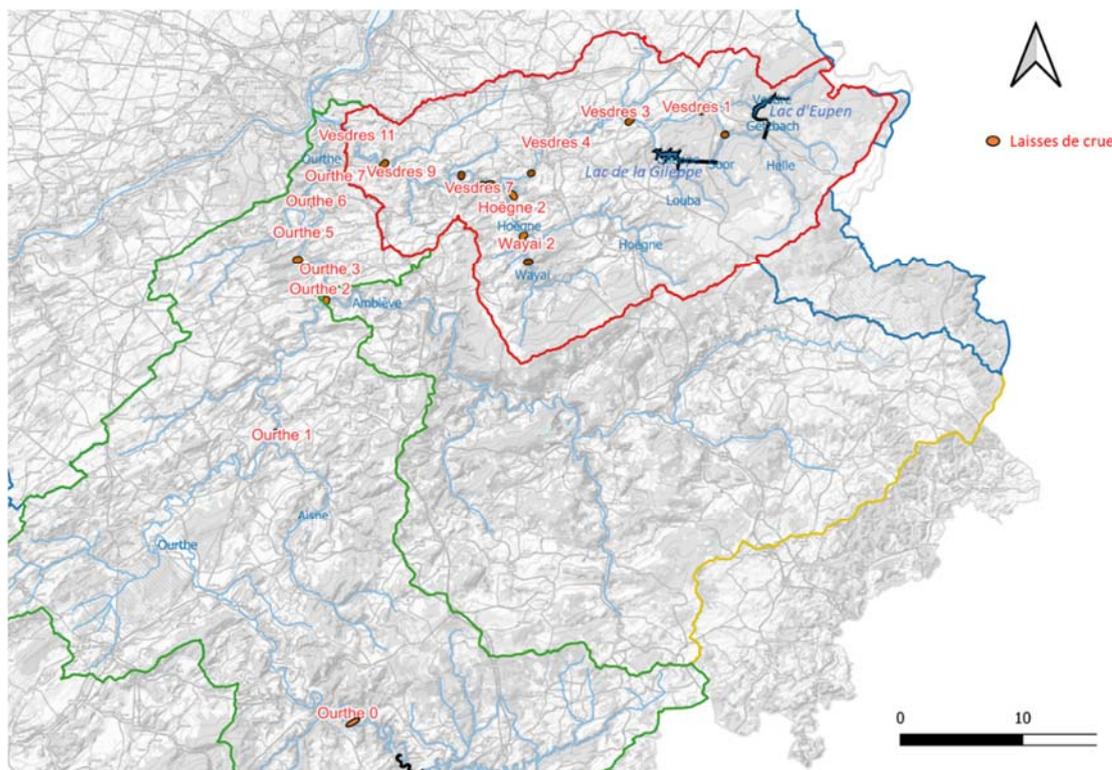


Figure 5-23 : Localisation des laisses de crue analysées pour le calcul du débit de pointe

5.2.1.3 Jaugeages

Plusieurs jaugeages à l'ADCP et au saumon ont été réalisés par la DCENN et la DGH pendant la crue de juillet 2021. Les débits mesurés sont donnés dans le Tableau 5-6. Très peu de données ont été mesurées sur la Vesdre en crue, les conditions étant trop difficiles. Les débits mesurés sur l'Ourthe et l'Amblève ont été utilisés pour contrôler et compléter les mesures des stations hydrométriques. Il faut cependant souligner que très peu de données ont été mesurées lors du pic de crue.

	Section	Station	Cours d'eau	Date et heure	Débit [m3/s]
DGH	5826005J	Sauheid	Ourthe	14/07/2021 06:48	117.3
	5826005J	Sauheid	Ourthe	16/07/2021 07:44	754.5
	5826005J	Sauheid	Ourthe	16/07/2021 15:26	663.4
	5826005J	Sauheid	Ourthe	17/07/2021 07:09	405.8
	5826005J	Sauheid	Ourthe	18/07/2021 10:12	217.5
	5921000J	Tabreux	Ourthe	13/07/2021 11:14	11.3
	5921004J	Tabreux	Ourthe	16/07/2021 09:11	407.7
	5921000J	Tabreux	Ourthe	17/07/2021 08:19	205.5
	5953002J	Durbuy	Ourthe	13/07/2021 10:12	7.3
	5953002J	Durbuy	Ourthe	15/07/2021 11:33	361.2
	5953006J	Durbuy	Ourthe	18/07/2021 08:51	85.4
	5962000J	Hotton	Ourthe	16/07/2021 12:35	175.5
	5962000J	Hotton	Ourthe	17/07/2021 09:24	107.8
	5991002J	Nisramont	Ourthe	16/07/2021 14:01	98.3
	6021001J	Mabompré	Ourthe orientale	15/07/2021 13:13	94.2
	6122002J	Ortho	Ourthe occidentale	15/07/2021 14:09	94.4
	6122003J	Ortho	Ourthe occidentale	16/07/2021 09:36	54.7
	6228001J	Chaufontaine	Vesdre	14/07/2021 07:37	150.6
	6671000J	Targnon	Amblève	14/07/2021 14:20	113.5
	6671000J	Targnon	Amblève	17/07/2021 10:38	80.6
	6732000J	Stavelot	Amblève	14/07/2021 13:41	64.7
	6803000J	Chevron	Lienne	17/07/2021 12:16	14.7
	6832002J	Trois-Ponts	Salm	17/07/2021 11:15	19.6
	DCENN	L6510	Stavelot	Amblève	15/07/2021 09:25
L7670		La Gleize	Amblève	15/07/2021 07:00	307.7
L6070		Trois Ponts	Amblève - Salm	15/07/2021 08:40	90.5
L5580		Thioux	Amblève - Warche	15/07/2021 11:00	52.7
L5491		Juzaine	Ourthe - Aisne	22/07/2021 11:00	4.3
L5930		Houffalize	Ourthe	15/07/2021 12:20	44.7
L6050		Baillonville	Ourthe	13/07/2021 13:00	0.4
L6550		Brizy	Ourthe	15/07/2021 11:00	26.6
L7120		Marche en Famenne	Ourthe	13/07/2021 15:15	0.9
L6690		Erezée	Ourthe - Aisne	22/07/2021 12:00	1.9
L7070		Rensiwez	Ourthe - Martin-Moulin	15/07/2021 13:20	24.8
L6560		Bistain	Ourthe - R. de Rettigny	15/07/2021 11:40	11.1
L6300		Vieuxville	Ourthe - Ry de Logne	23/07/2021 10:30	0.7
L7150		Verviers	Vesdre	14/07/2021 13:15	115.2
L7700		Bellevaux	Vesdre	22/07/2021 15:50	5.6
L5860		Theux	Vesdre - Hoegne	14/07/2021 11:00	170.7
L6790		Spixhe	Vesdre - Wayai	14/07/2021 08:40	92.3
L6790		Spixhe	Vesdre - Wayai	23/07/2021 12:45	1.1

Tableau 5-6: Jaugeages réalisés par la DGH et la DCENN sur les bassins versants de la Vesdre, de l'Ourthe et de l'Amblève du 13 au 23 juillet 2021

5.2.2 Estimation des débits de pointes lors des événements de juillet

Comme cela a été décrit au chapitre 3.2.3, des estimations de débits ont été réalisées en différents points des bassins versants sur la base des relevés des laisses de crues et d'une approche selon Strickler, afin notamment de reconstituer les pics de crue pour l'analyse hydrologique du §3.2.2. Les données de base utilisées pour l'estimation des débits sont les suivantes :

- > Laisses de crues (soit la hauteur d'eau atteinte) relevées lors de la mission ou fournies par le SPW-SG.

- > Topographie : MNT et MNS de 2013-2014 commandés sur WalOnMap.
- > Couverture du sol (estimation des coefficients de Strickler) : d'après les observations faites sur site et les images aériennes.
- > Ouvrages : relevés réalisés lors de la visite sur site.

La détermination du coefficient de rugosité selon Strickler est une des principales sources d'incertitude dans la présente estimation des débits. Même s'il est possible de trouver dans la littérature des valeurs en fonction du type de cours d'eau, de la couverture du sol, de l'état des berges, de la végétation présente, etc... celles-ci correspondent à des ordres de grandeur et ne peuvent pas être parfaitement adéquates pour la section analysée. De plus, dans le cas des événements de juillet 2021, les cours d'eau ont repris la totalité de leur lit majeur, densément bâti sur une grande partie de leur linéaire. Dès lors, l'estimation de la rugosité selon Strickler doit souvent considérer dans une même section le lit mineur du cours d'eau, mais aussi de la forêt, des prairies, des villages ou des zones industrielles, des routes, etc.

Pour tenter de représenter au mieux cette diversité des rugosités au sein d'une même section, l'approche d'une rugosité composée a été appliquée en tenant compte des coefficients de base donnés dans le Tableau 5-7 ci-dessous.

Type	Rugosité selon Strickler K_{ST} [m ^{1/3} /s]
Rivière à berges étroites et fortement boisées	15
Rivière à berges étroites et moyennement boisées (petite végétation ou cordon)	20
Rivière de plaine avec berges légèrement boisées	30
Lit majeur en prairie	25
Lit majeur en forêt	8
Lit majeur urbanisé	13
Routes	75
* L'utilisation du MNS s'est montrée souvent pertinente dans les zones urbanisées. Dans ce cas, un coefficient de $K_{ST}=25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ a été attribué aux espaces entre bâtiments.	

Tableau 5-7 : Coefficients de Strickler utilisés pour la détermination de la rugosité composée dans chacune des sections analysées

Au total, les débits ont été estimés dans 28 sections réparties sur la Vesdre, la Helle, la Soor, l'Amblève, la Hoëgne, le Wayai et l'Ourthe. Ces sections sont localisées sur la carte de l'Annexe E). Pour chacun des cours d'eau, elles sont numérotées par ordre croissant de l'amont vers l'aval. Le Tableau 5-8 synthétise les résultats des calculs de débits, l'analyse hydrologique du §5.2.3 reprend une partie de ces résultats. En effet, certains d'entre eux ont été écartés pour l'analyse hydrologique au profit de valeurs reconstituées selon d'autres analyses considérées comme plus fiables.

Les principales conclusions de cette analyse sont données ci-dessous. Leur validité dépend totalement d'un recoupement avec les autres approches d'estimation des débits.

- > **Le débit de la Vesdre entre le barrage d'Eupen et la confluence de la Helle est estimé à environ 215m³/s, ce qui est cohérent avec la reconstitution de l'hydrogramme au barrage décrite au §5.4.1.**

- > **La Helle et la Soor ont pu avoir chacune des débits de pointes autour de 100 m³/s**, sans compter les débits dérivés (env. 20 m³/s) dans les barrages d'Eupen, respectivement Gileppe.

Les principales limites de cette analyse sont également à rappeler :

- > Conditions d'écoulement uniforme (hypothèse pour l'application de la formule de Strickler) rarement atteintes, en raison principalement de l'évolution constante de la topographie et de l'occupation du sol du lit majeur. De plus, à part sur la Helle et la Soor, le régime d'écoulement est fluvial, signifiant que chacune des hauteurs d'eau observées (laisses de crues) a été influencée par les conditions d'écoulement plus en aval. Ainsi, les nombreux franchissements qui ont été submergés et obstrués ont créé une surélévation du plan d'eau en amont qui peut induire une surestimation des débits par l'approche d'estimation des débits utilisées ici ;
- > Difficulté d'évaluer correctement la rugosité moyenne dans les sections considérées.

En raison des incertitudes inhérentes à un calcul de débit par l'application de la formule de Strickler, il convient d'interpréter les valeurs du Tableau 5-8 avec un intervalle de confiance de $\pm 30\%$.

Cours d'eau	Section	Localité / Emplacement	Pente moyenne	K_{ST} moyen [$m^{1/3}/s$]	Hauteur d'eau [m.s.m]	Hauteur d'eau max [m]	Débit [m^3/s]	Intervalle de confiance ($\pm 30\%$) [m^3/s]
Ambève	1	Amont confluence Ourthe-Ambève	0.2%	20	102.05	4.8	614	430 - 798
Helle	1	Amont immédiat confluence Helle-Soor	2.0%	25	303.00	1-2*	110	77 - 143
Hoëgne	1	Aval immédiat confluence Wayai-Hoëgne	0.5%	16	304.35	5.9*	650	455 - 845
Hoëgne	2	Aval Theux	0.3%	13		4.5*	265	186 - 345
Hoëgne	3	Chinhé	0.8%	12		5.1**	630	441 - 819
Ourthe	0	Lohan à La Roche-en-Ardenne	0.2%	16	229.70	2.5**	189	132 - 246
Ourthe	1	Petit Bomal à Bomal	0.2%	21	131.41	3.2**	760	532 - 988
Ourthe	2	Env. 700m aval confluence Ourthe-Ambève	0.2%	22	100.54	5.0**	593	415 - 771
Ourthe	3	Amont Poulseur	0.2%	13	98.10	6.4**	740	518 - 962
Ourthe	4	Montfort	0.3%	27	91.90	4.5**	973	681 - 1264
Ourthe	5	Esneux	0.1%	31	89.40	6.0**	840	588 - 1092
Ourthe	6	Avister	0.1%	20	79.50	6.35**	635	445 - 826
Ourthe	7	Sainval	0.1%	26	73.80	3.7**	495	347 - 644
Soor	1	Amont immédiat confluence Helle-Soor	2.5%	25		2.8-3*	90	63 - 117
Vesdre	0	Entrée Eupen (amont confluence Helle)	loi de seuil	$Cd = 0.33$	272.50	2.9*	215	151 - 280
Vesdre	1	Eupen aval confluence Vesdre-Helle	0.5%	19	254.20	4.3**	340	238 - 442
Vesdre	2	Entrée Limbourg	0.5%	13	206.90	4.4**	420	294 - 546
Vesdre	3	Aval Limbourg (mais amont station mesure L7700)	0.3%	12	195.40	4.84**	530	371 - 689
Vesdre	4	Verviers centre	0.4%	30	167.60	4.2*	440	308 - 572
Vesdre	5	Aval Verviers	0.5%	20	144.50	5.1**	575	403 - 748
Vesdre	7	Goffontaine	0.3%	17	122.63	4.1**	424	297 - 551
Vesdre	8	Nessonvaux	0.1%	25	113.47	7.2**	550	385 - 715
Vesdre	9	Trooz	0.3%	26	92.40	5.8**	535	375 - 696
Vesdre	10	Chaufontaine	0.2%	13	88.15	5.4**	650	455 - 845
Vesdre	11	Amont Chênée	0.2%	26	72.80	3.8**	640	448 - 832
Wayai	1	2 km amont station mesure L6790	0.8%	18	197.80	3.5-4**	50	35 - 65
Wayai	2	Aval immédiat station L6790	0.3%	26	175.10	2.9**	200	140 - 260

* Observation Stucky

** Relevés reçus

Tableau 5-8: Résultats de l'estimation des débits de pointe selon l'approche de Strickler

5.2.3 Hydrogrammes du mois de juillet et reconstitution des débits de pointe

5.2.3.1 Bassin versant de la Vesdre

Entre le 13 et le 19 juillet 2021, les forts débits de la Vesdre et de ses affluents ont provoqué l'arrêt de la plupart des stations de mesure en aval des barrages d'Eupen et de la Gilleppe sur ce bassin versant (voir Figure 5-24). Le pic de crue n'a pu être enregistré que sur la Magne à Forêt, avec une valeur de 43.4 m³/s le 14/07/2021 à 18:00. La station de Pepinster sur l'Hoëgne a également enregistré une partie de la crue, avec un débit maximal de 390 m³/s enregistré le 14/07/2021 à 20h.

Les hydrogrammes des stations situées en amont des lacs de la Gilleppe et d'Eupen sont présentés sur la Figure 5-25. Les stations en amont du lac d'Eupen n'ont pas mesuré le pic de la crue. Le débit Restitution Vesdre (Stucky) provient de la reconstitution du débit en aval du barrage d'Eupen détaillée au chapitre 5.4.1. Le débit de pointe ainsi reconstitué est de 196 m³/s atteint le 15/07/2021 à 01:30. La Gilleppe et le Louba en amont du lac de la Gilleppe présentent 3 pics de crue successifs le 14/07/2021, avec des maximums de 49 m³/s sur la Gilleppe et de 14 m³/s sur le Louba atteints à 18:00.

Afin de reconstituer les débits de pointe de l'événement aux différentes stations, plusieurs approches ont été mises en œuvre :

- > La superposition des hydrogrammes mesurés avec les débits obtenus par l'analyse des laisses de crue (analyse Manning-Strickler) qui fournit un ordre de grandeur du débit de pointe.
- > La reconstitution des hydrogrammes par relation avec les stations proches : pour des bassins versants homogènes en termes de forme, de couverture du sol et de pente, il est possible d'établir une relation entre les débits mesurés à des stations géographiquement proches. Pour tenir compte de la surface drainée différente d'une station à l'autre, un ratio entre les surfaces drainées (avec un exposant $\frac{1}{2}$ dans le cadre d'une reconstitution d'événement¹) est couramment appliqué. Afin de tenir compte des apports de pluie localement différents, une pondération par la quantité de pluie reçue par la surface drainant le bassin est réalisée.
- > Pour les stations n'ayant pas de mesure disponible soit à la station soit aux stations alentours, une détermination du débit par la méthode rationnelle est appliquée.
- > Une comparaison est enfin réalisée avec les débits modélisés dans le rapport de l'Université de Liège [4].

La comparaison de ces différentes approches permet d'estimer l'ordre de grandeur de l'événement de crue et d'écartier les valeurs aberrantes.

¹ Cet exposant s'appelle le coefficient de Myer. Il est fortement variable et peut varier entre 0.5 et 0.9. Il est couramment utilisé avec une valeur de $\frac{1}{2}$ pour régionaliser les crues. Voir : https://lms.fun-mooc.fr/c4x/grenobleinp/19001/asset/Methode_de_transfert_de_bassin_G_Piton.pdf

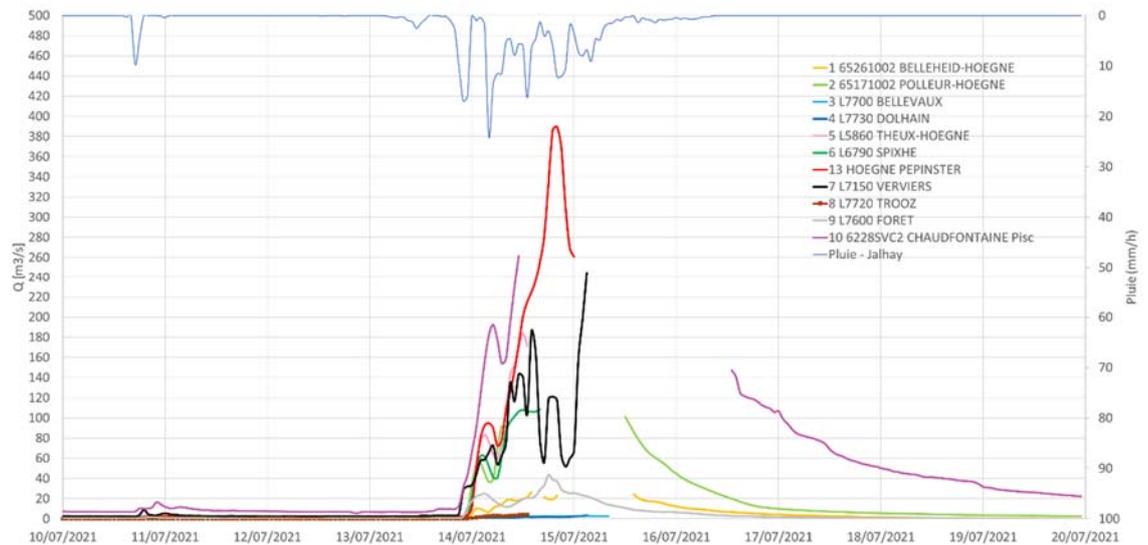


Figure 5-24 : Evolution des débits mesurés entre le 10/07/2021 et le 20/07/2021 dans le bassin versant de la Vesdre en aval des lacs d'Eupen et de la Gileppe

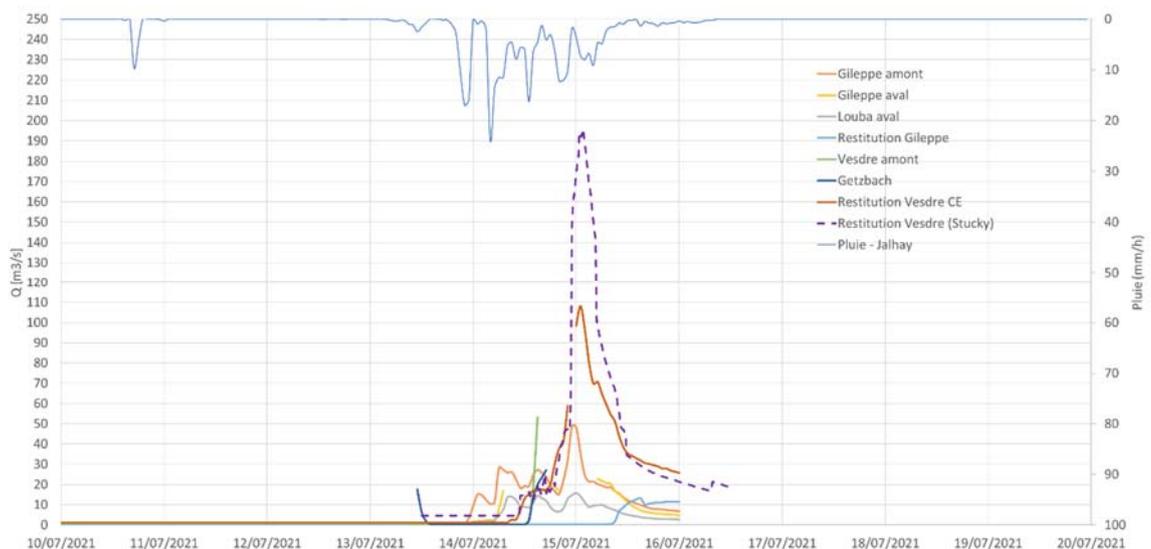


Figure 5-25: Evolution des débits mesurés entre le 10/07/2021 et le 20/07/2021 dans le bassin versant de la Vesdre en amont des barrages d'Eupen et de la Gileppe. La reconstitution du débit Restitution Vesdre (Stucky) en trait-tillés est présentée au chapitre 5.4.1.

L'analyse des laisses de crue relevées en plusieurs points du bassin versant fournit un ordre de grandeur des pics de crue aux stations proches de ces relevés. La Figure 5-26 détaille l'emplacement des laisses de crue du bassin versant de la Vesdre. La Figure 5-27 montre la superposition des hydrogrammes mesurés aux stations et des débits estimés à partir des laisses de crue.

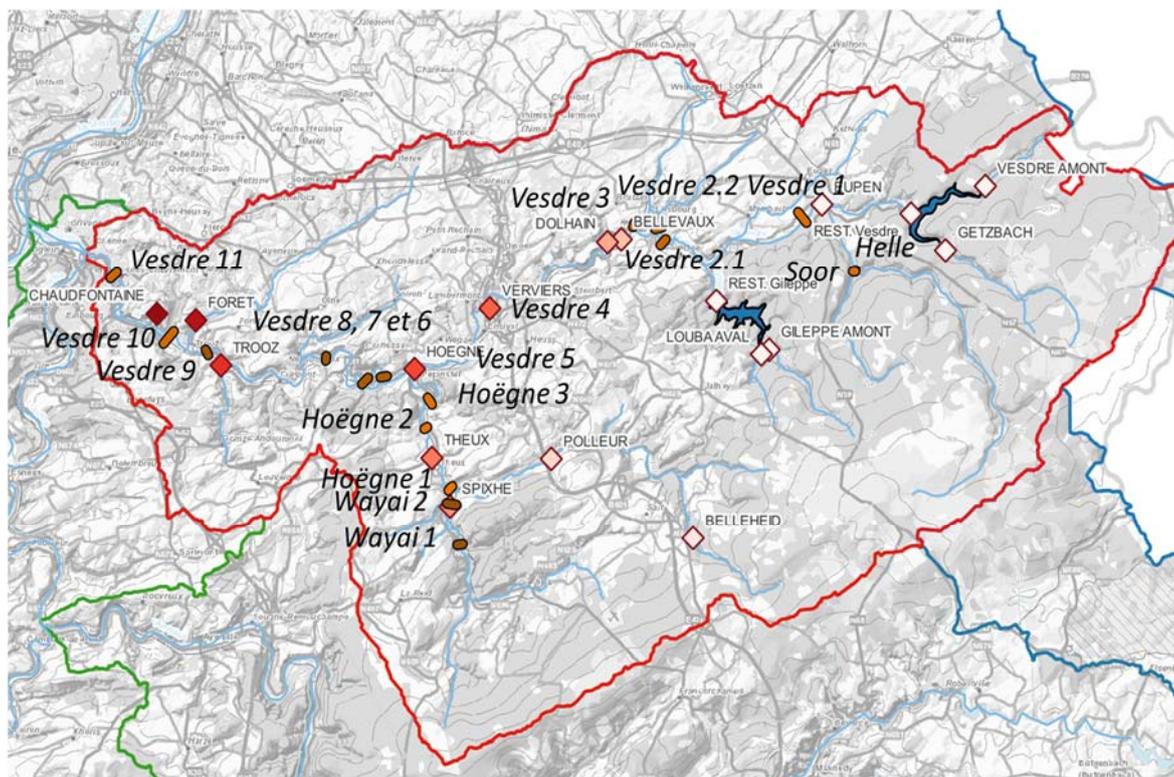


Figure 5-26 : Correspondance entre les relevés de laisses de crue (barres marron) et les stations de mesure (losanges : stations de mesure)

Les débits estimés par la méthode des laisses de crue sont parfois très différents alors qu'ils ont été relevés à des points proches. C'est le cas par exemple sur le Wayai où les deux laisses de crue donnent des résultats variant de 50 à 200 m³/s. En superposant ces valeurs sur l'hydrogramme partiel mesuré à la station de Spixhe (Figure 5-27.a), il apparaît que la valeur de 50 m³/s sous-estime le pic de crue. La valeur de 200 m³/s fournit un ordre de grandeur du pic. L'approche par la méthode rationnelle donne une valeur de pic de 150 m³/s.

Pour les stations de l'Hoëgne (Figure 5-27.b), les laisses de crues donnent des valeurs de 265 à 650 m³/s. L'approche par la méthode rationnelle fournit des valeurs de 100 à 200 m³/s de l'amont vers l'aval. Une reconstitution du pic de crue par la méthode des rapports de surface de bassin versant sur la base de l'hydrogramme mesuré à Pepinster donne des valeurs de 106 à 367 m³/s. Elles sont un peu plus élevées que les valeurs obtenues dans le rapport [4]. **La contribution de l'Hoëgne au débit de la Vesdre, au niveau de son exutoire à Pepinster, est donc comprise entre 200 et 400 m³/s.**

Les stations intermédiaires de la Vesdre (Bellevaux, Dolhain et Verviers, voir Figure 5-27.c) n'ont presque rien enregistré de l'événement. **Les laisses de crue donnent des valeurs de 420 à 575 m³/s.** Le rapport [4] donne une valeur de 410 m³/s à Verviers. Les ordres de grandeur sont les mêmes et les valeurs obtenues par la méthode des laisses de crue ont été retenues pour la détermination des temps de retour.

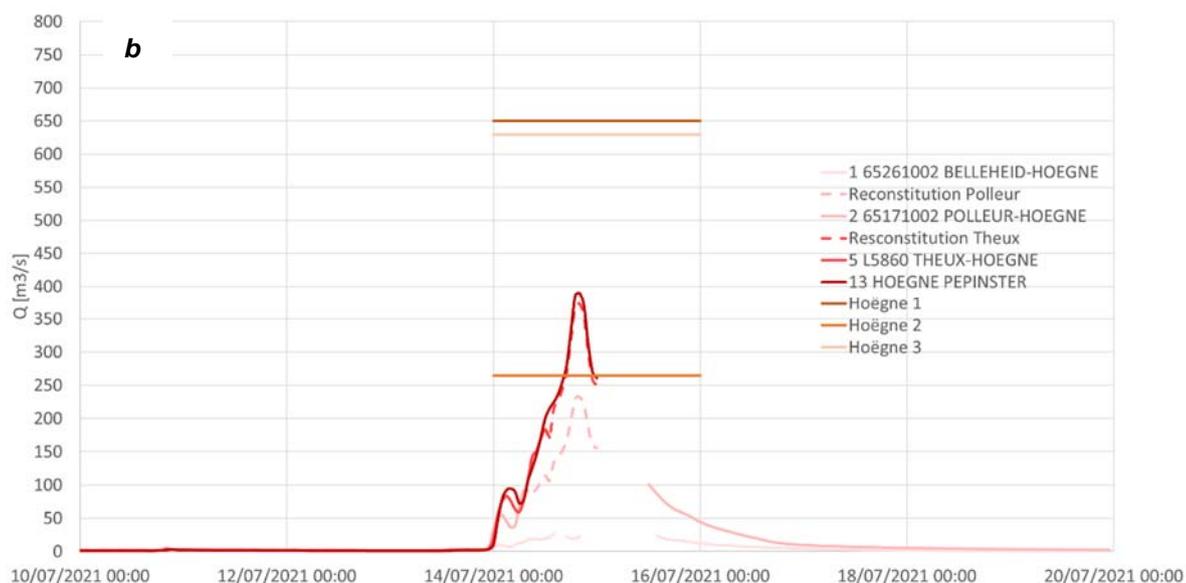
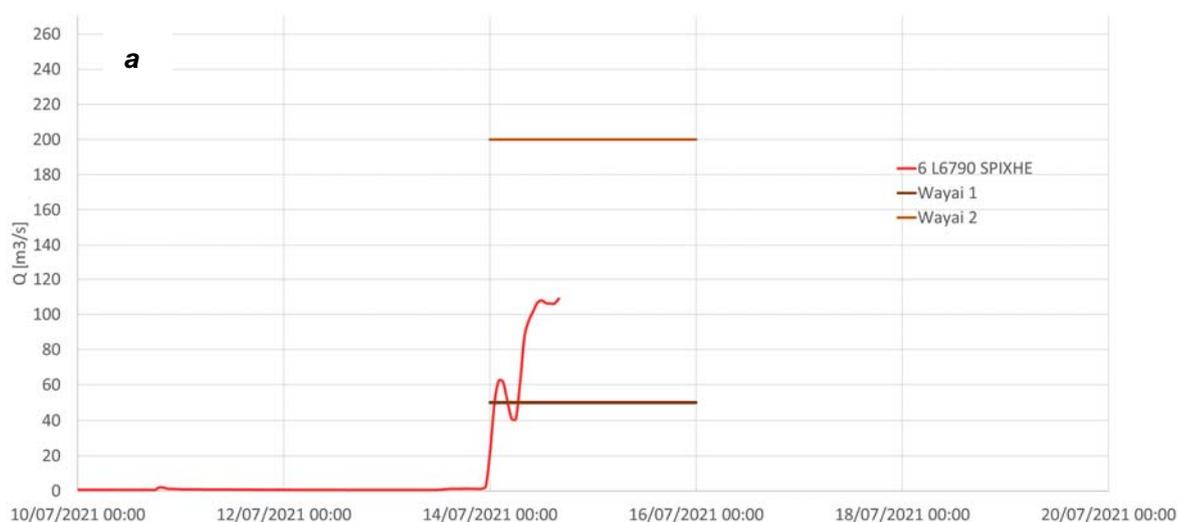
En aval, les stations de Trooz et Chaudfontaine n'ont également pas mesuré l'événement. Les données de laisse de crue et la méthode rationnelle donnent un débit de pointe de 400 à 535 m³/s à Trooz. En l'absence de mesure plus précise, **la valeur de 535 m³/s obtenue par les laisses de crue est retenue pour l'analyse des temps de retour.** A Chaudfontaine, les laisses de crue donnent un débit de pointe de 650 m³/s à +/- 30%. Le rapport [4] donne une valeur reconstituée à Chaudfontaine entre 580 et 660 m³/s. **Le débit retenu comme valeur médiane pour la station de Chaudfontaine pour l'analyse des temps de retour est donc de 600 m³/s.**

Les débits de pointes estimés par les différentes méthodes pour les stations du bassin versant de la Vesdre sont synthétisés dans le Tableau 5-9. Les débits sélectionnés pour l'analyse des temps de retour sont représentés en gras.

Sur la Vesdre, la temporalité de l'événement est la suivante :

- un premier pic de crue en fin de journée le 14/07/2021 dû aux fortes précipitations en tête de bassin sur la Hoëgne.
- un deuxième pic de crue pendant la nuit du 15/07/2021 avec une pointe de débit en aval du barrage d'Eupen à 01:30 qui se propage dans la journée du 15/07/2021.

Cette temporalité en 2 pics est également relayée par les citoyens dans les résultats du recueil de témoignages (§5.5.3).



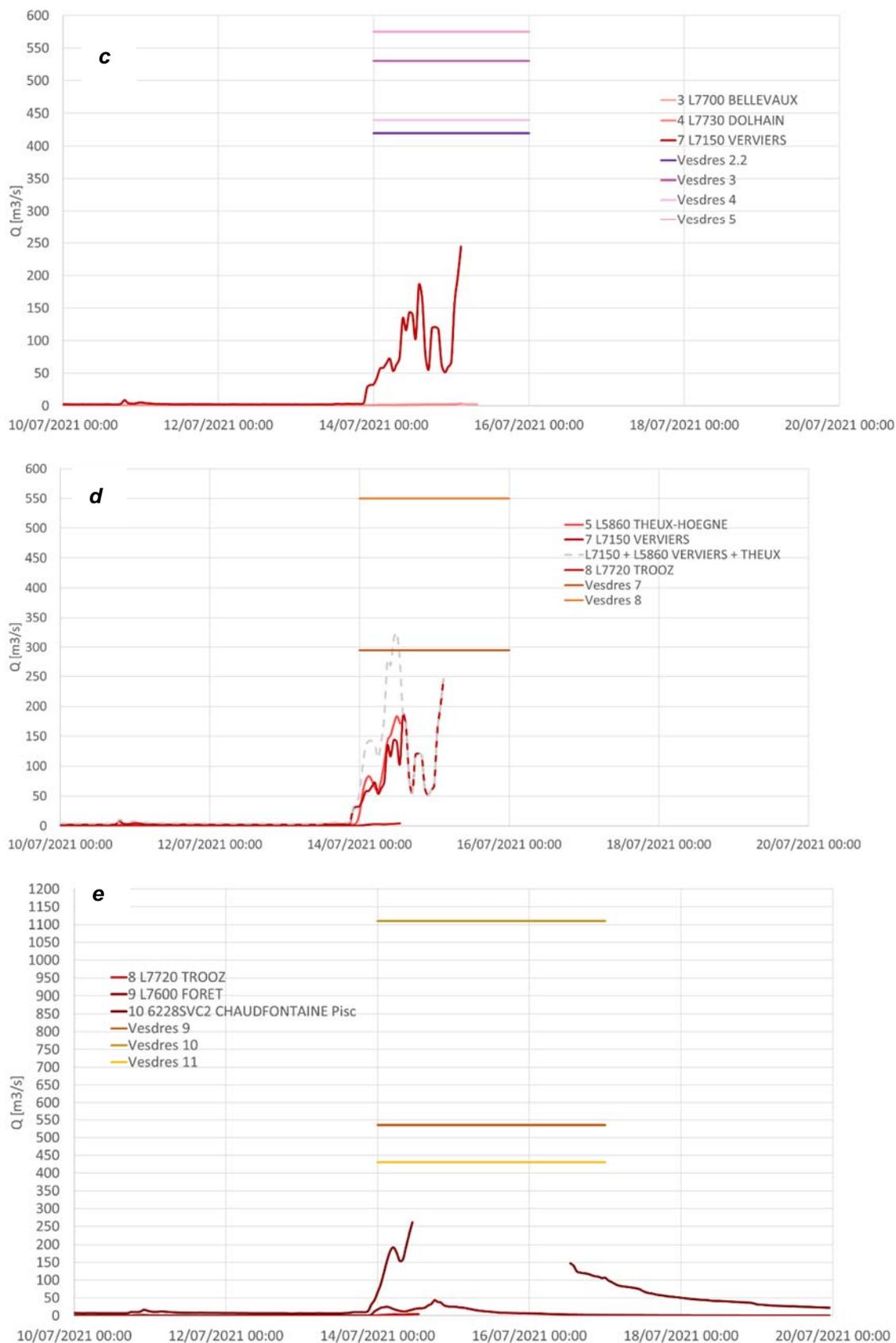


Figure 5-27 : Superposition des hydrogrammes mesurés et des débits calculés avec les laisses de crue de la Vesdre

5.2.3.2 Bassin versant de l'Ourthe

La mesure des débits sur le bassin versant de l'Ourthe a été continue pendant l'événement du 13 au 19 juillet 2021 pour la plupart des stations de mesure. Seules les deux stations de Sauheid et Angleur, à l'aval du bassin versant, ont manqué le pic de crue. Les hydrogrammes mesurés aux stations de l'Ourthe sont représentés sur la Figure 5-28.

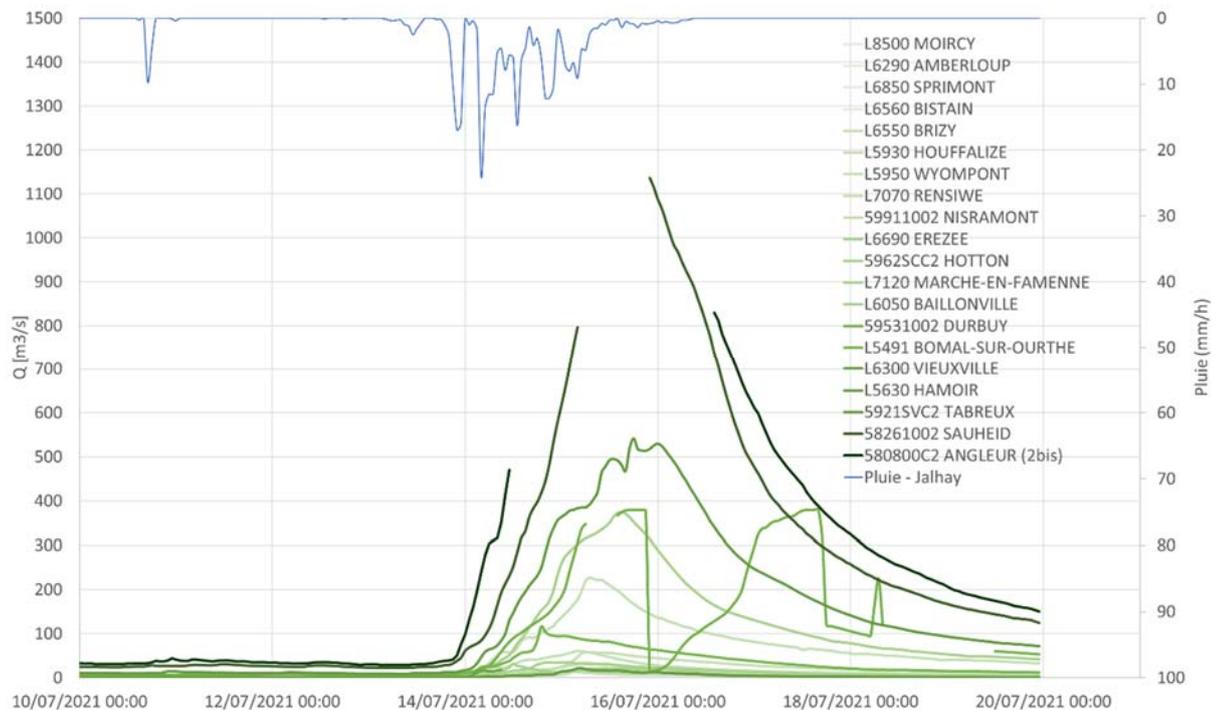


Figure 5-28 : Evolution des débits mesurés entre le 10/07/2021 et le 20/07/2021 dans le bassin versant de l'Ourthe

Etant donné la grande quantité de mesures pendant l'événement, les hydrogrammes à Sauheid et à Angleur ont été reconstitués à partir des débits mesurés à Tabreux. Pour Sauheid, une relation entre les débits mesurés en montée de crue aux stations de Tabreux et Sauheid jusqu'à l'arrêt de la mesure est utilisée pour compléter la montée de crue. Une relation entre les débits de descente de crue est utilisée pour la décrue. Les deux relations utilisées sont représentées sur la Figure 5-29. **Le débit maximum ainsi obtenu est de 1150 m³/s le 15/07/2021 à 18:00.** Par ailleurs, le SPW-MI a reconstitué le débit à Sauheid sur la base d'une mesure limnimétrique. Le débit maximum obtenu est de 1093 m³/s le 15/07/2021 à 16:00. Les hydrogrammes mesurés et reconstitués à Sauheid sont présentés sur la Figure 5-30.

Pour Angleur, la reconstitution a été établie à partir de l'hydrogramme de Tabreux et à l'aide d'une relation de surface de bassin versant. **Le débit maximum ainsi obtenu est de 1429 m³/s le 15/07/2021 à 18:00.** L'hydrogramme reconstitué pour Angleur est présenté sur la Figure 5-30.

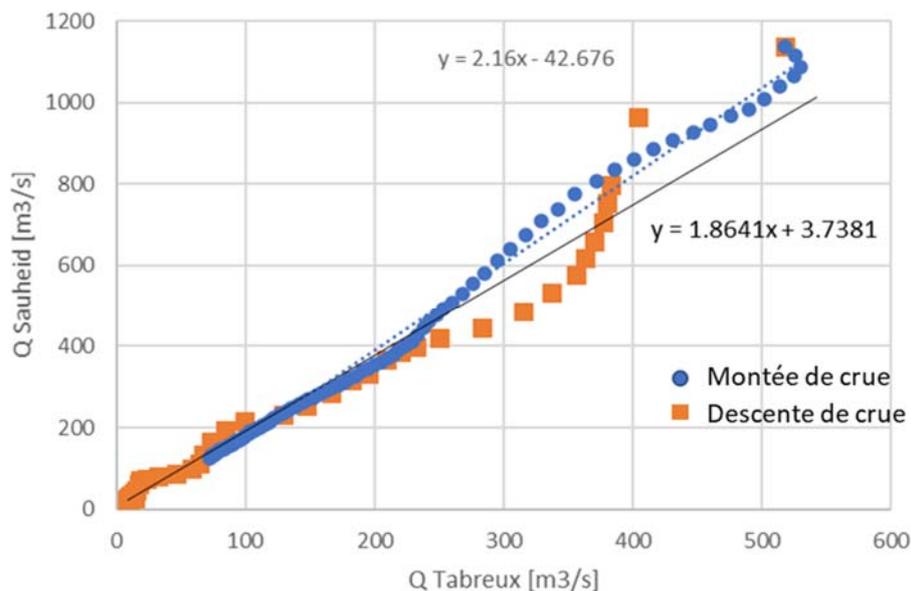


Figure 5-29 : Relation entre les débits mesurés à Sauheid et Tabreux

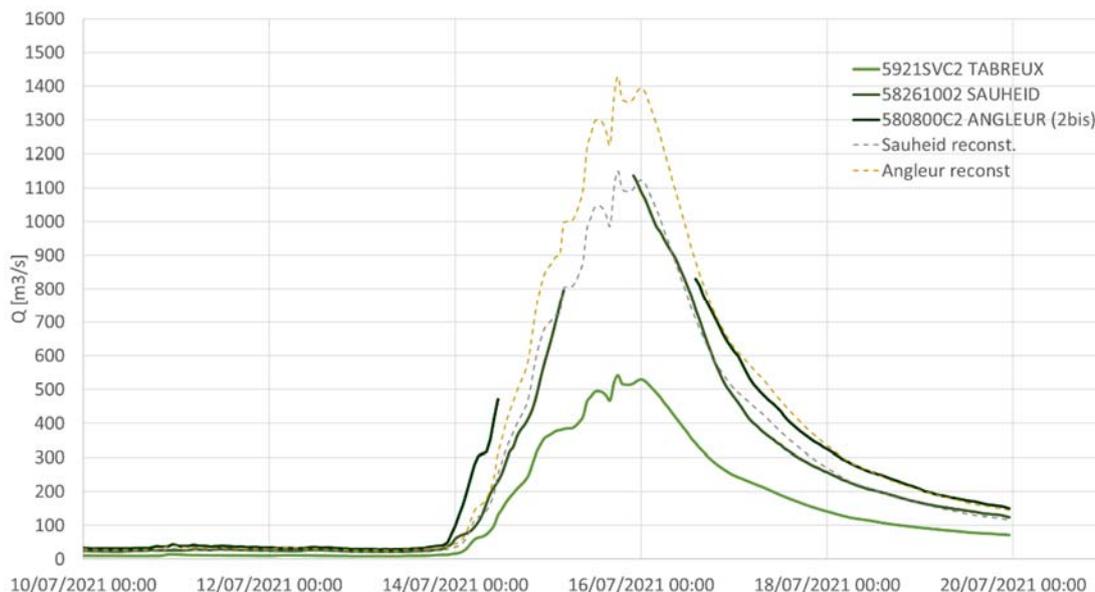


Figure 5-30 : Hydrogrammes reconstitués à Sauheid et Angleur

De même, afin de s'assurer de la robustesse des ordres de grandeur des pics de crues des stations défaillantes, les laisses de crue relevées sur le bassin versant de l'Ourthe sont superposées aux hydrogrammes des stations les plus proches sur la Figure 5-31. Il ressort que les valeurs mesurées avec les laisses de crue à l'amont (Ourthe 0 et Ourthe 1) sont du même ordre de grandeur que les valeurs mesurées avec les stations.

Pour la partie aval, les laisses de crue donnent des résultats très variables (de 200 à 1000 m³/s). Les débits mesurés aux stations et reconstitués pour Sauheid et Angleur sont privilégiés pour l'analyse des temps de retour.

Les débits de pointes estimés par les différentes méthodes pour les stations de mesure de l'Ourthe sont synthétisés dans le Tableau 5-2.

Sur l'Ourthe, le plus fort de la crue a été mesuré :

- > dans la partie amont du bassin versant dans la nuit du 15/07/2021 entre 03:00 et 06:00 du matin
- > dans la partie aval du bassin versant en fin d'après-midi le 15/07/2021, vers 18:00.

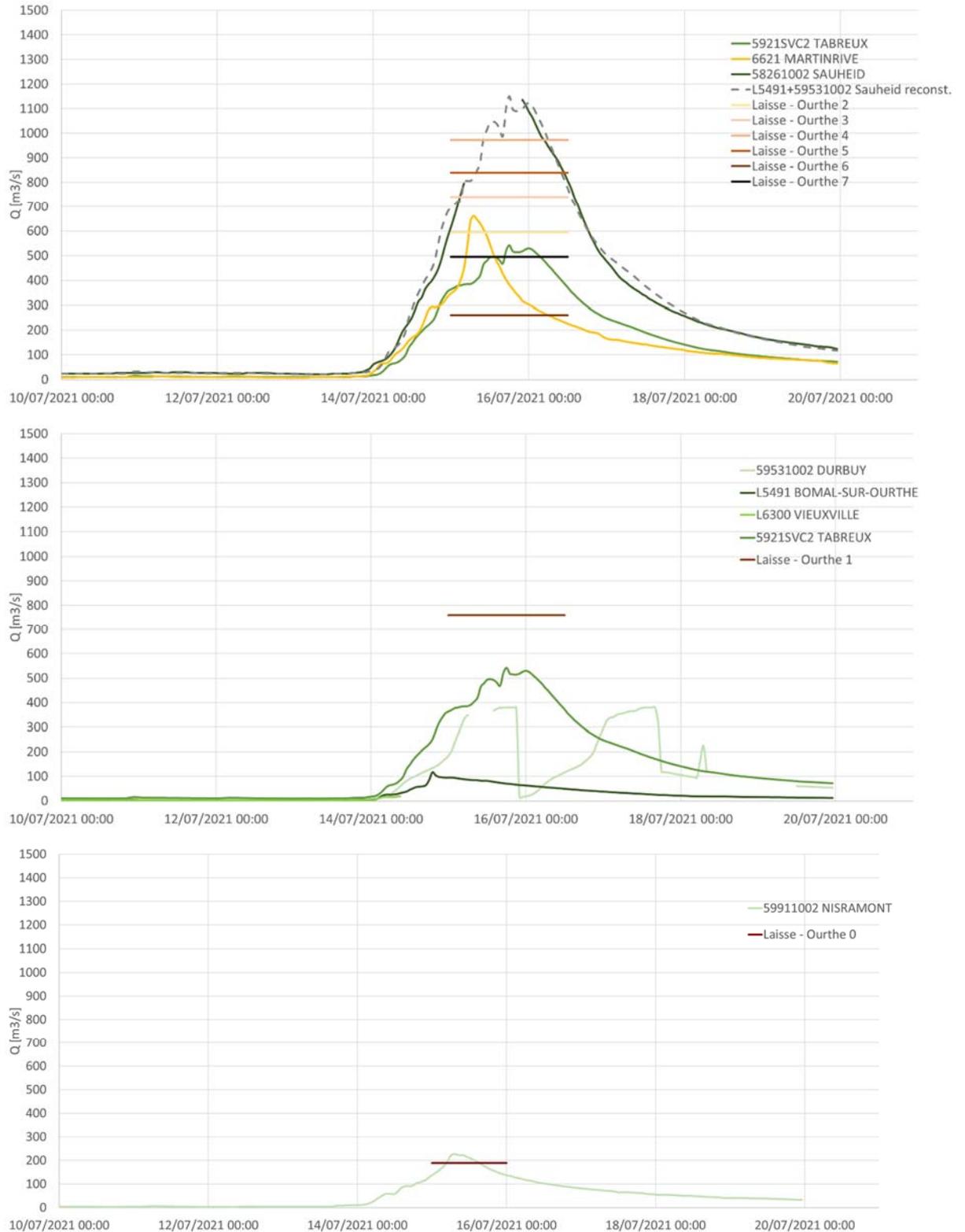


Figure 5-31 : Superposition des hydrogrammes mesurés (traits pleins) et reconstitués (traitillés) et des débits calculés avec les laisses de crue de l'Ourthe

5.2.3.3 Bassin versant de l'Amblève

Seules quatre stations de mesure ont été considérées sur l'Amblève, principalement afin de documenter sa contribution au bassin de l'Ourthe. Les stations de mesure de l'Amblève ont fonctionné sans interruption pendant la crue de juillet 2021 (voir Figure 5-32). De plus une laisse de crue mesurée à proximité de la station de Martinrive donne un débit de pointe comparable à celui mesuré à la station. **Le débit retenu à Martinrive pour l'analyse des temps de retour est de 661 m³/s.**

Les débits de pointes estimés par les différentes méthodes pour les stations de mesure de l'Amblève sont donnés dans le Tableau 5-2.

Sur l'Amblève, l'amont du bassin versant a vu passer le pic de crue le 15/07/2021 entre 01:00 et 02:00. La station de Martinrive a vu passer le pic le 15/07/2021 à 07:00.

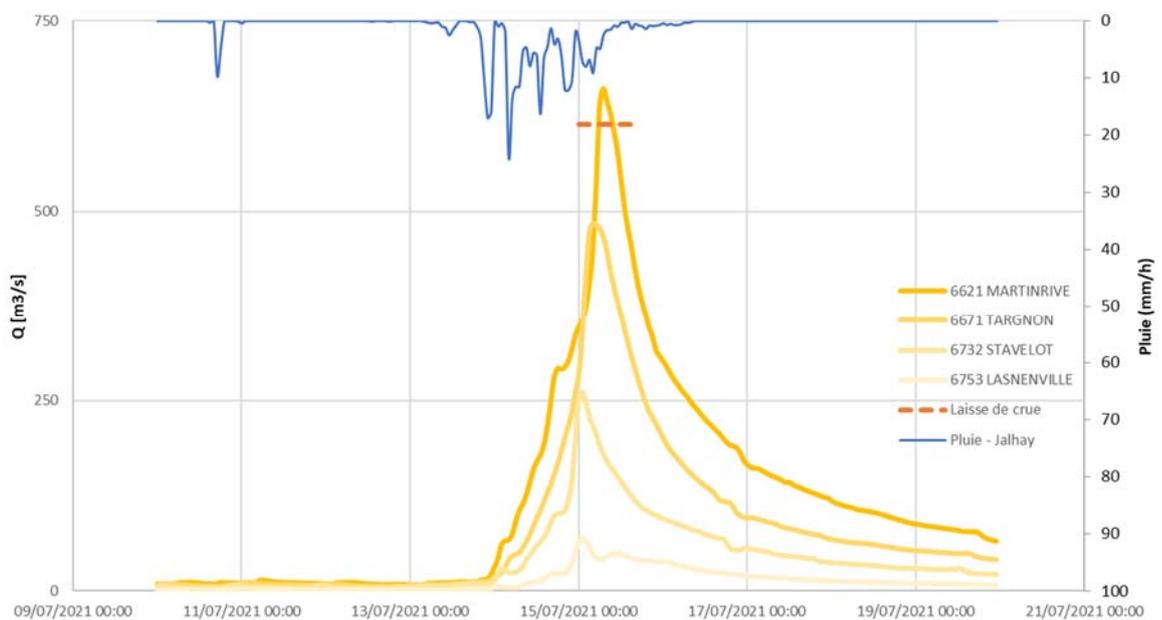


Figure 5-32 : Evolution des débits mesurés entre le 10/07/2021 et le 20/07/2021 dans le bassin versant de l'Amblève

5.2.3.4 Bassin versant de la Meuse aval

Trois stations de mesure représentatives du périmètre d'étude ont été considérées sur la basse Meuse en aval de la confluence avec la Vesdre et l'Ourthe. La station de Lixhe Aval a fonctionné sans interruption pendant la crue de juillet 2021 (voir Figure 5-32). Le débit de pointe obtenu pour cette station est de 3078 m³/s (voir Tableau 5-2).

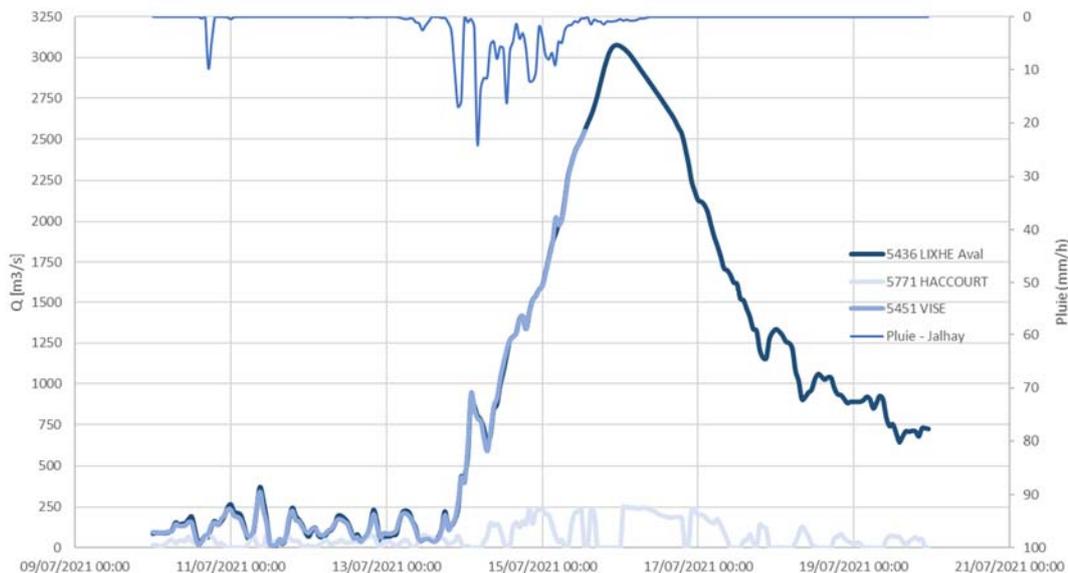


Figure 5-33 : Evolution des débits mesurés entre le 10/07/2021 et le 20/07/2021 sur la basse Meuse

5.2.3.5 Synthèse des débits de pointe

Les débits de pointes estimés par les différentes méthodes pour les stations de mesure de la Vesdre, de l'Ourthe et de l'Amblève sont donnés dans le Tableau 5-9. Les débits sélectionnés pour l'analyse des temps de retour sont en gras. Le choix de ces débits a été réalisé selon la hiérarchie suivante :

1. Les pics mesurés lorsqu'ils étaient disponibles.
2. Les pics des hydrogrammes reconstitués lorsque la mesure ne manquait que sur une courte période et que plusieurs stations de mesure complètes étaient disponibles à proximité.
3. Les pics de crue estimés par la méthode des laisses de crue.
4. Les pics estimés par la méthode rationnelle lorsqu'aucune autre donnée n'est disponible.

La représentation spatiale de ces débits de pointe est donnée sur la Figure 5-34 et la date et l'heure auxquels ces débits ont été mesurés sont indiqués sur la Figure 5-35. **Sur l'Ourthe, la crue a commencé à l'amont du bassin versant vers 03:00 le 15 juillet et a atteint le pic de crue vers 18:00-20:00 à l'aval. L'Amblève a vu passer le pic de crue le 15 juillet à 01:00 à l'amont et à 07:00 à l'aval. Pour la Vesdre, le manque de mesure sur les stations amont ne permet pas de connaître l'heure de passage du pic. Néanmoins, il est probable que deux pics successifs aient eu lieu : le premier en fin de journée le 14 juillet et le second dans la journée du 15 juillet.**

Station	Code	Rivière	Bassin Versant	Qh_pic [m3/s]				
				Mesure station	Mesure reconstituée	Laisse de crue	Méthode rationnelle	Rapport Uni. Liège
TARGNON	66711002	Amblève	Amblève	484				-
STAVELOT	67321002	Amblève	Amblève	261				-
LASNENVILLE	67531002	Amblève	Amblève	70				-
MARTINRIVE	66211002	Amblève	Amblève	661		614		-
VISE	54511002	Basse Meuse	Meuse	2550	3078			-
LIXHE Aval	54361002	Basse Meuse	Meuse	3078				-
BOMAL-SUR-OURTHE	L5491	Aisne	Ourthe	116.5				
EREZEE	L6690	Aisne	Ourthe	35.3				
MARCHE-EN-FAMENNE	L7120	Marchette	Ourthe	31.4				
RENSIWE	L7070	Martin-Moulin	Ourthe	33.8				
HAMOIR	L5630	Néblon	Ourthe	21.8				
DURBUY	59531002	Ourthe	Ourthe	379.6				
HOTTON	5962SCC2	Ourthe	Ourthe	374.2				
SAUHEID	58261002	Ourthe	Ourthe	1136	1150.8	200-1000		
NISRAMONT	59911002	Ourthe	Ourthe	226.6				
ANGLEUR (2bis)	580800C2	Ourthe	Ourthe	-	1430			
TABREUX	5921SVC2	Ourthe	Ourthe	542.2	476.5	760		
MOIRCY	L8500	Ourthe Occidentale	Ourthe	12.9				
AMBERLOUP	L6290	Ourthe Occidentale	Ourthe	15.9				
BRIZY	L6550	Ourthe Orientale	Ourthe	13.3				
HOUFFALIZE	L5930	Ourthe Orientale	Ourthe	58.4				
Wyompont	L5950	Ourthe Orientale	Ourthe	60.7				
BISTAIN	L6560	Ruisseau de Rettigny	Ourthe	13.3				
SPRIMONT	L6850	Ruisseau du Laval	Ourthe	32.1				
BAILLONVILLE	L6050	Ruisseau Heure	Ourthe	20.7				
RESTITUTION VESDRE	Stucky	Vesdre	Vesdre	-	196			190
POLLEUR	65171002	Hoëgne	Vesdre	-	228		100	145
BELLEHEID	65261002	Hoëgne	Vesdre	-	106	-	130	60
THEUX	L5860	Hoëgne	Vesdre	-	367	265-650	200	260
FORET	L7600	Magne	Vesdre	43			60	58
BELLEVAUX	L7700	Vesdre	Vesdre	-		420-530	50	
TROOZ	L7720	Vesdre	Vesdre	-		535	400	
VERVIERS	L7150	Vesdre	Vesdre	-		440-575		410
CHAUDFONTAINE Pisc	6228SVC2	Vesdre	Vesdre	-		650		580-660
SPIXHE	L6790	Wayai	Vesdre	-		50-200	150	140

Tableau 5-9 : Synthèse des débits de pointe obtenus par différentes méthodes aux stations de mesures hydrométriques

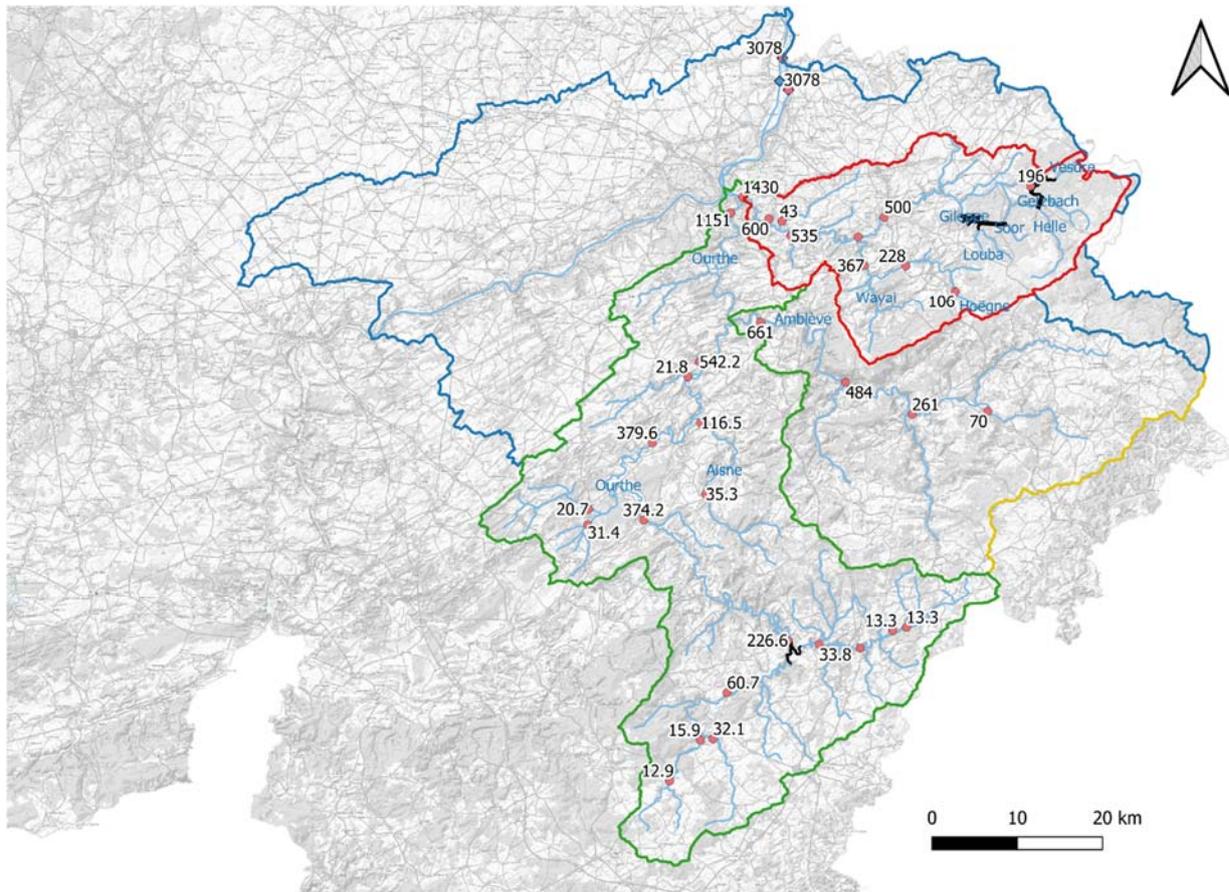


Figure 5-34 : Débits de pointe (en m³/s) mesurés ou reconstitués pour toutes les stations de l'Ourthe de l'Amblève et de la Vesdre

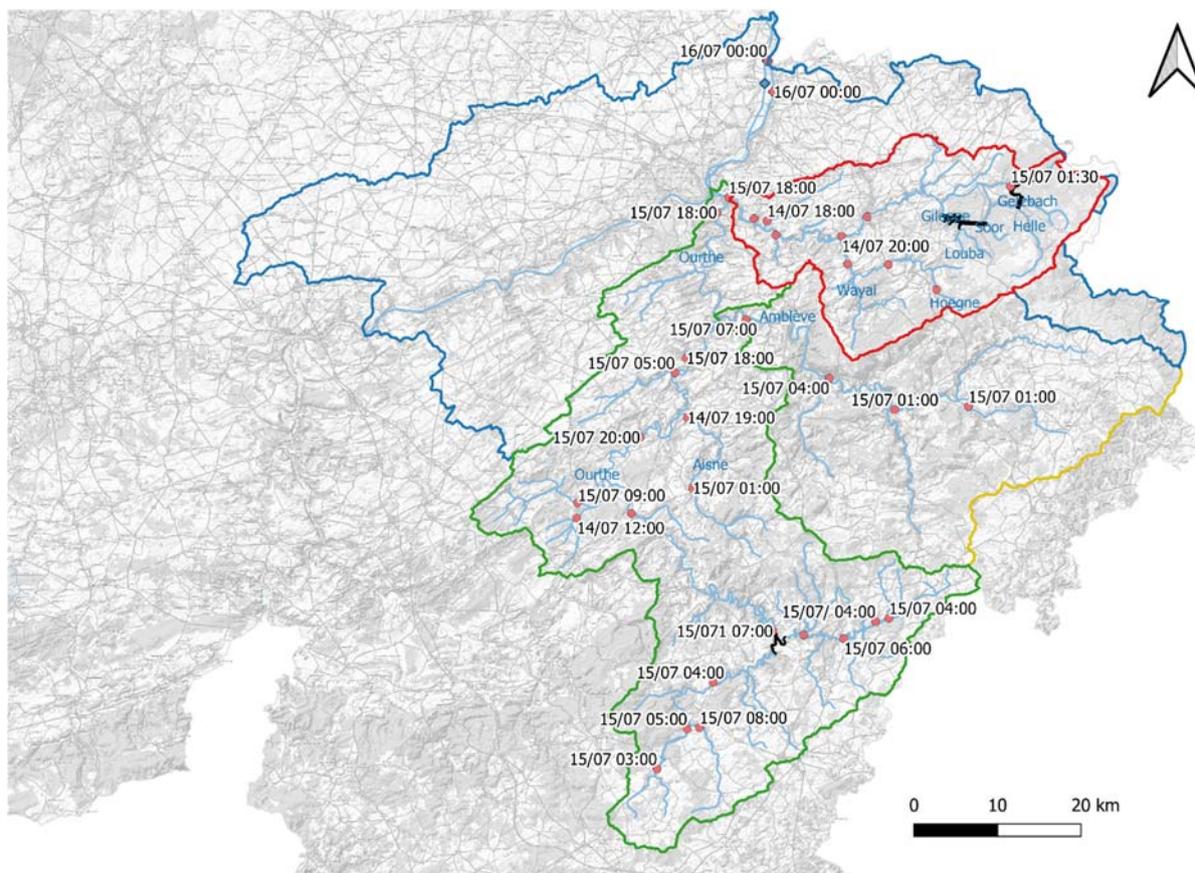


Figure 5-35 : Date et heure d'enregistrement des débits de pointe mesurés pour les stations de l'Ourthe de l'Amblève et de la Vesdre en juillet 2021

5.2.4 Estimations des périodes de retour de l'évènement de crue

L'estimation de la période de retour des débits observés en juillet 2021 a été réalisée par la méthode « Generalized Extreme Values » (GEV) avec une estimation des paramètres du modèle à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance.

Les séries de débit considérées sont les débits horaires pour les stations rappelées dans le Tableau 5-10. Il faut noter que la période de mesure considérée pour l'analyse statistique des temps de retour conditionne le nombre d'années de temps de retour que l'on peut étudier. Il est admis qu'on ne peut estimer un temps de retour supérieur à 3 fois la période de la série de données utilisée. Ainsi, une période de mesure de 20 ans devrait permettre d'estimer des temps de retour jusqu'à 60 ans. De plus, une série de données inférieure à 10 ans ne devrait pas être utilisée pour déterminer des temps de retour.

Dans le cas de cette analyse, 5 stations présentent des périodes de mesure de 10 ans et moins. Pour les quatre d'entre elles situées sur le bassin versant de la Vesdre, les résultats sont donnés malgré tout à titre indicatif. Les autres stations ont des périodes de mesure allant de 17 à 54 ans. Ces séries sont courtes et la fiabilité des temps de retour estimés au-delà de 3 fois la période de mesure sera plus faible. Les intervalles de confiance à 95 % indiqués pour les résultats de chaque station permettent de garder à l'esprit cette incertitude.

Station	Code	Rivière	Bassin versant	Plage de données - pas de temps: 1h			
				Début	Fin	Nb années	Complétude
TARGNON	66711002	Amblève	Amblève	01/09/1998	07/09/2021	23	100%
STAVELLOT	67321002	Amblève	Amblève	01/01/1998	07/09/2021	23	100%
LASNENVILLE	67531002	Amblève	Amblève	01/01/1998	07/09/2021	23	100%
MARTINRIVE	66211002	Amblève	Amblève	01/01/1974	07/09/2021	47	100%
WISE	54511002	Basse Meuse	Meuse	01/01/1995	07/09/2021	26	97%
LIXHE Aval	54361002	Basse Meuse	Meuse	01/12/1976	07/09/2021	45	95%
BOMAL-SUR-OURTHE	L5491	Aisne	Ourthe	02/04/1999	31/08/2021	22	100%
EREZEE	L6690	Aisne	Ourthe	29/12/1998	31/08/2021	23	100%
MARCHE-EN-FAMENNE	L7120	Marchette	Ourthe	19/12/2003	31/08/2021	18	100%
RENSIWE	L7070	Martin-Moulin	Ourthe	15/10/2003	31/08/2021	18	99%
HAMOIR	L5630	Néblon	Ourthe	04/06/1976	31/08/2021	45	97%
DURBUY	59531002	Ourthe	Ourthe	01/01/1994	07/09/2021	27	96%
HOTTON	5962SCC2	Ourthe	Ourthe	01/01/1979	07/09/2021	42	100%
SAUHEID	58261002	Ourthe	Ourthe	01/01/1978	07/09/2021	43	96%
NISRAMONT	59911002	Ourthe	Ourthe	01/01/1978	07/09/2021	43	100%
ANGLEUR (2bis)	580800C2	Ourthe	Ourthe	01/01/1974	07/06/2021	47	97%
TABREUX	5921SVC2	Ourthe	Ourthe	01/01/1969	07/09/2021	52	100%
MOIRCY	L8500	Ourthe Occidentale	Ourthe	04/09/2019	31/08/2021	2	100%
AMBERLOUP	L6290	Ourthe Occidentale	Ourthe	19/11/1991	31/08/2021	30	96%
BRIZY	L6550	Ourthe Orientale	Ourthe	04/11/1994	31/08/2021	27	98%
HOUFFALIZE	L5930	Ourthe Orientale	Ourthe	27/02/1979	31/08/2021	42	94%
Wyompont	L5950	Ourthe Orientale	Ourthe	20/02/1979	31/08/2021	42	97%
BISTAIN	L6560	Ruisseau de Rettigny	Ourthe	04/11/1994	31/08/2021	27	98%
SPRIMONT	L6850	Ruisseau du Laval	Ourthe	04/03/2003	31/08/2021	18	100%
BAILLONVILLE	L6050	Ruisseau Heure	Ourthe	14/06/1984	31/08/2021	37	96%
POLLEUR	65171002	Hoëgne	Vesdre	01/12/2015	07/09/2021	6	100%
BELLEHEID	65261002	Hoëgne	Vesdre	12/07/1993	07/09/2021	28	99%
THEUX	L5860	Hoëgne	Vesdre	01/02/1979	31/08/2021	42	91%
FORET	L7600	Magne	Vesdre	11/05/2011	31/08/2021	10	100%
BELLEVAUX	L7700	Vesdre	Vesdre	07/10/2011	31/08/2021	10	99%
TROOZ	L7720	Vesdre	Vesdre	06/10/2011	31/08/2021	10	99%
VERVIERS	L7150	Vesdre	Vesdre	17/08/2004	31/08/2021	17	100%
CHAUDFONTAINE Pisc	6228SVC2	Vesdre	Vesdre	20/06/1967	07/09/2021	54	100%
SPIXHE	L6790	Wayai	Vesdre	29/03/2002	31/08/2021	19	100%

Tableau 5-10 : Stations de mesure considérées pour l'analyse statistique des temps de retour. Les stations en orange ont une période de retour trop courte pour effectuer une analyse statistique

Les ajustements faits pour chaque station de mesure sont présentés dans l'Annexe F).

A titre d'exemple, la Figure 5-36 montre trois ajustements GEV pour des stations de la Vesdre, la Figure 5-37 montre un ajustement pour une station de l'Ourthe et de l'Amblève et la Figure 5-38 montre un ajustement pour une station de la Basse Meuse. Les lignes jaunes horizontales indiquent les débits de pointe lors de l'évènement de juillet identifiés pour la station donnée.

Pour les stations de mesure sur la Vesdre (Figure 5-36), il apparaît clairement que les débits enregistrés ont largement dépassé la gamme des mesures habituellement rencontrées à ces stations. Dès lors l'ajustement et les intervalles de confiance attribués donnent une estimation peu robuste de la période de retour.

Les intervalles de confiances étant très larges, l'estimation de la période de retour est donc accompagnée d'une grande incertitude. Le Tableau 5-11 donne une estimation des périodes de retour des débits de pointe. Pour faciliter l'analyse à l'échelle du bassin versant les périodes de retour aux différentes stations sont reportés sur la Figure 5-39.

Sur l'Ourthe et l'Amblève, les temps de retour estimés pour juillet 2021 sont de 25 à 50 ans dans la partie amont et atteignent 100 ans dans la partie aval. Sur la Vesdre, un temps de

retour à Verviers est estimé à 200 ans. Sur la Hoëgne et la Vesdre aval, il devient extrême. Enfin, sur la Basse Meuse, le temps de retour estimé est de 40 à 50 ans.

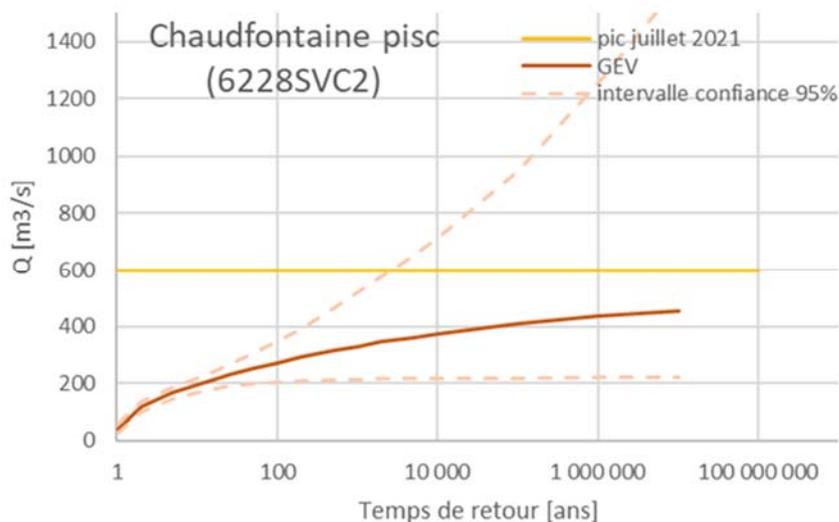
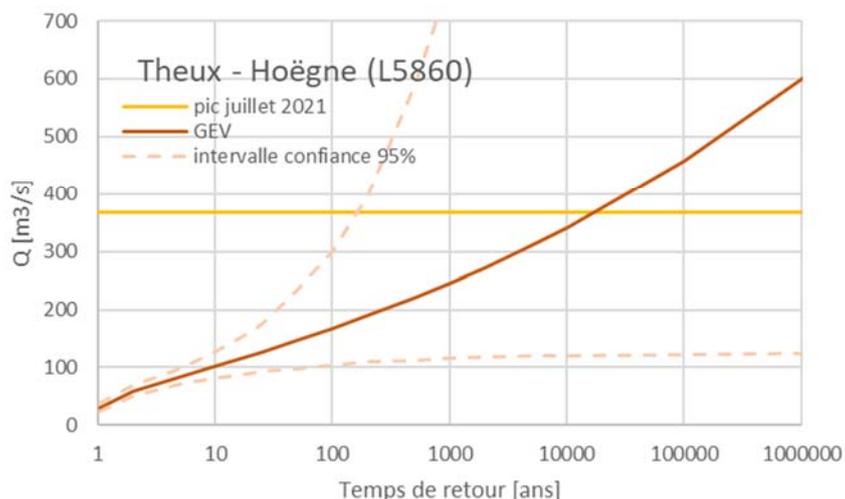
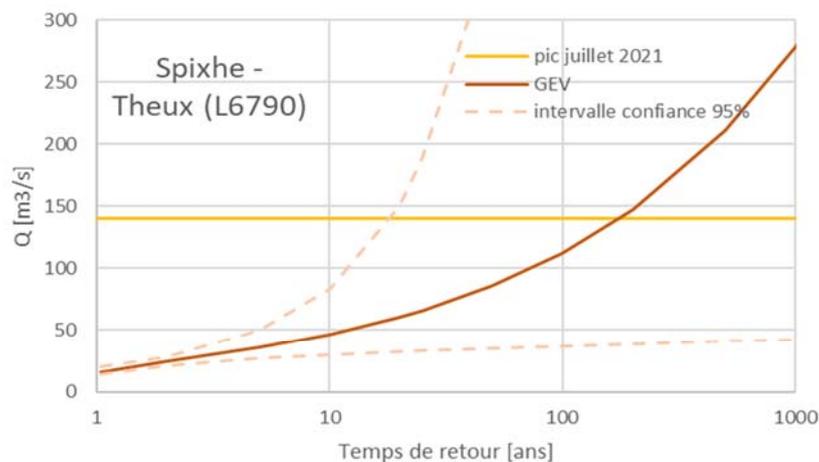


Figure 5-36 : Ajustement GEV aux débits horaires des stations de débit du bassin de la Vesdre à Spixhe, Theux (Hoëgne) et Chaudfontaine avec intervalle de confiance à 95% et indication du débit observé (ligne jaune)

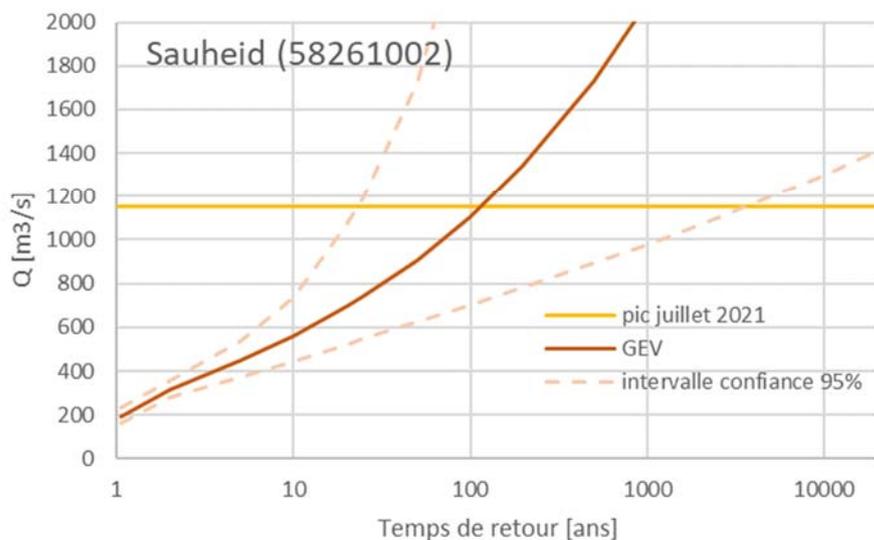
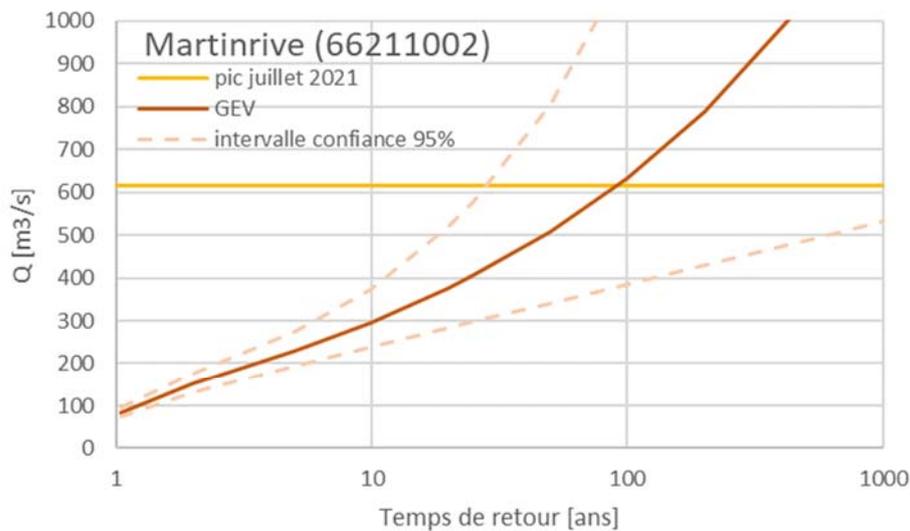


Figure 5-37 : Ajustement GEV aux débits horaires des stations de Martinrive (Amblève) et Sauheid (Ourthe) avec intervalle de confiance à 95% et indication du débit observé (ligne jaune)

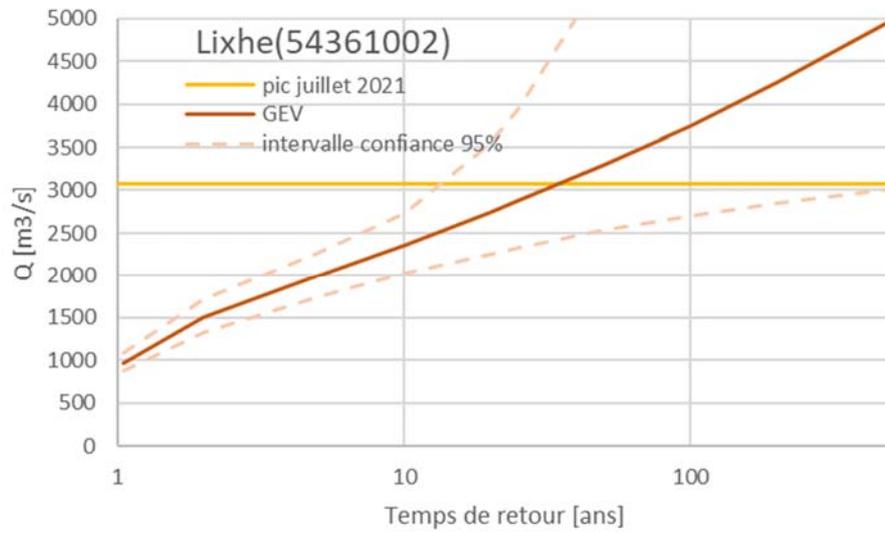


Figure 5-38 : Ajustement GEV aux débits horaires de la station de Lixhe (Basse Meuse) avec intervalle de confiance à 95% et indication du débit observé (ligne jaune)

Station	Code	Rivière	Bassin versant	Nb années	Q_pic [m3/s]	Tretour [ans]
TARGNON	66711002	Ambève	Ambève	23	484	40
STAVELOT	67321002	Ambève	Ambève	23	261	50
LASNEVILLE	67531002	Ambève	Ambève	23	70	22
MARTINRIVE	66211002	Ambève	Ambève	47	661	100
WISE	54511002	Basse Meuse	Meuse	26	3078	50-500
LIXHE Aval	54361002	Basse Meuse	Meuse	45	3078	40
BOMAL-SUR-OURTHE	L5491	Aisne	Ourthe	22	116.5	50
EREZEE	L6690	Aisne	Ourthe	23	35.3	120
MARCHE-EN-FAMENNE	L7120	Marchette	Ourthe	18	31.4	100
RENSIWE	L7070	Martin-Moulin	Ourthe	18	33.8	100
HAMOIR	L5630	Néblon	Ourthe	45	21.8	25
DURBUY	59531002	Ourthe	Ourthe	27	379.6	25
HOTTON	5962SCC2	Ourthe	Ourthe	42	374.2	100
SAUHEID	58261002	Ourthe	Ourthe	43	1150.8	100
NISRAMONT	59911002	Ourthe	Ourthe	43	226.6	25
ANGLEUR (2bis)	580800C2	Ourthe	Ourthe	47	1430	500
TABREUX	5921SVC2	Ourthe	Ourthe	52	476.5	50
MOIRCY	L8500	Ourthe Occidentale	Ourthe	2	12.9	-
AMBERLOUP	L6290	Ourthe Occidentale	Ourthe	30	15.9	2
BRIZY	L6550	Ourthe Orientale	Ourthe	27	13.3	2
HOUFFALIZE	L5930	Ourthe Orientale	Ourthe	42	58.4	25
WYOMPONT	L5950	Ourthe Orientale	Ourthe	42	60.7	40
BISTAIN	L6560	Ruisseau de Rettigny	Ourthe	27	13.3	50
SPRIMONT	L6850	Ruisseau du Laval	Ourthe	18	32.1	50
BAILLONVILLE	L6050	Ruisseau Heure	Ourthe	37	20.7	5
POLLEUR	65171002	Hoëgne	Vesdre	6	228	-
BELLEHEID	65261002	Hoëgne	Vesdre	28	106	>10 000
THEUX	L5860	Hoëgne	Vesdre	42	367	>10 000
FORET	L7600	Magne	Vesdre	10	43	-
BELLEVAUX	L7700	Vesdre	Vesdre	10	420-530	-
TROOZ	L7720	Vesdre	Vesdre	10	535	-
VERVIERS	L7150	Vesdre	Vesdre	17	440-575	200
CHAUDFONTAINE Pisc	6228SVC2	Vesdre	Vesdre	54	600	>10 000
SPIXHE	L6790	Wayai	Vesdre	19	50-200	120

Tableau 5-11 : Estimation des périodes de retour T pour les débits de pointe aux stations de la Vesdre de l'Ourthe et de la Meuse. Les stations en orange ont une période de mesure trop courte pour effectuer une analyse statistique

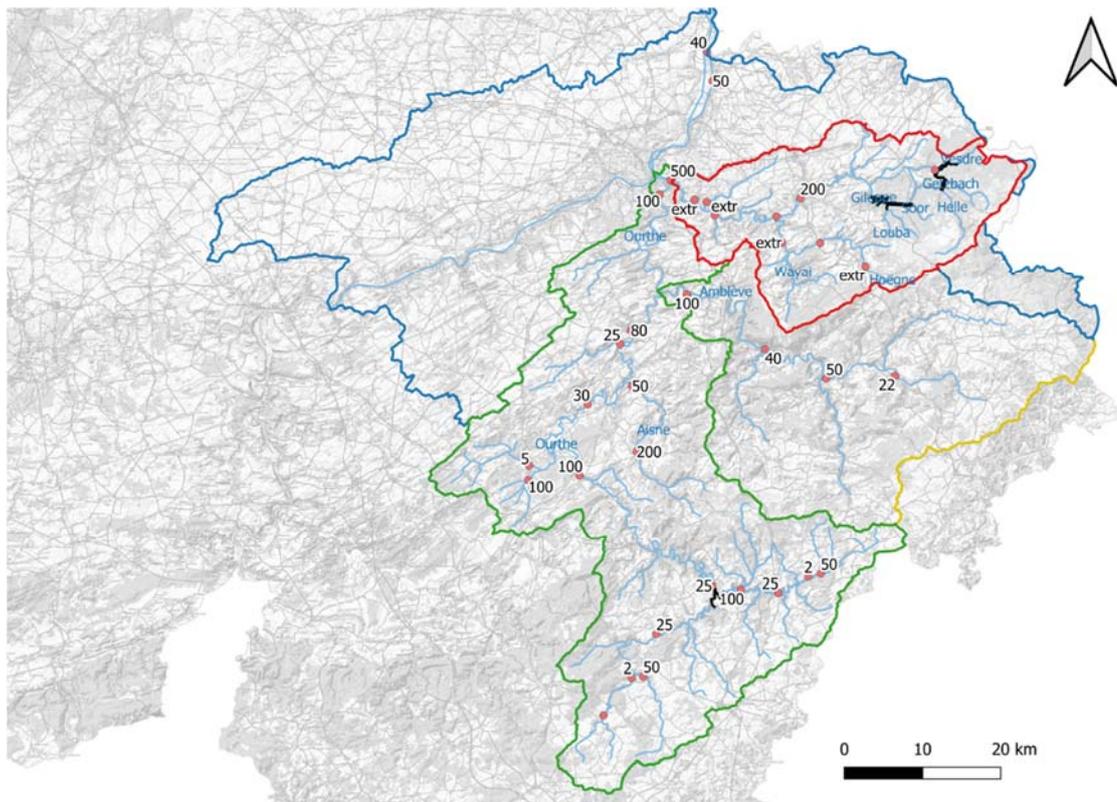


Figure 5-39 : Temps de retour [années] des débits de pointe de juillet 2021 estimés aux stations de la Vesdre, de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Basse Meuse

5.2.4.1 Conclusions intermédiaires et remarques sur les estimations des périodes de retour

Selon l'analyse des périodes de retour des débits de pointe observés en juillet 2021 pour les stations de la Vesdre, de l'Ourthe, de l'Amblève et de la Meuse, les points suivants peuvent être retenus :

- > L'incertitude sur l'estimation des périodes de retour est très grande sur le bassin versant de la Vesdre.
- > Les ajustements de GEV mènent à la conclusion que **la période de retour des débits de pointe de juillet 2021 est extrême dans la partie inférieure de la Vesdre.**
- > **Les débits de l'Ourthe ont une période de retour de 100 ans (probabilité d'occurrence faible)** dans la partie aval du cours d'eau. C'est également le cas sur l'Amblève.
- > Les intervalles de confiance très larges n'excluent pas la possibilité que l'évènement ait une période de retour plus faible.
- > **L'évènement peut donc être qualifié de rare à très rare, ce qui est cohérent avec l'estimation de la probabilité d'occurrence de l'évènement de pluie.**

5.3 Analyse de l'évènement d'un point de vue hydraulique

5.3.1 Analyse qualitative des processus aggravants

Embâcles

De très nombreux ouvrages (ponts routiers et ferroviaires, passerelles, ...) permettent de passer d'une rive à l'autre de la Vesdre, de l'Ourthe et de leurs affluents.

Dans une forte proportion, ces ouvrages de franchissement ont été submergés et obstrués par les bois arrachés sur les rives et par tous les déchets d'origine anthropique emportés par les eaux, réduisant ainsi le gabarit hydraulique sous les ouvrages et augmentant ainsi localement le niveau d'eau, et donc les débits débordés. La photo de la Figure 5-40, prise par un habitant de Trooz le 15 juillet, est emblématique de ce phénomène d'embâcle. Le passage du pont est totalement obstrué sur sa partie supérieure et une nette différence de niveau d'eau est visible entre l'amont et l'aval de l'ouvrage.



Figure 5-40 : Embâcle sur le pont de Prayon à Trooz

Les mises en charge de ces ouvrages de franchissement ont provoqué d'importants dégâts sur leur structure. Par la mise en vitesse de l'écoulement, une érosion du lit au droit de l'ouvrage a été souvent constatée, déstabilisant les fondations des protections de berges, voire de l'ouvrage lui-même. Les tabliers des ponts et des passerelles, ainsi que les garde-corps, n'ont pas tous résisté aux pressions subies. Dès lors, il est probable que de multiples ruptures d'embâcles se soient produites durant l'évènement, créant localement des modifications subites du plan d'eau. Toutefois, et au vu des débits estimés lors des évènements de juillet, l'influence de ces ruptures d'embâcles sur des dégâts plus à l'aval est jugée faible.

Lors de la visite sur site, il a été observé que la plupart des ouvrages sont connectés au réseau routier, avec un plan de roulement à une altitude proche des berges. Ils représentent dès lors les points faibles pour la capacité hydraulique d'un cours d'eau : l'épaisseur des tabliers et la présence de piles intermédiaires réduit localement la capacité hydraulique, et leur sensibilité aux embâcles augmente le danger d'inondation.

Comme le montre l'analyse du chapitre 5.3.2 et la carte d'aléa, la capacité du gabarit du lit mineur de la Vesdre correspond, en moyenne, à des débits de temps de retour 25 ans. Les franchissements réduisent ainsi une capacité hydraulique déjà limitée du cours de la Vesdre.

Transport solide

Les crues de juillet ont charrié de grandes quantités de matériaux. L'érosion des berges en particulier a apporté aux cours d'eau des matériaux graveleux et terreux, qui ont été transportés puis redéposés plus en aval.

A partir des observations faites sur site au mois de septembre, il semble que les phénomènes liés au transport solide ont été plus impactants d'un point de vue de l'érosion (recul des berges, affouillement des fondations d'ouvrages, ...) que du point de vue des dépositions (rehaussement du lit). Ce phénomène ne semble donc pas contribuer significativement à aggraver les inondations constatées.

5.3.2 Evaluation de la capacité du lit mineur de la Vesdre

L'évaluation de la capacité du lit mineur de la Vesdre, croisée avec le calcul des temps de retour pour les débits mesurés aux différentes stations limnimétriques, permet d'évaluer la vulnérabilité des zones habitées en bordure du cours d'eau.

Dans le cadre de cette étude, la capacité du lit mineur de la Vesdre est estimée ponctuellement et de manière empirique. Elle n'atteint en aucun cas le degré de précision et de détail nécessaire à l'élaboration des cartes de l'aléa inondation.

Les données topographiques utilisées pour ce calcul sont les profils en travers de la Vesdre relevés dans les années 60. En se concentrant sur le lit mineur, l'hypothèse d'un écoulement uniforme est plausible et ainsi l'utilisation de la formule Strickler pertinente pour une analyse d'écoulement en section. Toutefois, des incertitudes sur le coefficient de Strickler, sur la géométrie du profil en travers analysés et sur la pente extrapolée depuis le MNT ne peuvent pas être écartées. Les résultats de cette analyse de capacité sont à comprendre avec un intervalle de confiance de ± 15 à 20 %.

La méthode et les coefficients de base utilisés pour définir la rugosité dans chacune des sections sont les mêmes que pour l'estimation des débits de pointes (chap. 5.2.2). La hauteur d'eau considérée pour le calcul du débit correspond à la hauteur « plein bord », soit la hauteur d'eau maximale avant débordement vers le lit majeur.

Pour les sections choisies au droit de seuils, une loi de seuil (Poleni) a été appliquée en considérant un coefficient de débit type « seuil épais » ($C_d=0.33$).

L'emplacement des sections a été déterminé de façon à ce qu'elles soient si possible proches d'une station limnimétrique de la Vesdre. La carte de la Figure 5-41 localise les sections calculées et indiquent leur capacité à plein bord. Il est à noter que les capacités ci-dessous correspondent à des sections ponctuelles, il se peut que d'autres tronçons de la Vesdre non analysés ici aient des capacités différentes. Les passages de ponts, par exemple, constituent certainement des points critiques ayant probablement des capacités moindres. Il est possible d'extraire pour les capacités les ordres de grandeur suivants :

- > A l'amont d'Eupen et de la confluence de la Helle, la capacité du lit mineur de la Vesdre est inférieure à 100 m³/s. Lors de la visite de terrain, il nous a été confié que des problèmes d'inondation apparaissent à Eupen dès 30 m³/s dans la Vesdre. Ces problèmes semblaient cependant correspondre à des infiltrations d'eau dans les caves, et non à un débordement du cours d'eau.
- > Entre Limbourg et Verviers, une capacité moyenne entre 200 et 250 m³/s est estimée.
- > La capacité hydraulique du lit mineur dans la traversée de Verviers est supérieure à celle des tronçons en entrée et sortie de l'agglomération, la Vesdre étant plus profonde par rapport au niveau des digues. Lors de l'évènement de juillet 2021, il semble que Verviers a été touché par des débordements s'étant produits plus à l'amont (secteur des Dardanelles) et qui se sont propagés vers le centre-ville.

- > A l'aval de Verviers, la capacité moyenne est estimée entre 150 et 250 m³/s.

Concernant les temps de retour associés aux capacités calculées, ceux-ci sont globalement cohérents avec les cartes d'inondation (directive CE 2007), **qui donnent des sous-capacités en milieu bâti dans la zone de Limbourg et entre Trooz et Chênée déjà pour des temps de retour de 25 ans**. Les autres agglomérations ne sont réellement touchées qu'à partir d'une crue centennale, ce qui correspond aussi de façon approximative aux cartes d'inondation.

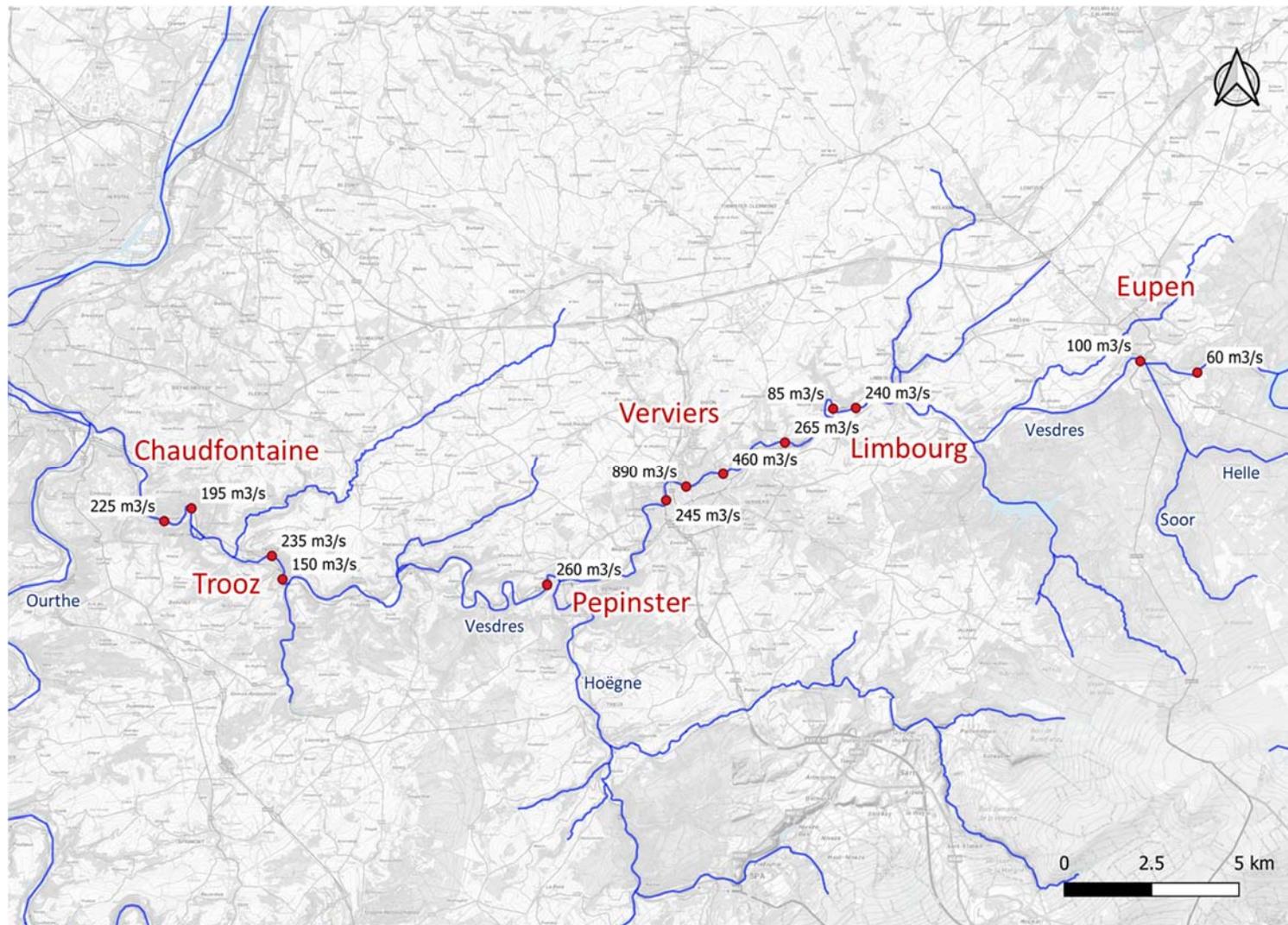


Figure 5-41 : Capacités hydrauliques estimées [m³/s] du lit mineur de la Vesdre

5.4 Analyse de l'évènement du point de vue des barrages

5.4.1 Reconstitution des débits au droit du barrage d'Eupen et gestion de la crue

Les débits de la Vesdre et de certains de ses affluents sont influencés par la présence de deux barrages réservoirs, celui d'Eupen et celui de la Gileppe. La Figure 5-42 permet de situer les affluents de la Vesdre, les barrages, ainsi que quelques stations de mesures.

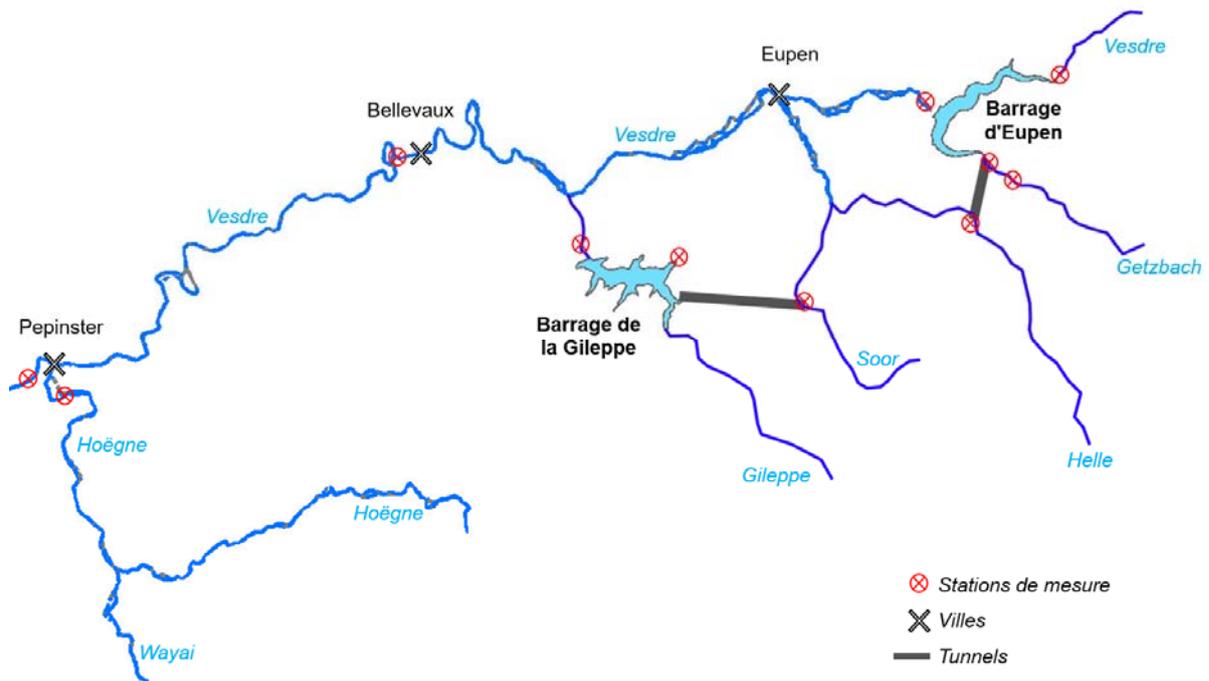


Figure 5-42 : Situation du barrage d'Eupen dans le bassin versant de la Vesdre

Récolte des données de base

Afin d'apprécier l'évènement de crue survenu entre le 13 juillet et le 15 juillet 2021, une reconstitution des débits a été réalisée, basée sur l'évolution du niveau du lac d'Eupen ainsi que sur les manœuvres effectuées au barrage lors de la crue. Cette approche permet de reconstituer l'hydrogramme entrant dans le bassin d'Eupen. Par ailleurs, grâce aux détails des manœuvres effectuées sur les organes de décharge, un hydrogramme des débits sortants au barrage d'Eupen a été reconstitué. Ces résultats reposent sur des données suivantes, transmises par le SPW-MI-DBR :

- > Niveau du lac du barrage, toutes les 15 minutes, du 13.07.2021 à 12 :00 au 16.07.2021 à 12 :00.
- > Les formules utilisées par le système de contrôle et d'acquisition de données CITECT du gestionnaire de barrage pour déterminer les débits des vannes de vidange et des déversoirs-
- > L'évolution des niveaux de crête des vannes du déversoir (en rive gauche et en rive droite) tout au long de l'évènement (source :[13]).
- > Les débits des vannes de vidange de fond tout au long de l'évènement (source :[13]).
- > La courbe hauteur-volume du barrage transmise par le SPW MI (source : [2]).
- > La courbe hauteur-surface du barrage, tirée de [2].

Comme le montre la Figure 5-43, la courbe hauteur-volume transmis par le SPW-MI (données numériques) correspond à celle de l'étude De Clerq [2]. Le graphique fournit également la courbe hauteur-surface qui sera reprise dans le cadre de la présente étude.

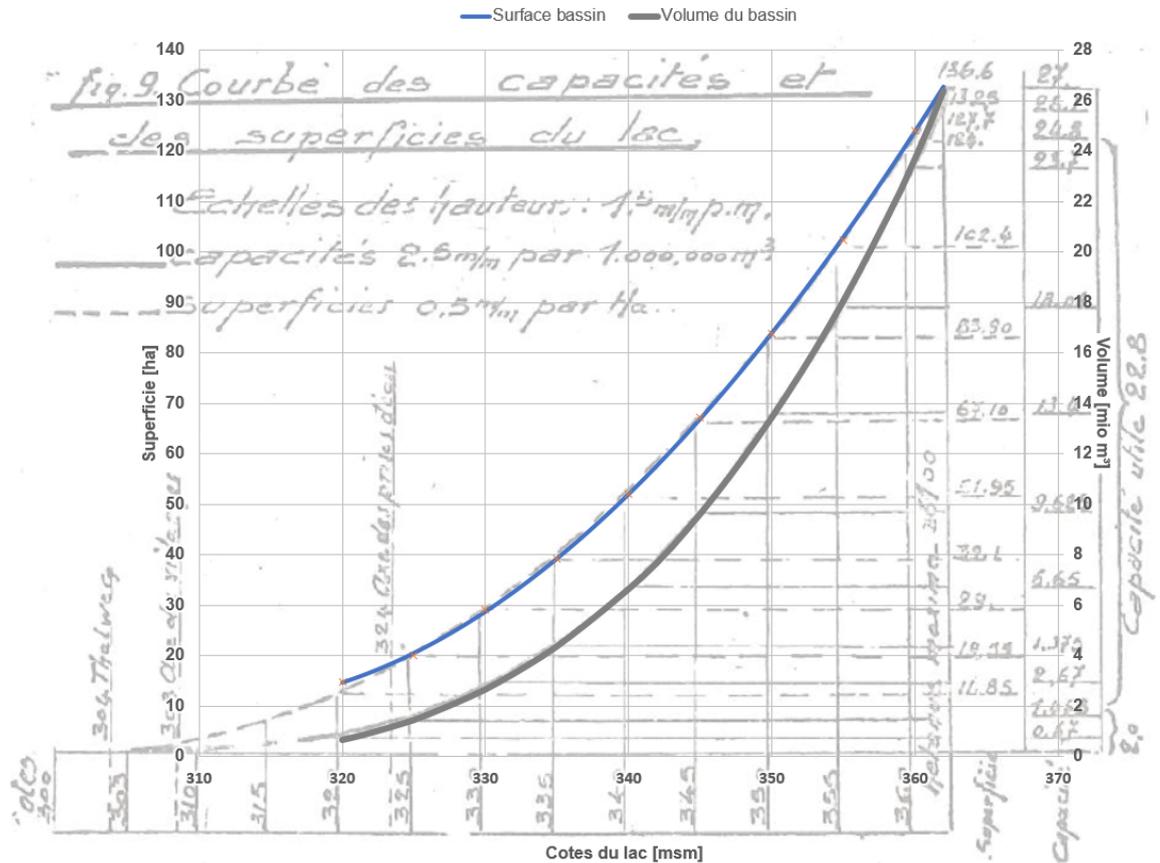


Figure 5-43 : Courbes hauteur-volumes et hauteur-surfaces pour le barrage d'Eupen (source [2])

La relation cote-surface de la retenue d'Eupen est donnée à la Figure 5-44. Elle est directement tirée de la courbe hauteur-volume. Cette relation permet de déterminer, à chaque pas de temps, la variation ΔH du plan d'eau, et par conséquent le débit à l'origine de la montée du plan d'eau. Dans le cadre de cette analyse, les niveaux du lac n'étant pas descendus sous 355 m s.m, une relation linéaire permet de définir les surfaces du lac pour des cotes au-dessus de 355 m s.m.

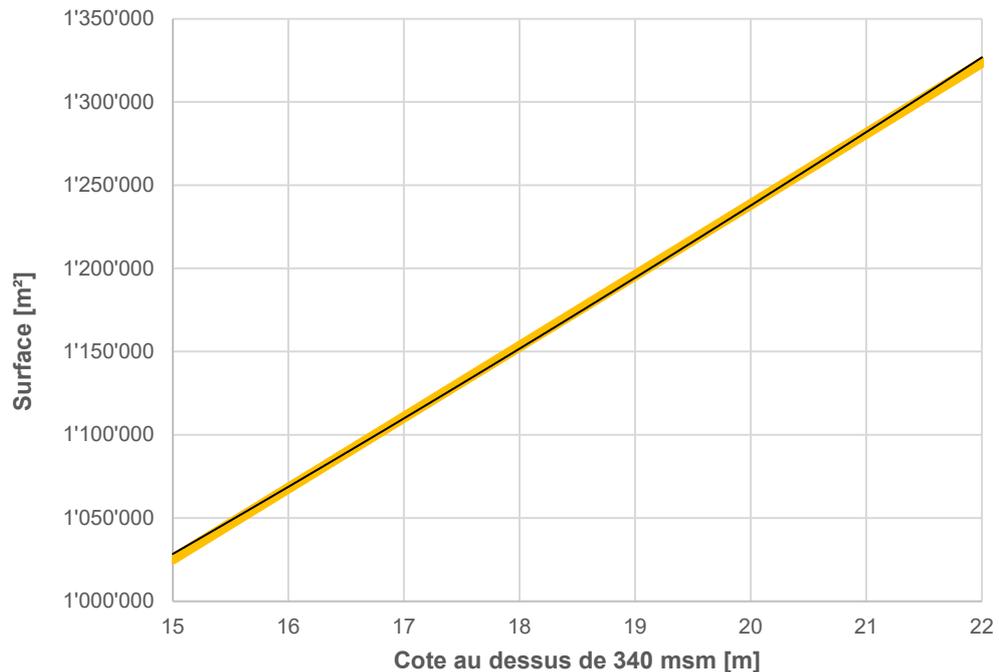


Figure 5-44 : Courbe hauteur-surface (noire) et approximation linéaire (jaune)

Reconstitution des débits sortants

Les organes de décharge au barrage d'Eupen sont au nombre de quatre :

- > Turbinage via 4 turbines Francis.
- > Débit de dotation constant tout au long de l'année.
- > Deux vannes de vidange de fond (type papillon).
- > Un déversoir en cas de crue équipé de deux pertuis vannés.

L'objectif est d'estimer le débit qui est sorti par ces organes de décharge lors de l'évènement.

Le chronographe transmis par la SPW-MI [13] donne un niveau du lac avant l'évènement d'environ 355.9 m s.m. D'après la Figure 5-45, le mode de gestion juste avant la crue suit le régime B2, ce qui correspond à un turbinage maximal de 4.5 m³/s (d'après [12]). La dotation est toujours maintenue et s'élève à 150 m³/h. Ainsi, dans le cadre de la reconstitution des débits en amont du lac, le turbinage est considéré comme constant (4.5 m³/s + dotation) pendant toute la durée de la crue.

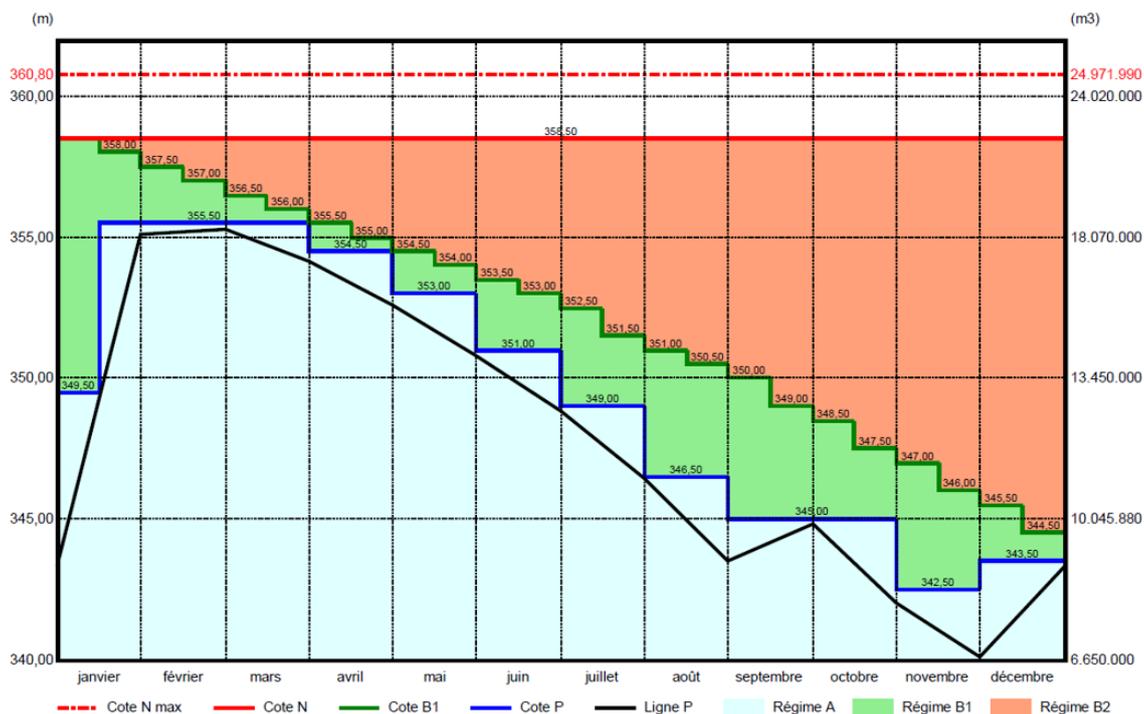


Figure 5-45 : Courbes théoriques de manutention des eaux du barrage d'Eupen (source : [12])

Le barrage d'Eupen est équipé de deux vannes de vidange (type papillon, avec une vanne de garde et une vanne de réglage par évacuation), dont la capacité maximale (ouverture 90°) est de 35 m³/s chacune.

Chaque vanne suit une unique loi de vidange qui dépend de l'ouverture de la vanne (en degrés) et du niveau du lac. Cette loi, transmise par le SPW-MI-DBR, est reportée ci-dessous :

$$Q_{vidange} = (\theta^b \cdot \frac{a}{10}) / 1.6$$

Avec :

- > θ le degré d'ouverture de la vanne en degré ;
- > $b = 1.844701 \cdot (Niv_{lac} - 53)^{-0.007018}$
- > $a = -0.363577 + 0.001814 \cdot (Niv_{lac} - 53)$

Cette formule étant utilisée pour les barrages d'Eupen et de la Gileppe, un coefficient de -53 est utilisé pour le barrage d'Eupen. Lors de la crue de juillet 2021, seule la vanne en rive droite a été ouverte.

Dans le cadre de la présente étude, la loi transmise a été reprise pour être intégrée dans les calculs de reconstitution des débits. En effet, les angles d'ouverture de la vanne semblent cohérents avec les débits sortants, qui varient de 3.6 m³/s à 35 m³/s.

Le dernier organe de décharge est l'évacuateur de crue, situé en rive droite du barrage d'Eupen (voir Figure 5-46). Cet évacuateur de crue, est équipé de deux pertuis de 12.5 m de large, vannés. Chaque pertuis est équipé d'une vanne wagon dont la variation du niveau permet le déversement d'un débit plus ou moins important. Ainsi, comme représenté sur la Figure 5-46, la vanne évolue entre les niveaux 358 m s.m et 361 m s.m, qui correspondent au niveau de la crête de la vanne.



Figure 5-46 : Déversoir du barrage d'Eupen (vue vers l'aval)

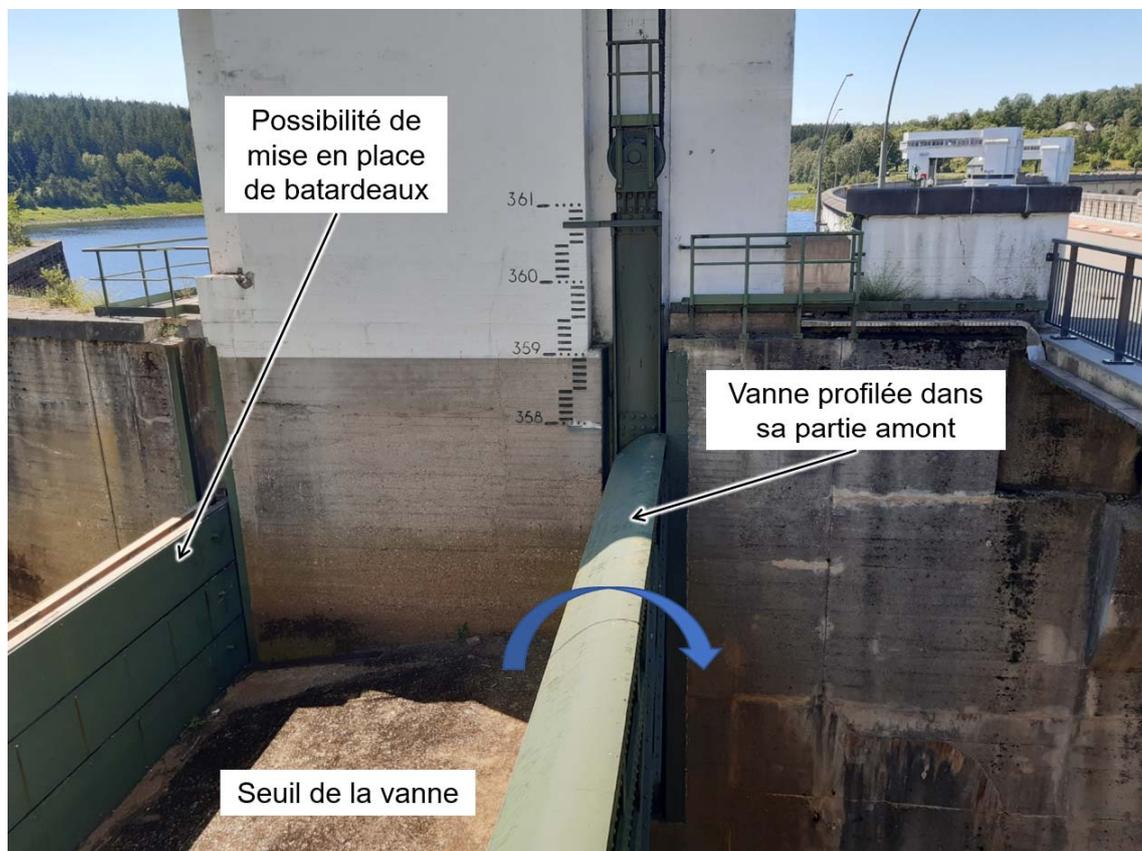


Figure 5-47 : Photo de la vanne (et du batardeau amont)

Sur la base des plans transmis, il est possible d'estimer le débit déversé par cet évacuateur en fonction du niveau amont du lac. En première approximation, la formule du déversoir à paroi mince peut être utilisée pour calculer le débit sortant par le déversoir, noté Q_{Cd} :

$$Q_{Cd} = C_d b h \sqrt{2gh}$$

Avec h la hauteur d'eau amont, b la largeur du pertuis, g l'accélération gravitationnelle et C_d , le coefficient de débit. Ce coefficient dépend des conditions d'approche du déversoir, soit la hauteur d'eau en amont mais aussi la hauteur depuis le seuil amont (voir Figure 5-47) jusqu'à la crête de la vanne. Une valeur moyenne² de ce coefficient est de 0.42 (d'après [14]). Ce coefficient est également utilisé dans le rapport de l'université de Liège [4].

Dans un souci d'amélioration des estimations faites ci-dessus, une demande de cette loi de débitance spécifique appliqué au barrage d'Eupen a été formulé au SPW-MI-DBR. Ainsi, les formules utilisées par le système de contrôle et d'acquisition de données (CITECT) pour déterminer les débits des vannes de vidange et des déversoirs ont été transmis. La loi de déversement au droit de chaque vanne est la suivante (débit noté Q_μ) :

$$Q_\mu = \mu b h \sqrt{2gh}$$

Avec :

- > μ qui dépend de la hauteur depuis le seuil amont (soit 357.47 m s.m.) jusqu'à la crête de la vanne (notée, Niveau vanne) ainsi que du niveau d'eau amont noté h .

$$\mu = 0.4106 \cdot \left(1 + \frac{1.8}{100} \cdot h\right) \cdot \left(1 + 0.55 \left(\frac{h}{h+z}\right)^2\right) \text{ avec } z = \text{Niveau vanne} - 357.47$$

- > b largeur du pertuis (12.5 m)
- > h hauteur d'eau en amont de la vanne

$$h = \text{Niveau du lac} - \text{Niveau vanne}$$

On observe donc une loi de déversoir, avec un coefficient variable. Pour rappel, le niveau des vannes varie entre 361 m s.m et 358 m s.m et correspond à l'arête supérieure du profilé (soit le niveau à partir duquel il y a déversement).

Sur la Figure 5-48, la vanne se situe à son niveau le plus bas, 358 m s.m, soit 50 cm au-dessus du niveau du seuil (à 357.50 m s.m.), ce qui semble expliquer les valeurs transmises par le SPW-MI-DBR.

² Le coefficient de débit du déversoir à paroi mince n'a pas pu être calculé dans le cadre de cette étude. En effet, même si, pour une faible hauteur d'eau amont, le calcul du coefficient donne des résultats satisfaisants, dès que la hauteur d'eau amont dépasse la hauteur depuis le seuil amont jusqu'à la crête de la vanne, le coefficient surestime les déversements. Dans un tel cas, il ne s'agit plus d'un déversoir à paroi mince, mais plutôt d'un déversoir à seuil épais, dont le coefficient de débit est de l'ordre de 0.326, ce qui diminue les débits déversés à l'aval. La loi de passage du déversoir à paroi mince au déversoir à seuil épais n'étant pas connue, le coefficient C_d pour le débit déversé est fixé à 0.42. Cette approximation pourrait être levée puisqu'un modèle réduit de ce déversoir aurait été réalisé avant sa construction, par le Laboratoire Hydraulique des Ponts et Chaussées à Anvers (d'après [2]). Les informations obtenues dans le cadre de ces essais permettraient de préciser la loi de sortie au droit de cet ouvrage et influencerait par la même le calcul de reconstitution de la crue.

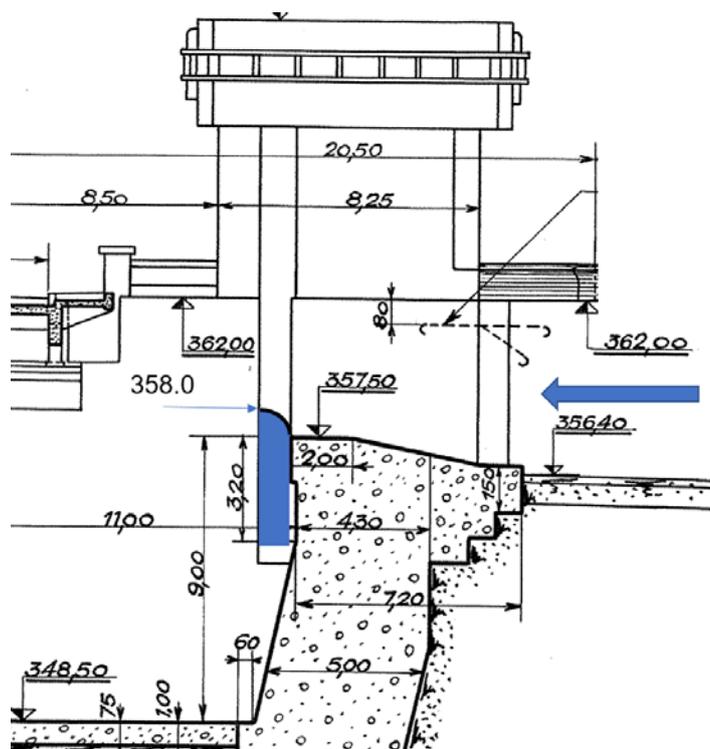


Figure 5-48 : Extrait du plan n°B11 (14.10.53) - Coupe longitudinale du déversoir - la vanne est schématiquement représentée en bleu (source : SPW-MI)

L'application de ce coefficient a cependant mené à des incohérences. En effet, d'après les informations transmises ([2]), chaque pertuis du déversoir a une capacité de 115 m³/s. Or, comme le montre la Figure 5-49, le calcul donne des débits déversés maximaux de 195 m³/s, contre 134 m³/s, obtenus avec un coefficient constant de 0.42.

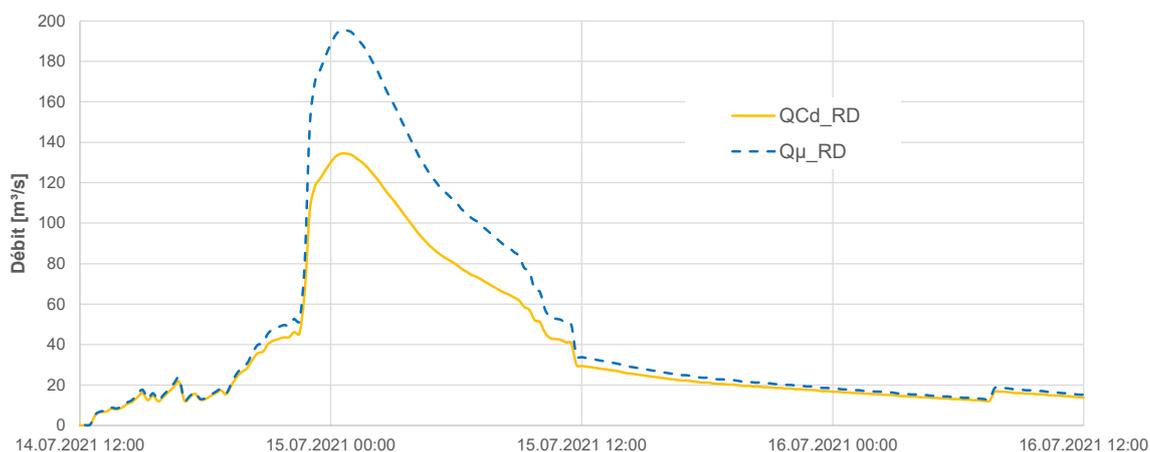


Figure 5-49 : Comparaison des courbes de déversement au barrage (déversoir de l'évacuateur de crue en rive droite). En jaune estimé selon la méthode des déversoirs à mince paroi, en bleu selon la formulation appliquée par le SPW-MI

De plus, la variation du coefficient de déversement μ selon plusieurs valeurs de z (voir Figure 5-50) donne des valeurs qui surpassent largement le coefficient de 0.494 (type déversoir standard). D'après [14], le coefficient de débit ne peut excéder 0.55.

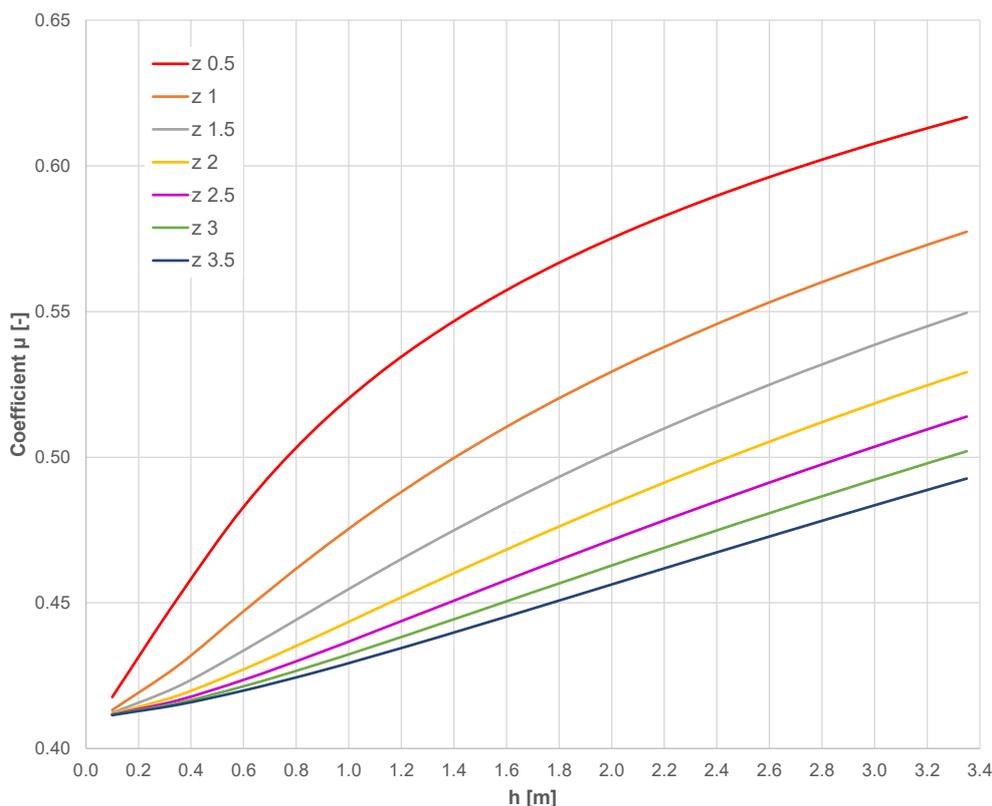


Figure 5-50 : Représentation de la variation du coefficient de débit μ pour différentes valeurs de z

Cette incohérence fausse donc les débits fournis par le système informatique et surestime largement les débits sortants au déversoir. **Cette incohérence avait par ailleurs été soulignée lors de la crue du 28/01/2021 dont une chronologie a été transmise par le SPW-MI ([13]).** La formulation n'est donc pas retenue pour reconstituer le débit évacué par cet organe lors de l'évènement.

L'hydrogramme du débit sortant total reconstitué est donné à la Figure 5-51 (ligne rouge traitillés). La pointe estimée est de 196 m³/s.

Reconstitution du débit entrant

La reconstitution des débits entrants dans le barrage d'Eupen est basée sur le bilan suivant :

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = Q_e - Q_s$$

Sur la base d'un bilan de volume (ΔV), il est donc possible de calculer le débit entrant (Q_e) dans le lac d'Eupen connaissant le débit sortant (Q_s) à chaque pas de temps (Δt). Ce calcul a été réalisé sur la base des hypothèses suivantes :

- > Durée d'ouverture et de fermeture de vanne « instantanée ».
- > Niveau du lac supposé horizontal sur l'ensemble de sa surface.
- > Pas d'effet de la pile centrale du déversoir.
- > Coefficient de débit constant, à 0.42.

Le résultat de la reconstitution est représenté sur la Figure 5-51. Les cotes limites à respecter au barrage sont rappelées ci-dessous :

- > N : cote de référence du lac à ne pas dépasser en régime normal (358.50 m s.m.).
- > Nmax : cote critique du lac à ne pas dépasser en régime « alarme crue » (360.80 m s.m.).
- > Cote maximale du plan d'eau à ne pas dépasser : 361 m s.m.

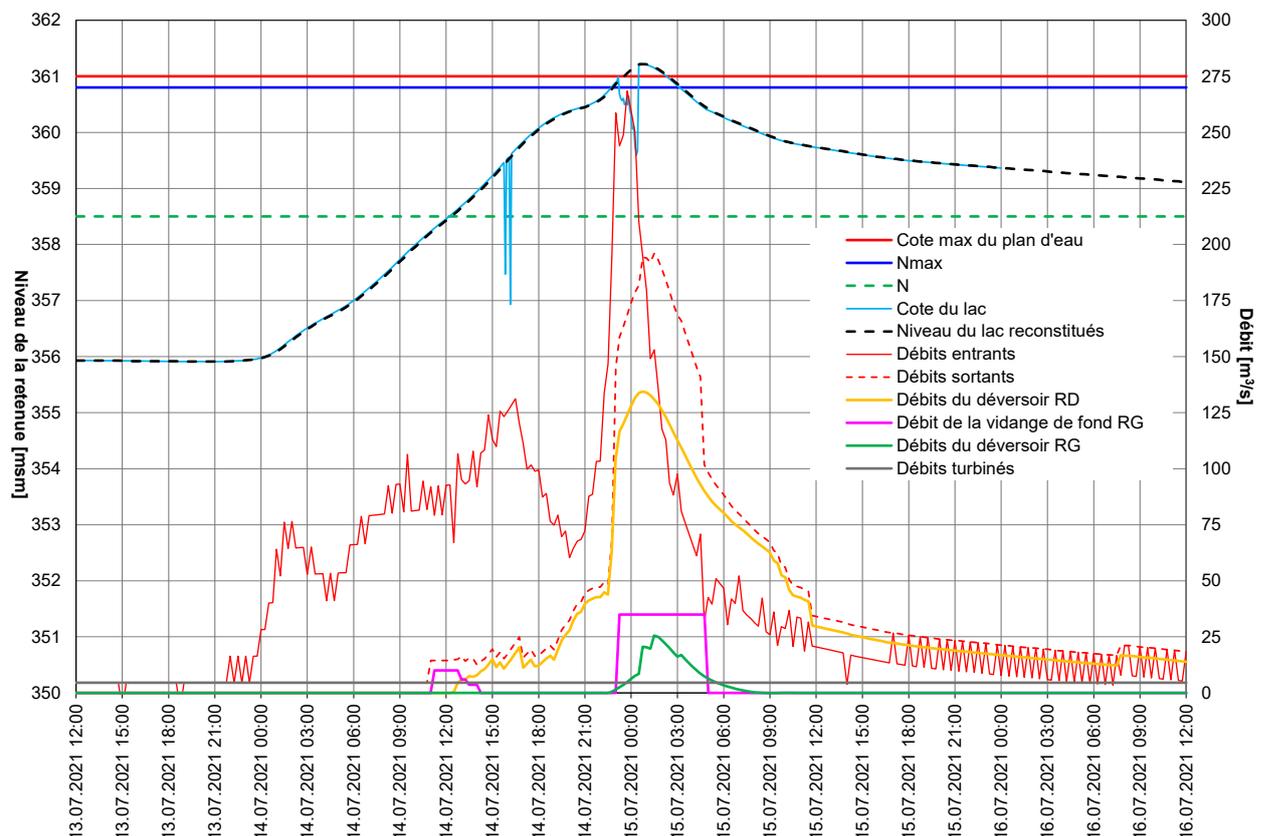


Figure 5-51 : Evolution du niveau du lac mesuré au barrage d'Eupen, des débits entrants reconstitués et des débits sortants calculés lors de la crue du 14 juillet 2021

Le débit sortant représenté sur la Figure 5-51 correspond à la somme des débits turbinés, des débits déversés par l'évacuateur de crue et évacués par la vidange de fond. **Une pointe de 196 m³/s est atteinte le 15.07.2021 à 01:30. Enfin, l'hydrogramme entrant dans le lac du barrage d'Eupen donne un débit maximal atteint de l'ordre de 268 m³/s.**

A titre de comparaison, l'application de la formule du coefficient de débit transmis par le SPW-MI, dans le cadre de la reconstitution des débits entrants, donne un débit maximal total lâché au barrage de 256 m³/s, et une crue en amont du barrage dont la pointe atteint 323 m³/s, ce qui est incohérent avec les analyses des chapitres précédents.

Le barrage d'Eupen a donc permis de lamener la pointe de la crue du 14 juillet 2021 en stockant plus de 6 millions de m³ sur les 12.4 millions de m³ apportés par la crue (voir Figure 5-52).

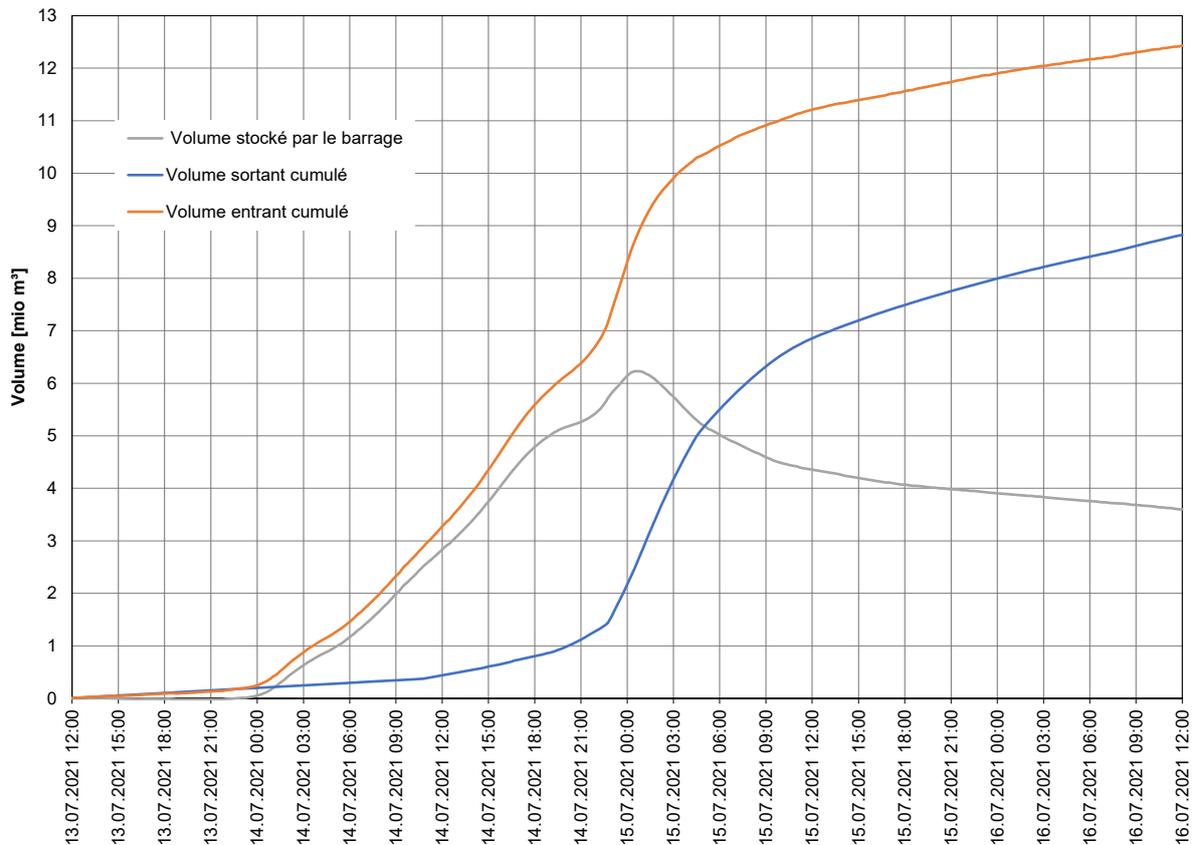


Figure 5-52 : Evolution des volumes de crue, stockés et déversés au barrage d'Eupen

La présence du barrage d'Eupen a par ailleurs permis de retarder la montée de la crue puisque les volumes ont été stockés durant toute la première moitié de l'évènement permettant par exemple de limiter le débit aval à environ 25 m³/s alors que la crue atteignait un premier pic à environ 130 m³/s, le 14.07.2021 aux alentours de 16h30.

Gestion de la crue au barrage d'Eupen

La gestion des crues au barrage d'Eupen s'appuie sur une note de manutention qui dicte au personnel du barrage les niveaux du lac à respecter tout au long de l'année (voir Figure 5-45). Ainsi, quatre modes de gestion, nommés régimes, sont nécessaires pour permettre au barrage d'Eupen d'assurer à la fois une alimentation en eau potable, un débit de dotation, une production d'électricité ainsi qu'une réserve d'emportement en cas de crue (notamment en hiver). Enfin, la note de manutention ([12]) englobe également les informations concernant les manœuvres à effectuer en cas de crue. Le passage d'une gestion « normale » à une gestion « risque de crue » se fait sur la base de quatre critères :

- > Situation exceptionnelle au barrage (non détaillé dans [12]).
- > Dépassement d'une hauteur pluviométrique d'avertissement.
- > Dépassement d'une hauteur limnimétrique d'avertissement.
- > Lorsque le volume d'eau susceptible d'entrer dans le lac (noté B_T) est supérieur ou égal à la réserve d'emportement (noté Rés).

Le critère de dépassement d'une hauteur pluviométrique se base sur des stations de mesure de la Vesdre et de la Helle. Le cumul des précipitations à l'une de ces stations peut déclencher le mode de gestion « risque de crue ».

Le critère de dépassement d'une hauteur limnimétrique concerne essentiellement le risque d'inondation en aval du barrage. Les hauteurs d'eau dans la Vesdre sont surveillées, de même que les débits, notamment à la station de Bellevaux et celle de Pepinster. Lorsque les valeurs seuils sont dépassées, les lâchures d'eau au barrage doivent être stoppées, et la crue doit être stockée.

Afin de clarifier l'analyse en cas de crue, la note de manutention a été retranscrite sous forme d'un logigramme présenté à la Figure 5-53. Sur cette base, il est possible de suivre les décisions prises au barrage en fonction des informations transmises à chaque étape de la crue (d'après [13]). Les flèches rouges, symbolisent la prise de décision réalisée au barrage d'Eupen lors de la crue de juillet.

Le 13.07.2021 à 23 :07, l'alarme $BT \geq R\acute{e}s$ est déclenché, ce qui déclenche le mode de gestion « alarme crue ». Le turbinage doit être maximal et le niveau du lac est surveillé pour ne pas dépasser la côte critique N_{max} de 360.80 m s.m. Le débit entrant dans la retenue doit être évacué à l'aval ($Q_{in}=Q_{out}$). **Lors de cette gestion, la note précise que le tunnel de la Helle (qui amène au maximum 25 m³/s dans le lac d'Eupen) doit être fermé en cas de risque d'inondation entre le barrage et la confluence Helle-Vesdre. Lors des événements de juillet, ce tunnel n'a pas été fermé.**

A partir de cette première alarme, le barrage doit évacuer la crue ($Q_{in}=Q_{out}$) tout en surveillant les stations à l'aval. D'après la note de manutention, les niveaux d'eau à Pepinster et Bellevaux sont surveillés, et les lâchures au barrage sont autorisées aussi longtemps que le débit au confluent Vesdre-Helle reste inférieur à 30 m³/s. Or, même si les informations à l'aval du barrage étaient disponibles, **le barrage d'Eupen n'avait pas connaissance du débit entrant dans le lac.** En effet, limnigraphes en amont du lac, sur les principaux affluents (Vesdre et Getzbach) étaient indisponibles lors de la crue (travaux de remplacement en cours). Il était donc impossible d'appréhender le débit entrant dans le lac, si ce n'est grâce à la montée du plan d'eau. C'est pourquoi, du personnel a été envoyé sur place pour relever les niveaux d'eau et déterminer les débits entrants. Les relevés ont eu lieu le 14.06.2021 à 13 :06, 15 :10 et à 17 :00.

Par ailleurs, dès le 14.07.2021 à 04 :17, l'alarme $h_{limn.Vesdre\ Pepinster} > 3.10$ m est dépassée puis à 08 :10 c'est celle du pont à Bellevaux $h_{limn.Bellevaux} > 0.85$ m. Dans ce cas, la note de manutention préconise un arrêt des lâchures au barrage et une fermeture du tunnel de la Helle. Le déclenchement de ces alarmes, ainsi que l'évolution croissante des débits marquent l'activation du danger inondation en certains endroits de la vallée de la Vesdre. Cette alarme est survenue 5h après l'alarme « B_T dépassé », **ce qui n'a pas permis d'effectuer les lâchures suffisantes.**

Ainsi face à la montée croissante du plan d'eau, et dans le but de garantir la sécurité structurelle de l'ouvrage, 10 m³/s ont été lâchés par la vidange de fond le 14.07.2021 à 10 :57. Ces lâchures sont supérieures à celle préconisées dans la note de manutention qui précise que l'ouverture des organes d'évacuation doit se faire de façon progressive, par augmentation de 5 m³/s toutes les 10 minutes. Or, ce lâché s'explique par le fait que le gestionnaire du barrage a tenté d'abaisser la vanne du déversoir en rive droite le 14.07.2021 à 08 :37, mais celle-ci ne répondant pas et l'eau continuant à monter, la vanne de fond a finalement été ouverte le 14.07.2021 à 10 :57 à 10 m³/s pour tenter de « compenser » le temps perdu. Finalement, la vanne du déversoir en rive droite a été réparée et mise en fonction le 14.07.2021 à 12 :35 ce qui a permis de progressivement fermer la vidange de fond.

Les consignes de déversements ont ensuite été suivies tout au long de la crue et le niveau du lac a dépassé sa côte critique ($N_{max} = 360.80$) le 14.07.2021 à 22 :43, puis sa hauteur maximale (hauteur du lac maximale pour garantir la sécurité structurelle de l'ouvrage : 361 m s.m.) le 14.07.2021 à 00 :28. A ce moment, le déversoir en rive gauche a même été actionné (non fonctionnel au début de la crue), et la vidange de fond en rive gauche a à nouveau été ouverte.

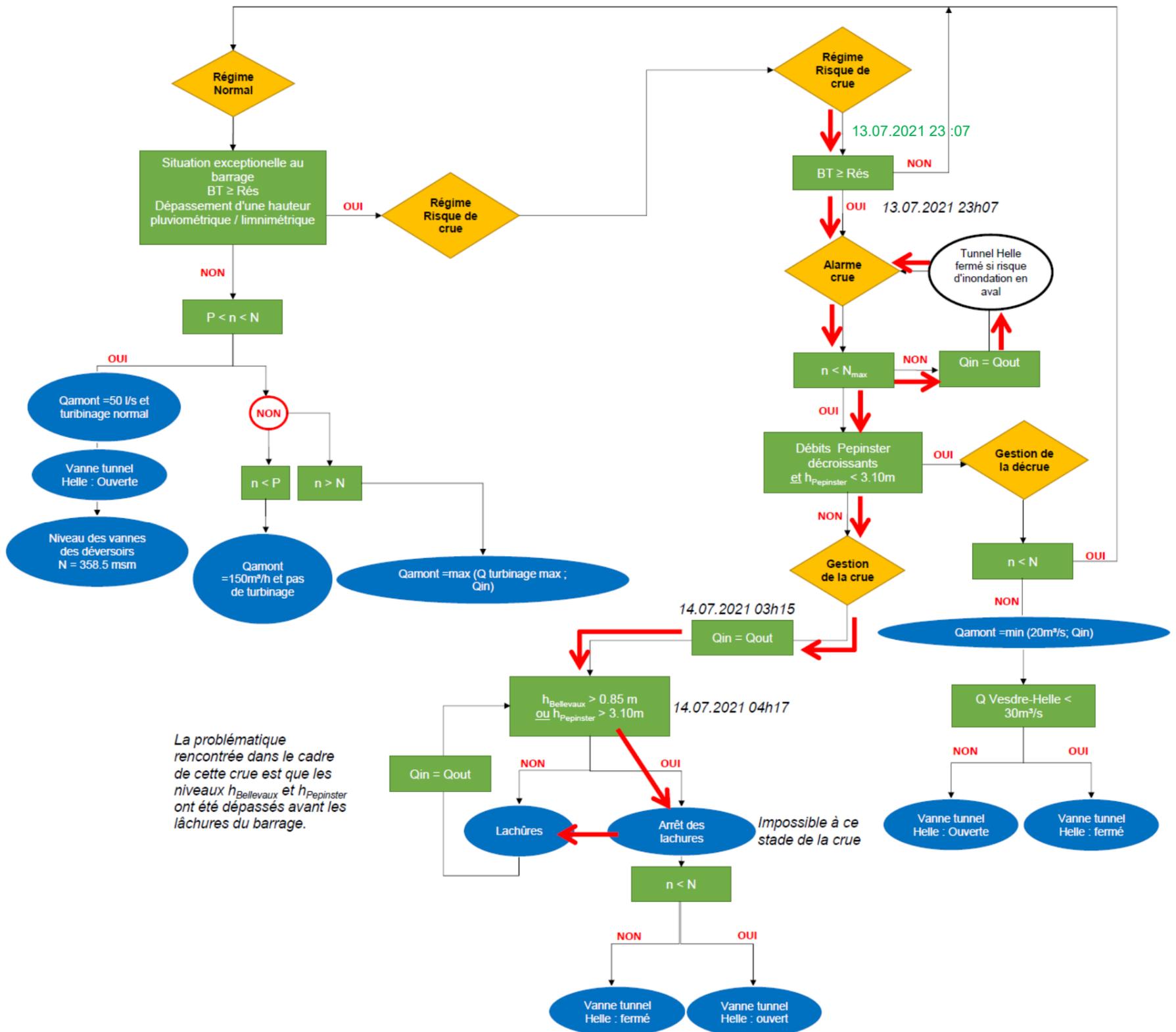


Figure 5-53 : Logigramme décrivant la note de maintenance du barrage d'Eupen et chemin suivi lors de l'évènement de juillet 2021 (flèches rouges)

Dans ce logigramme les cotes sont directement tirées de la note de maintenance :

- > On note « n » : la cote instantanée du lac en tout temps (et pour tout régime).
- > On note « N » : la cote de référence du lac à ne pas dépasser en régime normal (358.50 m s.m.).
- > On note « P » : la cote en dessous de laquelle il n'est lâché que ce qui est nécessaire pour l'alimentation de la rivière (débit de dotation à 150 m³/s).
- > On note « N_{max} » : la cote critique du lac à ne pas dépasser en régime « alarme crue » (360.80 m s.m.).
- > Pour rappel, la cote maximale du plan d'eau (à ne pas dépasser pour garantir la sécurité du barrage) est de 361 m s.m.

5.4.2 Résumé de la situation au barrage de la Gileppe et comparaison avec Eupen

Dans le cadre de la présente étude, la reconstitution des débits entrants au barrage de la Gileppe n'a pas pu être réalisé puisque l'évolution du niveau du lac (Figure 5-54) présente des incohérences suite à la défaillance d'un capteur de mesure, selon le SPW.

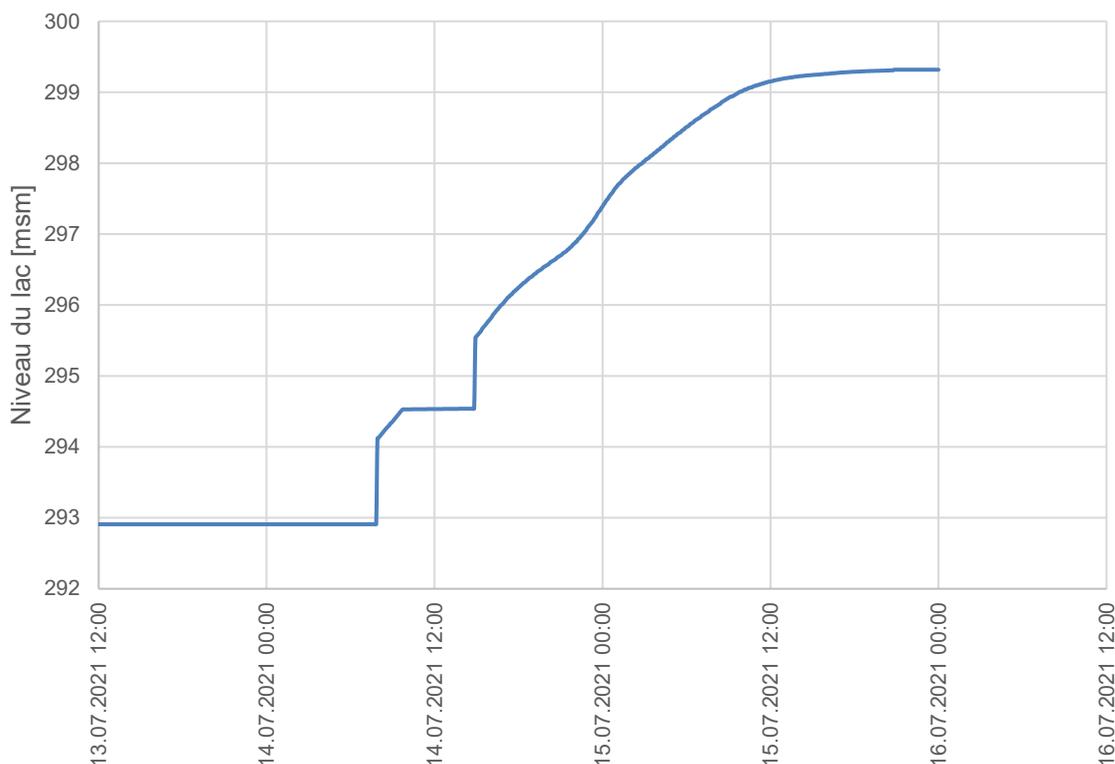


Figure 5-54 : Evolution du niveau du lac au barrage de la Gileppe (source : SPW-MI)

De plus, le barrage de la Gileppe a permis de stocker la quasi-totalité de la crue. En effet, d'après la chronologie [13] transmise par le SPW-MI, les vannes des évacuateurs de crue ont été relevées de manière à permettre l'emportement au fur et à mesure de la montée du lac. Un volume de l'ordre de 7.6 millions de m³ a été stocké et seule une restitution limitée à 10 m³/s a été opérée en fin de matinée à partir du 15/07 à partir de l'évacuateur de crues et en accord avec la DGH et le CRC-W.

Cependant, il est important de souligner ici que la gestion des crues au barrage de la Gileppe est bien moins problématique que celle au barrage d'Eupen. En effet, même si les deux barrages ont une capacité de rétention équivalente, d'environ 25 millions de m³, le bassin versant du lac d'Eupen est deux fois plus grand que celui de la Gileppe.

5.4.3 Analyse de l'évènement au droit des barrages de l'île Monsin, Robertville et Butgenbach

5.4.3.1 Situation à Liège et influence du barrage de l'île-Monsin

Le barrage de Monsin permet d'assurer les niveaux suffisants pour la navigation sur la Meuse, dans l'agglomération liégeoise, et sur le canal Albert jusqu'à Genk. Ce bief, navigué par des convois de 9000 tonnes est long de près de 60km, avec environ 13km en Meuse et 47 km de canal. Ce barrage est donc d'un intérêt majeur, tant pour la navigation et l'économie de la région, que pour la gestion des inondations dans cette zone très peuplée de la région liégeoise.

Le barrage comprend 6 pertuis avec vannes de régulation, séparés par des tours contenant les mécanismes de manœuvre des vannes. La chute est de 5m, à flottaison normale. Une centrale hydroélectrique gérée par Luminus est présente à côté du barrage.



Figure 5-55 : Barrage de l'île Monsin

Deux inspections du barrage ont été faites à la demande du gestionnaire en 2001 et 2014. Ces deux inspections réalisées en interne par le SPW ont décelé des dégradations dans les aciers des vannes, les bétons et les mécanismes telles que la poursuite de l'exploitation du barrage présentait des risques essentiels. Le premier risque était de ne plus être en mesure de manœuvrer les anciennes vannes ce qui aurait potentiellement accru l'élévation du niveau de la Meuse à Seraing, à Liège et sur le canal Albert. Le deuxième était un risque majeur de submersion brusque de la Basse-Meuse et des zones d'habitat et économiques par rupture du barrage. Les conséquences humaines et économiques auraient pu être très importantes.

Les travaux de rénovation (remplacement des 6 vannes et des 7 tours de part et d'autre de chaque pertuis) ont été engagés en 2019. Afin que l'ouvrage continue à jouer son rôle pendant la durée des travaux, un phasage imposant la rénovation de deux pertuis par année, pendant la période d'étiage (du 1er avril au 31 octobre), a été imposé dans le marché de travaux. La fin des travaux était initialement prévue pour 2021. La rénovation des deux premiers pertuis (les vannes 6 et 5 et les trois premières tours) a eu lieu à l'étiage 2019 comme prévu. En 2020, en raison de la crise sanitaire (Covid-19), l'exécution du marché a été suspendue du 23 mars 2020 au 17 mai 2020, rendant impossible la mise en service des vannes 4 et 3 au 31 octobre 2020 dans les conditions initiales du marché. En conséquence, le SPW-MI a demandé à l'adjudicataire d'analyser plusieurs scénarii de reprise des travaux. Ces scénarii sont présentés dans le Tableau 5-12 ci-dessous.

Scénario	Planification des travaux	Mise en service des vannes
A	Solde de l'étiage 2020 : rénovation des pertuis 4 et 3 avec mesures d'accélération Etiage 2021 : rénovation des pertuis 2 et 1	Vannes 4 et 3 : 18/01/2021 → 3 pertuis hors service en dehors de l'étiage Vannes 2 et 1 : 31/10/2021
B	Solde de l'étiage 2020 : rénovation du pertuis 4 Etiage 2021 : rénovation des pertuis 3, 2 et 1 avec mesures d'accélération	Vannes 4 : 22/01/2021 → 2 pertuis hors service en dehors de l'étiage Vannes 3 et 2 : 31/10/2021 Vanne 1 : 10/01/2022 → 1 pertuis hors service en dehors de l'étiage
C	Solde de l'étiage 2020 : pas de travaux Etiage 2021 : rénovation des pertuis 4, 3, 2 et 1 avec mesures d'accélération	Vannes 4, 3 et 2 : 31/10/2021 Vanne 1 : 18/05/2022 → 1 pertuis hors service en dehors de l'étiage
D	Solde de l'étiage 2020 : pas de travaux Etiage 2021 : rénovation des pertuis 4 et 3 Etiage 2022 : rénovation des pertuis 2 et 1	Vannes 4 et 3 : 31/10/2021 Vannes 2 et 1 : 31/10/2022
E	Solde de l'étiage 2020 : rénovation du pertuis 4 avec mesures d'accélération Etiage 2021 : rénovation des pertuis 3 et 2 Etiage 2022 : rénovation du pertuis 1	Vannes 4 : 23/12/2020 → 2 pertuis hors service en dehors de l'étiage Vannes 3 et 2 : 31/10/2021 Vanne 1 : 31/10/2022

Tableau 5-12: scenarii de modification du phasage analysés afin de rattraper le retard accumulé suite à la période COVID en 2020

Le scénario C ci-dessus a finalement été choisi. Il s'agit du scénario comportant le plus de risque en phase travaux, avec 4 vannes hors service au lieu des 2 initialement prévues, cependant, ce scénario permet de passer la période de hautes eaux 2020/2021 sans pertuis hors service (en effet, les scenarii A, B et E augmentent le risque en période de hautes eaux avec 2 à 3 pertuis hors service hors étiage). **En définitive, le scénario comportant le moins de risque est le scénario D mais celui-ci ne permettait une mise en service de l'ensemble du barrage rénové qu'au 31.10.2022 (contre le 18.05.2022 pour le scénario C qui a finalement été choisi).** Le scénario C a finalement été choisi, notamment au vu du risque de défaillance des vannes préexistantes lors de la période de hautes eaux 2021/2022 (ancienne vanne encore en place dans le scénario D).

Une procédure a par ailleurs été établie par l'entrepreneur pour l'enlèvement du plancher de travail en cas de crue, afin de libérer le passage pour le portique à batardeaux et permettre l'extraction des poutres batardeaux supérieures. Cette procédure prévoit l'enlèvement du plancher endéans les 24 h.

Pendant la crue de juillet 2021, le débit suivant a pu être évacué via les dispositifs ci-dessous, il s'agit d'estimations calculées qui ont été transmises par les gestionnaires du barrage :

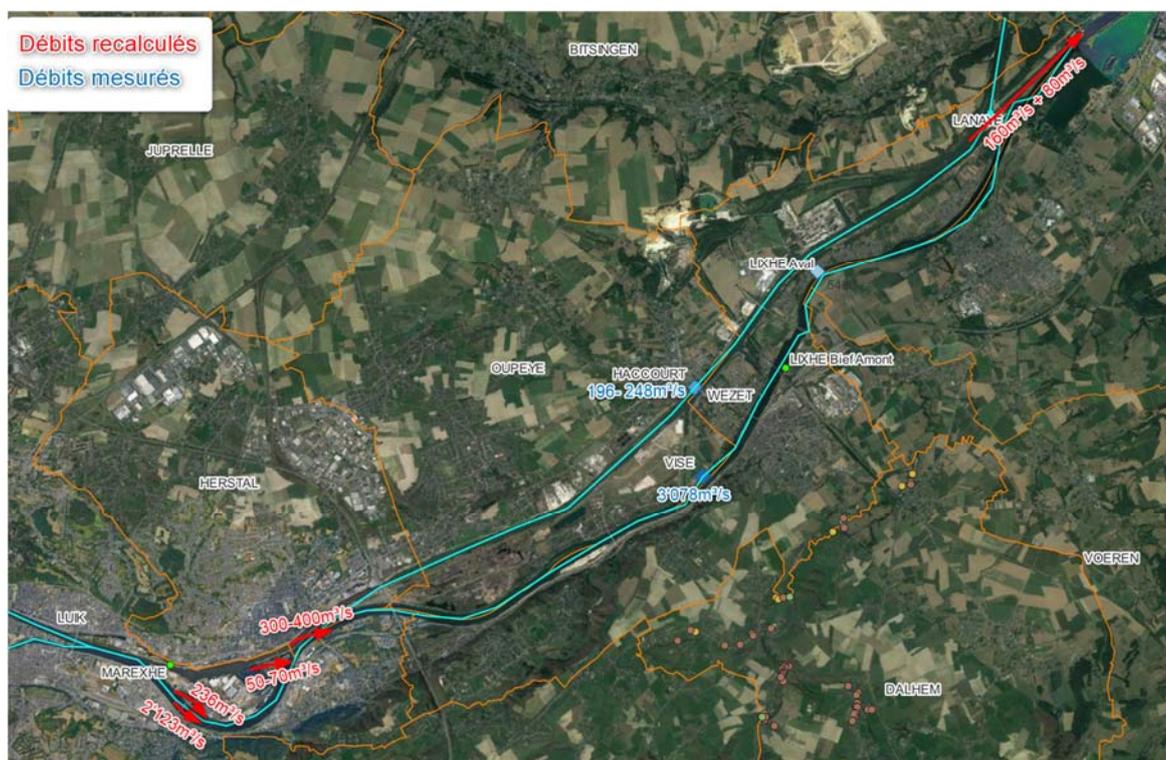
1. Evacuation par les 2 seuls pertuis manœuvrables (nouvelles vannes 5 et 6) : 1'386 m³/s.
2. Forcer les turbines Luminus pour évacuer un maximum de débit vers l'aval : 236m³/s. Il est à noter qu'une turbine sur 3 n'était pas fonctionnelle.
3. By-pass des vannes de l'écluse 4 de Lanaye : 160m³/s.
4. Enlèvement des poutres batardeaux sur les pertuis en cours de construction, noyant ainsi le chantier à l'aval :
 - a. Pertuis 1 : 2 poutres batardeaux : 291m³/s
 - b. Pertuis 2 : 1 poutre batardeau : 155m³/s
 - c. Pertuis 3 : 2 poutres batardeaux : 291m³/s

- d. Sur le pertuis 4, il n'a pas été possible d'évacuer par surverse du fait de la présence d'une grue en plein champ du pertuis qui pouvait potentiellement tomber sur une ligne aérienne à haute tension.
5. By-pass des vannes de l'écluse de Monsin : 50-70m³/s.
6. Enlèvement du batardeau de l'écluse 3 de Lanaye : 80m³/s.
7. Evacuation par le déversoir de Monsin : 300 à 400m³/s (estimation).

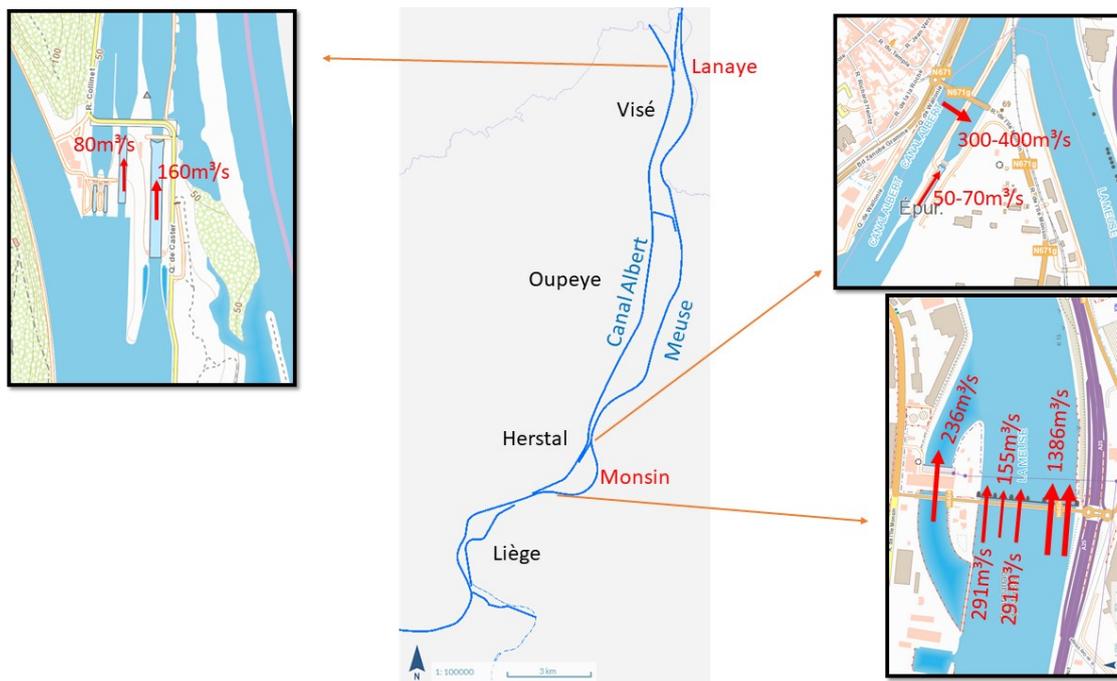
Le débit total évacué à l'aval calculé dans ces conditions, est évalué entre 2'949 et 3'069m³/s.

Les débits maxima mesurés sur la Meuse à Visé se sont élevés à 3078m³/s et sur le canal Albert à Haccourt entre 196 et 248m³/s. Le débit total mesuré varie donc entre 3274 et 3326m³/s. L'écart moyen entre la mesure et le calcul est donc faible³: l'ordre de grandeur du débit reconstitué qui a transité au barrage de l'Île Monsin est donc fiable, de l'ordre de 3'000 m³/s.

Les images de la Figures 5-56 ci-dessous illustrent l'emplacement de ces différents organes et les valeurs y relatives.



³ L'écart peut partiellement résulter d'un effet transitoire de remplissage du canal Albert par l'augmentation du niveau d'eau de l'ordre de 1 m.



Figures 5-56 : Débits max. évacués (calculés) pendant l'évènement de juillet 2021 au barrage de l'île Monsin et dans les différents organes de répartition de débit Canal Albert/Meuse et débits mesurés aux stations de mesures

Une des principales craintes lors de la crue était le risque d'élever le plan d'eau dans le Canal Albert à un niveau trop important, mettant en péril toute la ville de Liège le long de ce canal. En effet, ce canal étant perché par rapport au niveau de la ville, la mise en charge de ces digues et le risque de surverse étaient avérés, avec des conséquences catastrophiques en cas de rupture de digue ou d'inondation par surverse. Des cartes d'inondation ont dû être réalisées dans l'urgence par les services de la DH du SPW MI afin d'évacuer les populations à risque le cas échéant.

5.4.3.2 Gestion de l'évènement aux barrages ENGIE de Robertville et Butgenbach

La société ENGIE a la concession sur la période 2003 - 2053 pour l'exploitation des barrages-réservoirs de Butgenbach et Robertville, situés sur la Warche, affluent de l'Ambève puis de l'Ourthe. Les eaux stockées dans ces retenues sont ensuite turbinées à la centrale de Bevercé via une conduite forcée créant une chute d'environ 150m de dénivellation. La Figure 5-57 ci-dessous illustre le profil en long de l'aménagement hydroélectrique.

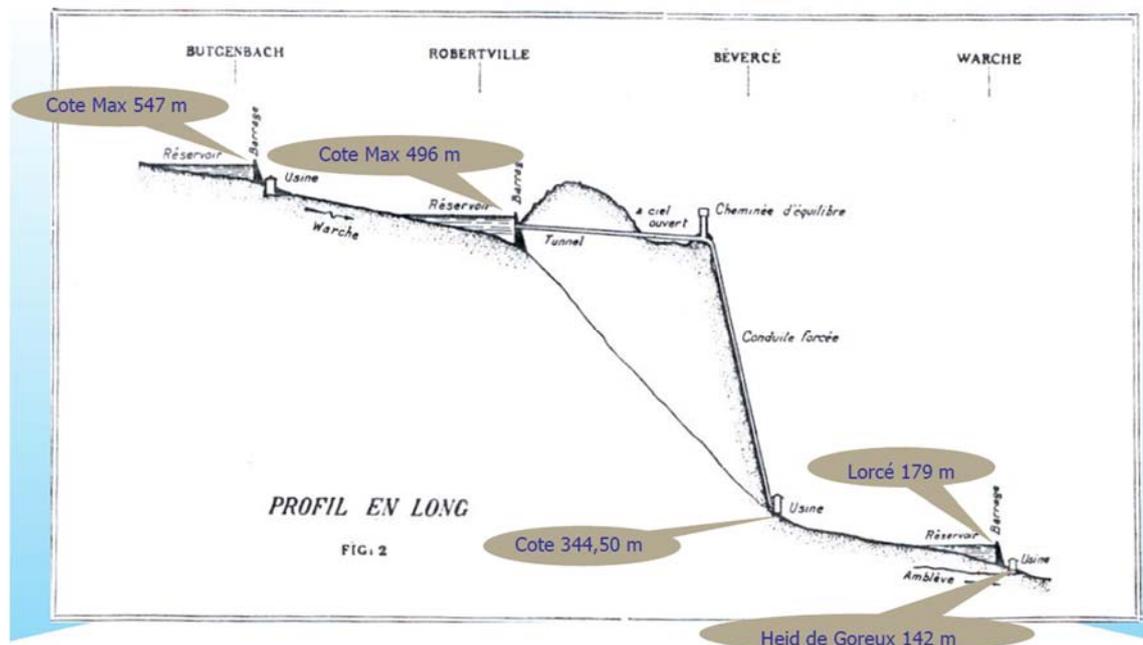


Figure 5-57 : Profil en long de l'aménagement hydroélectrique de Butgenbach et Robertville (concession ENGIE)

La retenue de Butgenbach a une capacité de 10.9 millions de m³ et celle de Robertville de 7.7 millions de m³. Les missions de la concession sont les suivantes :

- > Production hydroélectrique.
- > Écrêtage de crues en constituant un volume de réserve.
- > Soutien à l'étiage en constituant également un volume de réserve.

A ces missions principales, s'ajoutent des contraintes d'exploitation :

- > Maintien d'un niveau de l'eau minimum en été pour les activités nautiques.
- > Débit écologique à garantir dans la Warche pour la migration et la vie piscicole.

Les niveaux d'eau fixés d'entente avec le SPW dans les 2 lacs en fonction de la saison sont illustrés sur la Figure 5-58 ci-dessous.

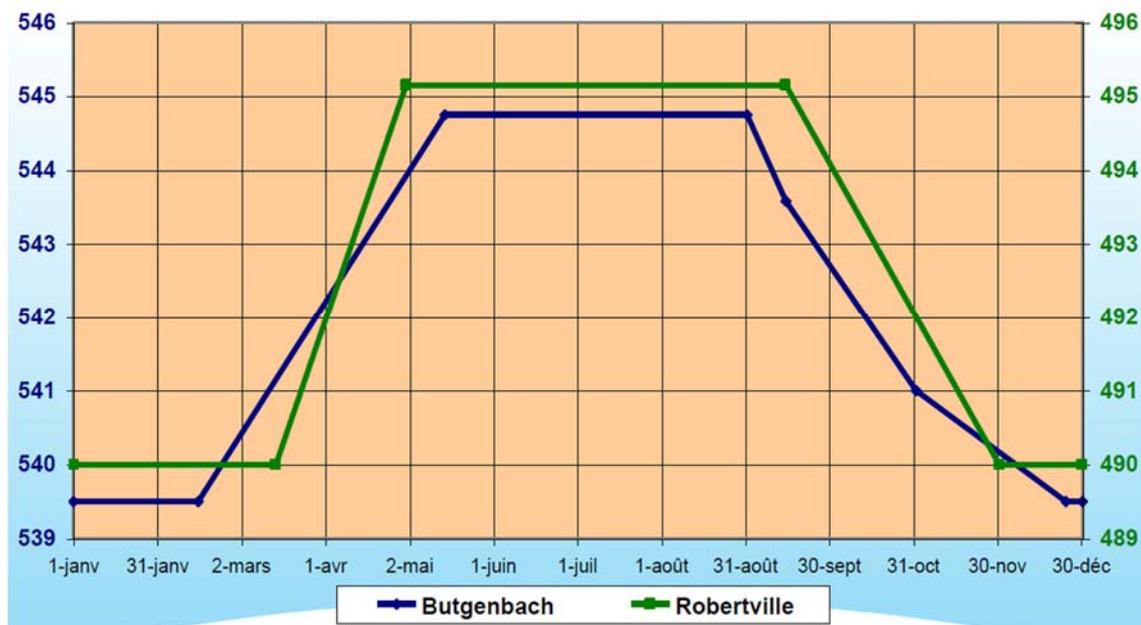


Figure 5-58 : niveaux d'eau à garantir dans les lacs de l'aménagement hydroélectrique ENGIE fixés par le SPW DCENN en fonction de la saison

Une visite annuelle du barrage est réalisée chaque année par un bureau d'études agréé (Coyne & Bellier) qui rédige un rapport d'auscultation tous les 3 ans. Ce rapport est ensuite envoyé à la Direction des Barrages-Réservoirs (DBR) du SPW.

L'équipe d'exploitation des barrages n'a pas de document type "note de manutention" sur lequel s'appuyer pour la gestion de l'évènement. **L'ensemble des manœuvres à réaliser est basé sur l'expérience de l'ensemble de l'équipe de garde.** Cette équipe est également en contact direct avec les avaliers et les services de secours : SPW DCENN, Bourgmestre de Malmédy, cellule de crise provinciale, pompiers, etc. Une réunion post-crise a d'ailleurs été organisée par ENGIE avec tous ces acteurs suite à l'évènement de crue de janvier 2021.

Gestion de l'évènement de juillet 2021 :

Les manœuvres réalisées aux barrages pendant l'évènement suivent 4 phases :

- > Phase 1 (du 12/07 12h au 14/07 11h) : anticipation pré-crue : au vu des précipitations croissantes annoncées : diminution du volume d'eau stocké dans les lacs par augmentation progressive du débit turbiné à Bevercé.
- > Phase 2 (du 14/07 11h au 14/07 22h) : début de crue : au vu du débit important de la Warche (20m³/s) et de sa croissance rapide (+2m³/s par heure) ainsi que des précipitations importantes attendues dans les prochaines 24h : ouverture de 2 vannes de crue pour retarder la montée de niveau des lacs tant que le niveau de la Warche à Malmédy (aval) est encore suffisant pour contenir la crue (un observateur est sur place au passage le plus critique : pont de Malmédy). Le 14/07 en milieu de journée : prise de contact avec les avaliers et les services de secours.
- > Phase 3 (du 14/07 22h au 15/07 3h) : pic de crue : de l'eau monte en cave de la centrale de Bevercé ce qui oblige d'arrêter les turbines. Au vu du débit important de la Warche (50m³/s) et de sa croissance très rapide (+4m³/s par heure), décision de ne pas ouvrir plus fort les vannes de crue de Robertville pour compenser la perte des turbines. Cela permet de ralentir la montée des eaux dans la Warche mais engendre une forte accélération de la montée du niveau des lacs. C'est à ce moment que les lacs retiennent le débit le plus important, à savoir 35m³/s. heureusement, le radar IRM annonce une forte accalmie des

précipitations. Les équipes d'ENGIE sont en contact régulier avec les avaliers et sont mobilisées entre Malmédy, Robertville et Butgenbach.

- > Phase 4 (du 15/07 3h au 16/07 12h) : décrue : la décrue se confirme et quasi aucune précipitation n'est annoncée par le radar IRM pour la fin de nuit et la matinée du 15/07, cela permet d'augmenter progressivement le débit lâché aux barrages afin de ralentir leur montée, et ce, sans refaire croître le niveau de la Warche.

Selon l'exploitant, les enseignements de la gestion de l'évènement de juillet 2021 sont les suivants :

- > Le débit maximum observé dans la Warche sans provoquer de débordement au point le plus critique (pont de Malmédy) a été précisé : 75m³/s
- > Aucun dégât ni débordement n'a été observé lors de l'évènement, mais, **selon l'exploitant, s'il avait plu d'avantage, la capacité de rétention de l'ouvrage aurait pu être critique. A titre informatif, il a plu environ 2 fois moins sur le bassin versant de la Warche que sur celui d'Eupen** (voir Figure 5-15, Figure 5-16 et Figure 5-17 plus haut au §5.1.5).
- > **L'exploitant souhaite rediscuter avec le SPW DCENN afin de mettre en place une alarme encore plus anticipée**, sur la base d'une certaine valeur de pluviométrie selon prévisions IRM, à définir avec la DCENN. Cette première cote d'alarme pourrait permettre de constituer un volume de réserve encore plus important et se prémunir davantage en cas de crue.

5.5 Recueil de témoignages de sinistrés

5.5.1 Recrutement des répondants

Pour rappel, la consultation est basée sur le croisement de deux dispositifs méthodologiques : des entretiens individuels et des focus groups (tables rondes). Les participants à ces deux types d'enquête ont été recrutés via un formulaire électronique diffusé via les réseaux sociaux.

Le recrutement à ces deux dispositifs d'enquête s'est fait par Internet. Nous avons développé un questionnaire Google Form permettant aux personnes intéressées de s'inscrire à la consultation. Il est resté en ligne du 6/9/2021 au 16/09/2021. Les informations relatives aux objectifs de la consultation, ainsi qu'à ses modalités sont bien précisées dans le cadre du formulaire. Les répondants sont invités à nous informer s'ils préfèrent un entretien individuel ou la participation à une table ronde. Les dates de consultation individuelle (du 6/09 au 17/09) ainsi que d'organisation des deux tables-rondes (16/09 et 17/09) étaient communiquées dans le cadre du Google Form.

Une information relative à la consultation et au formulaire Google a été publiée sur Facebook et Twitter le 6/9/2021. Elle a été postée sur les pages Facebook des Contrats rivière Vesdre et Ourthe ainsi que parmi des groupes Facebook d'entraide aux sinistrés. Un total de 229 personnes a complété le formulaire. Il convient de noter à cet égard qu'il n'y avait pas de restriction géographique par rapport à l'origine des répondants et que le questionnaire était a priori ouvert à l'ensemble de la population de la Région Wallonne.

La Figure 5-59 présente la répartition géographique des répondants. On voit que ceux-ci sont principalement localisés dans les vallées de la Vesdre, de l'Ourthe et de la Meuse (entre Angleur et Monsin).

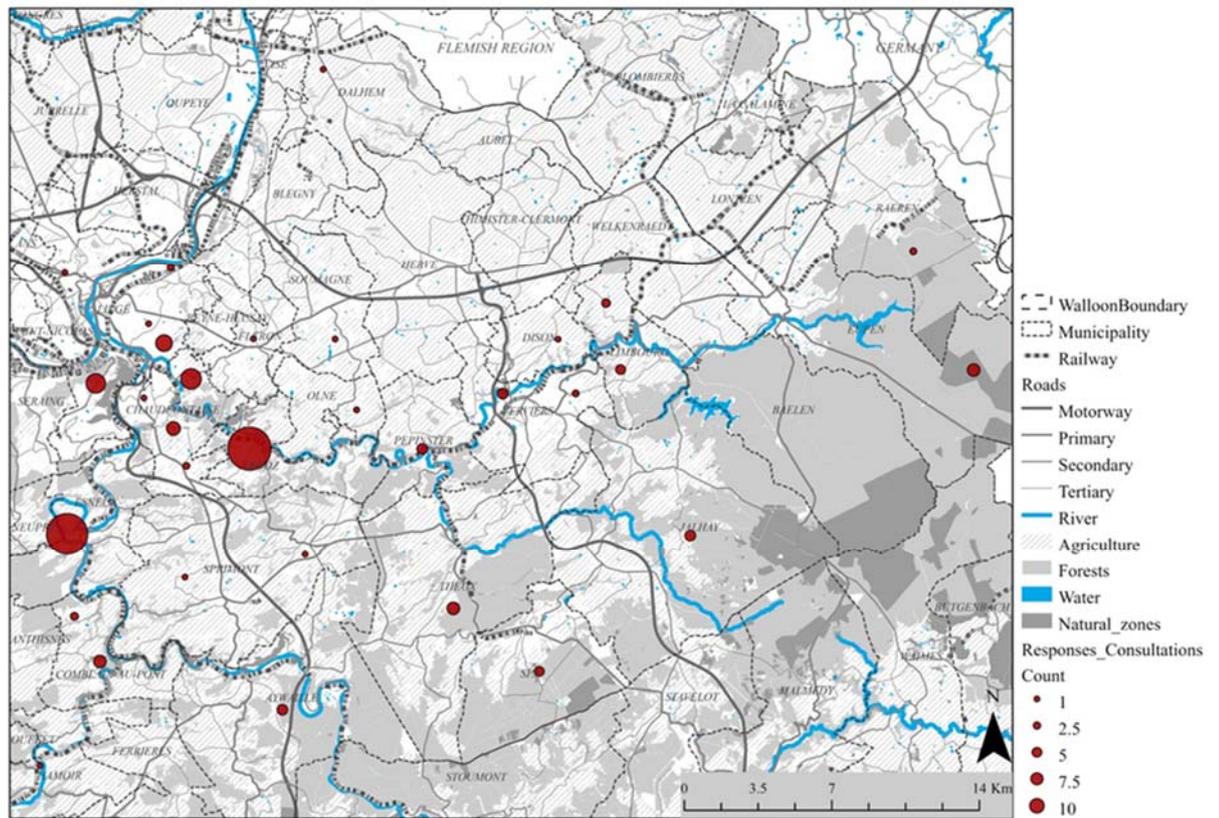


Figure 5-59 : Distribution des personnes ayant répondu à l'invitation en ligne

Il convient de constater qu'outre les 220 répondants localisés en province de Liège, nous avons ainsi aussi reçu 7 demandes de la province du Luxembourg, 1 demande du Brabant-Wallon et 1 demande des Pays-Bas.

La concentration des répondants dans la région liégeoise peut s'expliquer par l'origine des enquêteurs, qui ont davantage de relais dans cette partie du pays, mais aussi par l'ampleur des événements observés dans les vallées de la Vesdre et de l'Ourthe. On constate par ailleurs sur la Figure 5-59 que les communes de Trooz et de Esneux sont particulièrement représentées à travers le nombre de personnes souhaitant participer à la consultation citoyenne. Ceci témoigne d'une mobilisation particulièrement forte dans ces deux communes.

5.5.1.1 Sélection des répondants

La sélection des répondants s'est faite par téléphone en croisant l'agenda des personnes souhaitant participer aux entretiens avec celui des enquêteurs. Les entretiens individuels devant être réalisés entre le 6/09 et le 17/09, ceci représente une contrainte significative en matière d'organisation. Un total de 12 enquêteurs a été mobilisé afin de réaliser les enquêtes dans le plus bref délai, en offrant un maximum de flexibilité aux répondants quant au choix de la date, et de l'heure de l'entretien et aussi en vidéo-conférence ou en présentiel.

Il convient par ailleurs de souligner que le fait de réaliser les entretiens 7 semaines après les événements s'est avéré assez adéquat, même si ce n'est pas entièrement délibéré. Les participants ont déjà pu prendre du recul par rapport aux événements et ne sont plus dans une phase critique d'urgence maximale, ce qui leur permet de dégager un peu de temps pour un entretien. Par ailleurs, le souvenir des événements est encore bien présent, même si la chronologie précise de la crise commence à s'éroder. Plusieurs personnes interrogées doivent par exemple retourner sur leur téléphone portable ou leurs notes pour se remémorer l'heure précise de certains faits.

Nous avons par ailleurs veillé à diversifier le profil des répondants : hommes/femmes, adultes/personnes âgées, commune d'origine, statut socio-professionnel, langue parlée, ceci afin d'évaluer la disparité de la perception des inondations et de la capacité d'adaptation au sein de la population.

Pour ce qui est des groupes focalisés, nous nous sommes attachés à ne sélectionner que des habitants dits « profanes », en évitant de retenir des professionnels de la sécurité (pompiers, policiers) ou des représentants de l'autorité publique (fonctionnaires communaux, personnel des contrats rivière etc.) et ce pour éviter tout effet d'autorité dans les discussions. Chaque participant aux groupes focalisés est considéré comme expert de son propre vécu et il ne peut y avoir de personnes plus expertes que d'autres. Cet objectif n'a malheureusement pas pu être atteint pour toutes les tables rondes, en raison des contraintes de délai imposées à l'étude.

Il convient de souligner par ailleurs que le taux de participation aux tables rondes est extrêmement élevé. On constate en général un taux de perte entre le nombre de personnes qui acceptent de participer à une table ronde et le nombre de personnes effectivement présentes le jour de leur organisation. Pour des exercices de participation auxquels le laboratoire a déjà été associé, nous avons constaté que ce taux de perte peut aller jusqu'à 50%. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi d'inviter un minimum de 20 personnes pour chacune des tables rondes afin de nous assurer d'avoir un minimum de 10 participants pour chacune des deux vallées.

Dans le cas qui nous occupe, ce taux de perte s'est avéré beaucoup moins important (Tableau 5-13). Ceci peut sans doute s'expliquer par le délai assez court entre l'invitation/confirmation et l'organisation effective de la table ronde. Ce facteur, même s'il a pu jouer, ne nous apparaît toutefois pas déterminant. Nous attribuons plutôt ce succès au degré de mobilisation et d'attente de la population locale. Il est en effet apparu, lors des prises de rendez-vous par téléphone, qu'une part significative des personnes contactées était prête à réorganiser son agenda de manière à pouvoir s'exprimer dans le cadre de cette consultation, et ce alors même qu'ils sont confrontés à des contraintes pressantes en raison du sinistre qu'ils ont subi (démarches administratives, travaux en cours, stress post-traumatique).

Ce taux de réponse exceptionnel nous a amené à diviser le public présent en deux tables rondes, de manière à ne pas dépasser le nombre de 12 personnes par groupe focalisé.

	Ourthe	Vesdre
Invités	22	23
Présents	21	20
Nb de femmes	11	12
Nb de hommes	11	11

Tableau 5-13 : Organisation des tables rondes

On peut constater sur la Figure 5-60 que la localisation des 31 personnes interviewées individuellement et des 41 personnes ayant participé aux tables rondes se distribue de manière assez homogène dans l'ensemble des vallées de la Vesdre, de l'Ourthe, du Wayet Wayai et de la Meuse.

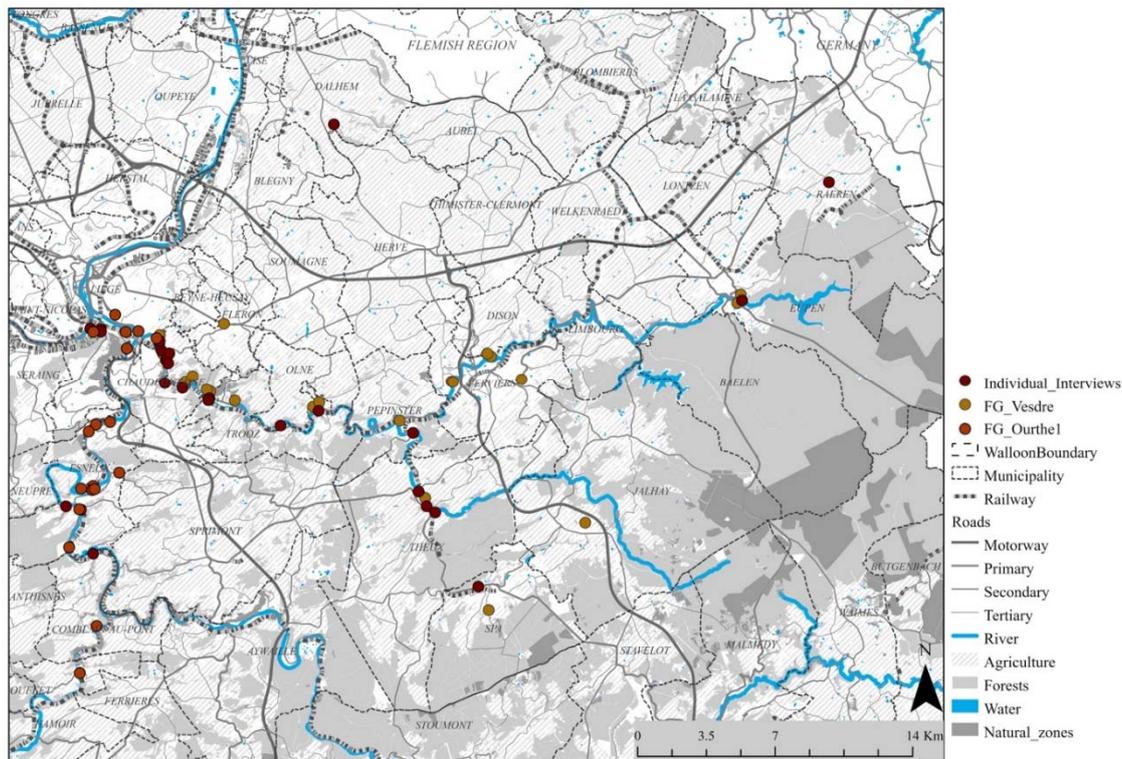


Figure 5-60 : Distribution des personnes interrogées dans le cadre d'un entretien ainsi que des tables rondes

Il convient de souligner que cette distribution n'est pas représentative de l'ampleur des dommages ou du volume de personnes affectées par les inondations. Il s'agit à travers cette distribution de disposer d'une image aussi complète que possible du déroulé des événements dans différents types de lieux, considérant des vallées protégées ou non par des ouvrages, ainsi que différents niveaux dans la vallée de la Vesdre.

5.5.1.2 Déroulement des entretiens et de la table ronde

Les entretiens individuels ont été réalisés sur base de grilles d'entretien semi-structurés auprès de la population locale.

Les entretiens individuels ont principalement été réalisés via visio-conférence (utilisation du logiciel Teams, Whatsapp ou Lifesize). Deux entretiens ont été réalisés en allemand de manière à intégrer la perception de la population germanophone. La durée de chaque entretien varie entre 20 et 120 minutes, avec une moyenne de l'ordre de 90 minutes.

L'entretien se centre sur la perception du risque avant les événements, au cours des 48h qui ont précédé les inondations ainsi que les phénomènes observés lors du pic de crue. Nous nous attachons par ailleurs aux conséquences des inondations pour les individus, aux mesures adoptées en urgence pendant la crise et aux attentes de la population par rapport à l'avenir.

Quatre groupes focalisés ont été organisés, deux dans la vallée de la Vesdre et deux dans la vallée de l'Ourthe. Celle-ci suit le même schéma général que celle des entretiens individuels. Il n'était, en effet, pas possible de traiter les entretiens et de soumettre les résultats de l'analyse à discussion lors des groupes focalisés au vu du temps disponible pour recueillir tous les témoignages.

Ces groupes focalisés se sont tenus en présentiel, entre 18h et 20h, de manière à permettre à chacun de participer en dehors des heures de travail. Nous avons privilégié des lieux « neutres » pour leur organisation (Hôtel Verviers à Verviers et Château Brunsode à Tilff).

Il convient de signaler que la plupart des participants ont émis le souhait de disposer des résultats de la consultation citoyenne, et ce autant dans le cadre des entretiens individuels que des groupes focalisés. Cette démarche de restitution nous paraît totalement légitime et en ligne avec les conditions méthodologiques de ce type d'exercice.

5.5.2 Retranscription et anonymisation des témoignages

Les entretiens et les tables rondes ont été enregistrées moyennant le consentement des participants. La retranscription des entretiens a été confiée à un groupe de 8 étudiants sur base des consignes suivantes : retranscription littérale tant des questions que des réponses, en suivant le flux de la discussion, sans nécessairement suivre le guide d'entretien.

L'ensemble des entretiens a été anonymisé sur base d'un code reprenant trois lettres pour le nom de la commune ou de l'ancienne commune ainsi qu'un numéro d'ordre (Tableau 5-14). Les prénoms et des noms de lieux (rue, numéro du domicile et/ou des voisins) ont été supprimés. Le code des quatre groupes focalisés est donné en Tableau 5-14. Les intervenants sont identifiés par un numéro.

Angleur	ANG
Chaufontaine	CHA
Chênée	CHE
Dalhem	DAL
Esneux	ESN
Nessonvaux	NES
Pépinster	PEP
Poulseur	POU
Spa	SPA
Theux	THE
Trooz	TRO
Vaux-sous-Chèvremont	VAU
Verviers	VER

Tableau 5-14 : Codage des lieux d'entretien

TRE-001	Table-ronde Ourthe 1	Animateur : Bruno Bianchet
TRE-002	Table-ronde Ourthe 2	Animateur : Jacques Teller
TRV-001	Table-ronde Vesdre 1	Animateur : Jacques Teller
TRV-002	Table-ronde Vesdre 2	Animatrice : Stéphanie Van Doosselaere

Tableau 5-15 : Codage des groupes focalisés

Malgré ces précautions, il est possible que certains répondants restent identifiables par des éléments comme la profession (importante pour « situer » l'intervenant) et la commune de résidence. Nous devons encore demander l'autorisation des personnes concernées avant de transmettre la retranscription de ces entretiens.

5.5.3 Résultats

Les résultats de la consultation citoyenne constituent une quantité d'information récoltée extrêmement grande qui est difficilement synthétisable en quelques chapitres. Certains extraits sont repris dans les sections ci-dessous, dont notamment la synthèse des informations relatives à la chronologie de la crue dans le Tableau 5-16 ci-après. Le rapport complet de ce recueil de témoignages est disponible à l'annexe C). Les résultats sont décrits en suivant les thèmes ci-dessous :

1. Nature des évènements perçus par les habitants

- > Chronologie de la crue
- > Rapidité du phénomène : L'ensemble des intervenants souligne l'extrême **rapidité de la montée des eaux**. C'est en particulier le cas de ceux qui ont déjà connu d'autres inondations, par rapport auxquelles ils gardent une série de repères qui leur permettent de mesurer l'ampleur de la crue et la vitesse de montée des eaux. La vitesse de montée des eaux est souvent associée au phénomène dit de « vague ». Il s'agit d'une des caractéristiques mentionnées, mais ce n'est pas la seule comme nous le verrons par la suite. Il convient néanmoins de souligner que la rapidité de la montée du niveau d'eau s'observe aussi bien dans la vallée de la Vesdre, que le long de la Hoëgne, du Wayai, du Ri d'Asse (affluent de la Berwinne) ou de l'Ourthe. Un certain nombre d'intervenants souligne, par ailleurs, que la décrue a également été très rapide au regard des épisodes d'inondation précédents. Cette dernière observation n'est toutefois pas partagée par tous les habitants, certains ayant dû patienter plus de 48 heures avant de pouvoir sortir de leur logement.
- > Une montée des eaux en 2 phases : Plusieurs répondants décrivent un **phénomène qui s'est développé par paliers**, avec une phase de crue relativement soutenue, suivie d'une faible décrue et/ou stabilisation, qui est suivie d'une autre crue très rapide. Cette deuxième crue est bien souvent associée à l'ouverture des barrages, alors que les habitants l'ont observée aussi bien dans la vallée de l'Ourthe que de la Vesdre.
- > Vitesse du courant et bruit associé au cours d'eau : Au-delà de la rapidité de la crue, la vitesse des eaux ainsi que le **caractère torrentiel des écoulements** ont profondément marqué les habitants. Ce caractère torrentiel est également assimilé au phénomène de vague. La phase de crue rapide a fortement marqué les habitants, qui nous font part du bruit du cours d'eau lui-même ainsi que des chocs liés aux éléments que celui-ci charrie et qui viennent buter sur les bâtiments. La diminution du bruit du cours d'eau est, elle, associée à la décrue.

- > Des murs anti-crue dépassés : Enfin, le phénomène de vague est par ailleurs associé au **dépassement des dispositifs de protection installés le long de certains tronçons de l'Ourthe**. Lorsque ces dispositifs se voient débordés par la crue, il s'ensuit une montée très rapide de l'eau dans les quartiers jusque-là protégés de la montée des eaux. Le phénomène est très brusque et impressionnant.

2. Connaissance du risque et expérience du phénomène d'inondation

- > Présence en zone d'aléa et confusions relatives à la zone d'aléa très faible : En dehors de quelques citoyens d'Esneux, la plupart des personnes interrogées ne considère pas que le risque d'inondation dans la zone qu'ils habitent soit élevé alors même que leur habitation se situe en zone d'aléa. Les habitants ont tendance à se référer à leur connaissance des inondations passées plutôt qu'aux cartes d'aléa pour évaluer le risque « réel » d'inondation. Il apparaît que c'est toujours le cas après les inondations, ce qui appelle une réflexion quant aux dispositions à adopter pour assurer une meilleure prise en compte de ces cartes. **Certains considèrent à tort que le fait d'être en zone verte correspond à une situation « hors zone d'aléa », alors qu'il s'agit en réalité de la zone d'aléa très faible (récurrence centennale)**. La méconnaissance et la mauvaise compréhension des cartes d'aléa ne manquent pas d'être préoccupantes. Quelques citoyens sont allés consulter les cartes d'aléa après les inondations afin de comparer celles-ci avec les zones impactées par les inondations de juillet dernier et de localiser leur bien en matière d'exposition à l'aléa. Cette démarche reste néanmoins assez exceptionnelle parmi les personnes que nous avons pu interroger.
- > Expérience directe et indirecte du risque (voir annexe C)
- > Des citoyens experts (voir annexe C)
- > Des citoyens profanes (voir annexe C)

3. Anticipation, préparation, alertes (voir annexe C)

- > Information active (be-alert, medias, commune) vs. passive (Infocrue)
- > Information officielle (cf. supra) vs officieuse (voisins, réseaux sociaux)
- > Les repères comme système d'alerte à part entière
- > Les gestes de routine ou l'expérience « néfaste »
- > Point de bascule : on n'est plus dans une inondation « normale »
- > Activation de mesures exceptionnelles (véhicules, nourriture, enfants)

4. Pendant la crue (voir annexe C)

- > Absence totale d'information officielle
- > Encerclement et comportements « à risque »
- > Durée de la crise
- > Des gestes de survie
- > Solidarité en phase de crise

5. Évacuation, relogement, soutien (voir annexe C)

- > Mode d'évacuation : professionnels vs. Volontaires
- > Rassemblement et premiers soutiens
- > Visualiser l'ampleur des dégâts : un nouveau choc
- > Réactivité des bénévoles et des mécanismes de solidarité
- > Solutions de relogement

6. Réparations et assurances (voir annexe C)

- > « Le plus dur commence »
- > Inégalités des couvertures assurance
- > Stress lié aux dispositifs technologiques
- > Besoin de conseils techniques et juridiques

7. Conclusions transversales

- > Un sentiment d'abandon largement partagé par les intervenants :

De nombreux citoyens nous ont fait part du sentiment d'abandon qu'ils ont ressenti de la part des pouvoirs publics, et ce, tous niveaux d'autorité confondus. Ce sentiment est certes variable d'une personne à l'autre, d'un point à l'autre du territoire, mais il revient de manière lancinante dans beaucoup d'entretiens.

L'analyse rétrospective du décalage entre mesures de sauvegarde prises avant le point de basculement et ce qu'il aurait été possible de faire, pour soi-même et pour les autres, si l'information relative au risque réel avait été communiquée de manière effective n'est pas étrangère à ce sentiment. Beaucoup de personnes gardent un sentiment assez amer de cette expérience.

Bien entendu, ce sentiment d'abandon peut être lié à un biais d'auto-sélection des personnes interrogées. Il est possible que les personnes qui se sont senties les moins soutenues aient vu dans la consultation citoyenne un moyen de faire remonter leurs griefs vis-à-vis des autorités publiques.

Même si nous ne pouvons complètement l'écarter, ce biais méthodologique potentiel nous semble très relatif. Dans les contacts que nous avons eu avec les personnes à interroger, la volonté de participer à l'enquête s'est bien plus exprimée comme un devoir civique, une opportunité de contribuer à l'amélioration des réponses collectives face à la crise, que comme une modalité de protestation.

La comparaison entre entretiens individuels et tables-rondes est très révélateur de ce point de vue. Les opinions exprimées lors des tables rondes étaient en général plus tranchées et virulentes, alors que les personnes interrogées s'exprimaient avec beaucoup de retenue lors des entretiens.

> Des limites de l'action publique :

Face à l'ampleur de la crise, les autorités publiques se sont vues, à un moment, dépassées par le volume des besoins auxquels répondre : standards téléphoniques saturés, difficultés d'accès sur le terrain, défaut de matériel adéquat et en quantité suffisante, manque de structurations structurelles pour le relogement.

Les personnes interrogées sont assez conscientes des limites de l'action publique et comprennent qu'elles ne sont pas toujours prioritaires dans leurs demandes. Certains font le choix délibéré de trouver des solutions par eux-mêmes, considérant que d'autres ont davantage de besoins qu'eux. Beaucoup de personnes affectées par les inondations vont-elles-mêmes s'impliquer dans le volontariat et des actions de solidarité lorsqu'elles le peuvent.

Deux choses sont toutefois dénoncées par les participants à la consultation.

Ils relèvent, d'abord, les contradictions et le manque de fiabilité des réponses apportées par les autorités. Certains ont longtemps attendu l'aide qui leur avait été promise au moment critique de la crise. C'est moins le fait de ne pas pouvoir venir en appui qui est ici dénoncé, que le temps et l'énergie perdues à attendre un soutien qui ne viendra jamais et qui auraient pu être consacrés à d'autres choses si le message avait été plus clair dès le départ.

Ils soulignent, par ailleurs, une forme de concurrence malsaine entre différentes formes de support, entre soutien officiel et officieux, entre moyens fournis par l'armée et par la Croix-Rouge etc.

Le déploiement de soutiens officiels va parfois se traduire par une dégradation de l'aide apportée, très mal acceptée par les intervenants. L'exemple des douches mises en place par les services de l'armée et de la Croix Rouge est assez emblématique à cet égard.

> La commune comme interlocuteur de premier niveau :

Bien que les personnes interrogées soient bien conscientes des limites de l'action publique, il ressort des entretiens et des tables-rondes que **la commune reste pour eux leur premier interlocuteur en situation de crise**. C'est aux autorités communales qu'ils s'adressent dans les heures qui précèdent le pic de crue. C'est également vers ce niveau de pouvoir qu'ils se retournent lorsqu'ils cherchent du soutien dans le cadre de procédures administratives ou vis-à-vis des assurances.

> Du rôle des interlocuteurs humains et non-humains :

L'agencement de la crise fait ressortir l'importance d'une meilleure coordination entre interlocuteurs humains (secours, courtiers, responsables communaux) et non-humains (alertes, répondants téléphoniques, sites internet).

Alors que dans la phase aigüe de crise, le seul support est confié à des opérateurs humains via des centrales de secours qui seront vite débordées, les habitants se voient par la suite confrontés à un véritable mur administratif, constitué de formulaires internet à compléter, d'automates téléphoniques pour obtenir l'ouverture d'un dossier d'assurance, de documents à obtenir en matière de crédits hypothécaires, alors qu'ils ont besoin d'un soutien personnalisé, fonction de leur situation singulière.

Cet usage à contresens des interlocuteurs humains et non humains alimente le ressentiment d'une partie du public, d'autant qu'il s'avère très inégalitaire. Les personnes les mieux soutenues seront celles qui peuvent entrer en contact avec des opérateurs humains qui pourront les guider à travers les méandres de la jungle administrative.

> De la « sidération » à la « reconstruction » :

La plupart des personnes que nous avons interrogées sont aujourd'hui en phase de reconstruction. Les contacts sont pris avec les assurances. Ils ont entrepris les premiers travaux dans leur maison. Ils ont trouvé une solution provisoire pour leur relogement. Le temps de la reconstruction leur paraît trop long et ils réalisent

aujourd'hui qu'il leur faudra des mois pour retrouver ce qu'ils ont perdu, pour autant que ce soit possible. Beaucoup savent que certaines pertes sont définitives, qu'il s'agisse de pertes financières ou affectives, et ces dernières ne sont pas les moins cruelles.

Il n'en reste pas moins qu'un certain nombre de répondants apparaît encore en phase de sidération. Ils ne peuvent comprendre ce qui leur est arrivé. L'aide psychologique apportée ne répond que très partiellement à leurs attentes. Ils voudraient comprendre comment ce désastre a été possible et ce qu'il faut en tirer comme conséquences, à titre individuel et collectif.

	Séquence de montée	Hauteur maximale des eaux
ANG-017	Depuis 10h00 à peu près, on n'a plus d'électricité sur Angleur, ça avait été coupé. C'était vers 10h00 du matin. On se disait qu'on aurait juste de l'eau dans les caves, Et puis là, l'eau a commencé à remplir le rez-de-chaussée par la cave et par la rue. C'était dans la journée du jeudi, l'eau a continué à monter. On va dire que vers 16h00 - 17h00 à peu près, l'eau n'est plus montée.	80 cm d'eau mais avec trois marches qui me surélèvent par rapport à la rue.
CHA-001	Entre 10h et midi, on a vu qu'il continuait à pleuvoir et que de l'eau commençait à stagner sur les routes. Donc, c'était un peu spécial. On a regardé les infos à 13h. Mon frère habite à Trooz. Donc lui, il nous a envoyé une vidéo et à Trooz, il y avait déjà de l'eau. Donc, on a regardé les infos à 13h, le 14/07. A 13h, ils ont dit aux infos que Liège était en alerte rouge et que les autorités allaient surveiller. On est allé voir la Vesdre, qui est à 100 m de chez nous. Elle a commencé à monter. Et quand l'eau est arrivée près du garage, j'ai dit « Là, ça va monter plus haut ». En une demi-heure, on a vu que l'eau est montée de 20 à 30 cm et elle a complètement débordé dans notre jardin. De minute en minute, on voyait que ça montait de cm en cm. tout ça s'est passé en maximum deux heures. Donc, l'eau est montée d'au moins 40, 50 cm en deux heures. L'eau venait de partout, devant, derrière. Entre 13h30 et 15h, 15h30, c'était une catastrophe, totalement ingérable.	L'eau est montée jusque 1m80 dans la maison
CHA-007	En fait ça s'est passé comme ça le 14 au matin, donc mon épouse me dit qu'il y a de l'eau qui rentre par la porte de devant. Donc on va voir, et en effet, il y avait une espèce d'égouts qui refoulait dans la maison. 10 minutes le temps de boire une tasse de café et on a réouvert la porte, c'était trop tard. C'était trop tard, l'eau s'est engouffrée dans la maison, en fait on n'a rien vu arriver, on n'a rien vu venir. On a commencé à se tracasser quand il y a eu 40 centimètres d'eau dans la maison. Quand l'eau a commencé à monter, c'est quand même allé relativement vite. Je vais dire qu'en une heure de temps, il y avait 2m40 d'eau dans la maison.	L'eau est montée jusque 2m40 dans la maison
CHA-008	Et en fait, je travaille pour la commune de Chaudfontaine qui a été inondée également. Donc mon travail et ma maison ont été inondés tous les deux. Donc on a dû évacuer notre endroit de travail vers 11h en matinée [14/07] et après, je suis rentré chez moi. Il y avait 1m80 - 1m90 quand on est parti, mais ça a continué à monter jusqu'au lendemain.	L'eau est montée jusque jusqu'à 2m - 2m10 dans la maison.
CHA-021	Et là nous avons commencé, les voisins à ma hauteur, qui sont à moins de 100 m de là où était l'eau à 8h du matin, il y a une légère cuvette donc je pensais que l'eau allait rester là... Et puis aux alentours, je dirais aux alentours de quelle heure, de 11h, la police est passée, et là y avait un peu d'eau devant chez moi, en nous	Il y a eu environ 2m50 à rue et plus d'1m80 dans la maison.

	invitant à évacuer parce que l'eau allait encore monter d'un mètre à rue. Là, on est aux alentours de midi, 11h/12h avis d'évacuation. À midi, il y a 1 m d'eau à rue, donc l'eau entre chez moi. Entre 16 et 18h, l'eau est arrivée rapidement et puis elle monte. Elle monte progressivement. Et puis à 21h, il y a une sorte de vague.	
DAL-011	Il a vraiment énormément plu la nuit du 13 au 14. A 7 heures du matin, l'eau était encore dans la rivière, mais à un niveau rarement atteint. Entre 7h du matin et 16h, c'est resté assez stationnaire. Et puis, vers 16h, il y a eu une aggravation générale. Le 14/07 à 18 heures, et qu'il y avait déjà 50 à 60 cm d'eau devant et presque la même chose derrière la maison. Vers 20h, on s'est rendu compte qu'il y avait 50 cm d'eau boueuse dans la maison.	Il y a eu environ 2m50 à rue et plus d'1m80 dans la maison.
ESN-009	C'est à partir de midi, midi 14/07 et demi, 13h00 que l'eau a commencé à monter très rapidement, beaucoup plus rapidement que d'habitude. À 4h00 ça montait assez vite. Entre 13h00 de l'après-midi et 23h30, elle est montée beaucoup plus haut et 2 à 3 fois plus vite que d'habitude.	Dans la maison entre 1 M 80 et un 1 M 90.
ESN-010	Le 14/09 vers 16h00–17h00 l'eau montait très, très vite. Vers minuit-minuit et demi l'eau est venue remplir tout le jardin puis elle montait, elle montait.	L'eau est montée dans la maison jusque 1m80.
PEP-018	Le 14 juillet au matin, la Hoëgne commençait à déborder vers le jardin. L'eau a continué de monter. La maison, elle n'était pas totalement impactée puisque c'était principalement le garage, donc c'est un garage en pente qui est sous le bel-étage et les caves. Le jardin, lui, était complètement dévasté.	Environ 50 – 60 cm dans le jardin.
POU-004	Le 14 juillet le soir, durant la nuit j'ai vu qu'il commençait à avoir des infiltrations d'eau dans ma cave. Mais c'est allé très vite. J'ai eu l'impression, que l'eau est brutalement montée en 5 minutes, alors que j'avais encore l'espoir de pas avoir de l'eau chez moi. J'avais de l'eau jusqu'au plafond dans la cave, 2 mètres de haut. L'eau montait beaucoup plus vite que prévu.	L'eau est montée jusque 1m dans la maison à partir du rez-de-chaussée
SPA-013	Le 14/07 à 7 heures du matin, je regarde du côté est de la maison : impeccable. La pelouse était bien verte, tout allait bien. A 7h30, je regarde à l'extérieur, tout était brun. Ça veut dire qu'il y avait de l'eau partout. Alors, nous sommes descendus rapidement, très rapidement. Et nous avons remarqué que ça montait, ça montait.	L'eau est montée jusque 1m dans la maison (on n'a pas de cave).
THE-012	Il a plu tellement pendant 2-3 jours que l'eau est montée de façon extraordinaire, je n'ai jamais vu ça ici. Les voisins sont passés le 14/07 en fin de journée, vers 16-17 heures pour remonter les meubles, quand ça commençait à devenir menaçant. Dans le garage l'eau coulait non-stop.	Ici l'eau est montée de 3 m en hauteur, mais en largeur elle a pris 50 m parce qu'à côté de chez moi c'est une prairie immense.
THE-016	La nuit du 13 au 14 juillet, il a plu, mais comme il peut pleuvoir normalement. Je me suis levé assez tôt. Il était 7 heures. C'était le mercredi 14. A 7h55, notre belle fille est arrivée à la porte et a demandé si elle pouvait aider. Je lui ai ouvert la porte et on s'est mis à deux pour la fermer. Il y avait déjà ça d'eau [geste] mais l'eau	L'eau est montée jusqu'à 1m75 dans la maison.

	<p>était d'une force incroyable. Donc 7h55. Il y a un mur de la Hoëgne, juste avant les maisons, qui a cédé et donc la Hoëgne a pris le chemin de la route. C'était à 7h45 ou 8h. L'eau était déjà à 30 cm dehors, elle était déjà à 30 cm à l'intérieur. Elle rentrait aussi par derrière. A 9h00, il n'y avait plus moyen de faire quelque chose, c'était foutu.</p>	
THE-25	<p>Le 14/07 à 8h45 du matin, l'eau commençait un peu à percoler sur la route. L'eau monte, l'eau monte. On commence à voir des objets qui passent devant la porte. Tout est allé très vite, A 9h30 les pompiers arrivent sur la place. Mon infirmière, mon épouse et moi, on décide d'aller chez Décathlon chercher des bottes. De retour sur place à 1h-1h15, l'eau était déjà beaucoup plus haute. A ce moment-là, les voitures dérivait. Les policiers et les pompiers nous disent « on ne passe plus, c'est trop dangereux ».</p>	<p>On a pris 1 m 50 sur tout le rez-de-chaussée dans notre cabinet, sachant que notre bâtiment n'a pas de cave.</p>
TRO-003	<p>L'eau était déjà fort haute le matin du 14/07. A 4h15 il y avait 20 cm d'eau dans la cave déjà. Ça montait par les sterfputs et par les murs. L'eau avait commencé à sortir, était dans la rue. A 5h du soir, donc il y avait déjà on va dire 15/20 bons cms. A 23h ça continue à monter, vraiment, ça montait presque jusqu'au-dessus du rez-de-chaussée, au niveau des fenêtres.</p>	<p>Presque 2 m dans la maison.</p>
TRO-020	<p>Mardi 13/07 soir, vers 23h00 - 23h30, je rentre de mon travail. La N61 à Chaudfontaine était déjà en partie inondée à hauteur du Jumping de Chaudfontaine. Quand je suis rentrée chez moi à Trooz, mon garage était en partie inondé. C'était de mardi à mercredi entre 02h00 et 02h30. La Vesdre a commencé à sortir de son lit vers 11h. La Vesdre a débordé mercredi vers 12h00 - 13h00 et 13h - 14. Entre 15h00 et 15h30, j'avais l'eau déjà à hauteur de la taille à 1m20. Le niveau d'eau est monté très rapidement. Je dirais en dix minutes vous avez au moins 1m50 - 2m, je dirais. Plus, même plus !</p>	<p>J'avais 2m30 d'eau chez moi, au rez-de-chaussée.</p>
TRO-027	<p>A 5h56, l'eau commence à arriver dans l'abri de jardin de mon voisin et chez moi. La piscine, à 18h49 - 19h53 flottait, le 15. On avait grosso modo chez moi 1 m d'eau. Donc, dans le courant de l'après-midi, on avait déjà cette certaine quantité d'eau. Et elle a continué à monter durant toute la soirée.</p>	<p>L'eau est montée jusque 1m30 dans la maison.</p>
VAU-002	<p>Ma maison est assez haute dans la rue. J'ai vu que l'eau arrivait à 20-30 cm et j'ai crié à ma femme de venir, car on n'avait pas le temps du tout. Quand on a quitté la maison, j'avais de l'eau jusqu'aux mollets (entre 30 et 40 cm à ce moment-là), c'est monté très vite. Alors évidemment quand je suis revenu, quand j'ai traversé, j'avais de l'eau jusqu'à mes cuisses à ce moment-là. Ça c'est quand même très fort et là le courant commençait à se faire sentir.</p>	<p>1,86 m exactement, je l'ai mesuré.</p>
VAU-015	<p>Le 14 juillet au matin le voisin dès 6h, 6h30 du matin, m'avait prévenue en disant « Attention, la Vesdre commence à déborder sur la route » je suis allée voir sur le site Infos crues de la Région Wallonne, je vois qu'à</p>	<p>L'eau est montée jusque 1m80 dans la maison.</p>

	<p>9h, on mesure 3 m. Il y a 3 m dans la Vesdre, à hauteur de Chaudfontaine. Ce qui m'a quand même interloquée, c'est que la veille, donc le 13, à 9h du matin, la Vesdre était à 62 cm. A 10h du matin l'eau a déjà envahi la rue. vers 13h30 mon mari reçoit un coup de fil du voisin, sur la N61 l'eau arrive déjà jusqu'à mi-roue. Entre 13h30 et 14h l'eau arrivait jusqu'en bas du bas de caisse de voiture. L'eau a continué à monter. Vers 3, 4h de l'après-midi, on s'est dit « Il va falloir mettre les choses en hauteur ». Aux alentours de 5h de l'après-midi, on est monté définitivement à l'étage parce que l'eau passait en dessous de la porte d'entrée. ça montait au rez-de-chaussée, L'eau a continué à monter jusqu'aux alentours d'au moins 1h du matin, sans arrêt. Dans le rez-de-chaussée, on avait peut-être 60, 70 cm au rez-de-chaussée. A 6h du matin, donc le jeudi, quand le soleil s'est levé, on a été un petit peu rassuré parce qu'on a vu les traces d'eau sur le garage et on a vu que c'était descendu un petit peu. Elle est remontée le jeudi de 20cm plus ou moins.</p>	
VER-029	<p>Le mardi, en après-midi, fin de journée, là , on voyait déjà que le niveau de l'eau était très haut. Il était en dessous, à ras du pont. Et là, c'est vrai que quand j'ai vu ça, j'ai vu des passants qui marchaient le long de la rivière pour regarder. J'ai été réveillé à 3h00 du matin par mon frère. Et c'est lui qui m'a informé en me disant « Ecoute, les pompiers sont en train de fermer la rue, donc, soit tu bouges ta voiture maintenant, soit tu ne pourras pas la bouger après parce qu'il va y avoir des inondations ». Donc, moi, je sors de chez moi. Je vois qu'une partie de la chaussée à proximité de la rivière est inondée, mais légèrement. Le temps d'arriver à pied chez moi, je vois que l'eau arrive jusqu'à mon trottoir. Et quand c'est rentré, on s'est retrouvé... on ne savait plus aller dans notre cave. Donc là, à ce moment-là, je me dis « tant pis, la cave sera inondée. » Mais à ce moment-là, je n'ai pas pris conscience que le rez-de-chaussée pourrait l'être aussi. Et quand je suis descendu dans mon rez-de-chaussée, là, on avait plus d'un mètre d'eau dans le rez-de-chaussée. Et c'est là qu'on a constaté, le lendemain matin, que la gâchette de la porte avait cédé sous la pression de l'eau et qu'en cédant, l'eau était rentrée directement dans l'habitation.</p>	Plus ou moins 1,5 m dans le corridor.

Tableau 5-16 : Extraits de témoignages relatant la chronologie de la montée de crue ou le niveau d'eau atteint

6 Prévention et gestion d'un évènement inondation

6.1 Outils de cartographie des risques d'inondation et implication sur l'aménagement du territoire

6.1.1 Carte d'aléa d'inondation et conséquences sur les permis d'urbanisme

La carte de l'aléa d'inondation est l'outil de référence pour informer sur le risque d'inondation présent en Wallonie [6]. Elle permet d'évaluer le risque auquel pourrait être exposé un bien implanté dans une zone donnée et de pouvoir prendre des mesures tant de prévention que de protection de biens, des personnes et de l'environnement. La carte renseigne deux types d'aléa d'inondation :

- > L'inondation par débordement de cours d'eau (on parle alors de zone d'aléa d'inondation) et
- > L'inondation par ruissellement dans un vallon sec (on parle alors d'axe d'aléa d'inondation).

La valeur de l'aléa d'inondation peut être : très faible, faible, moyenne ou élevée. Elle résulte de la combinaison de deux facteurs :

- > La récurrence (période de retour ou occurrence) de l'inondation ou de la pluie à l'origine du ruissellement.
- > Son importance (profondeur de submersion ou débit de pointe).

Pour l'aléa "inondation par débordement de cours d'eau", la détermination de la valeur de l'aléa se fait via la matrice de la Figure 6-1 ci-dessous.

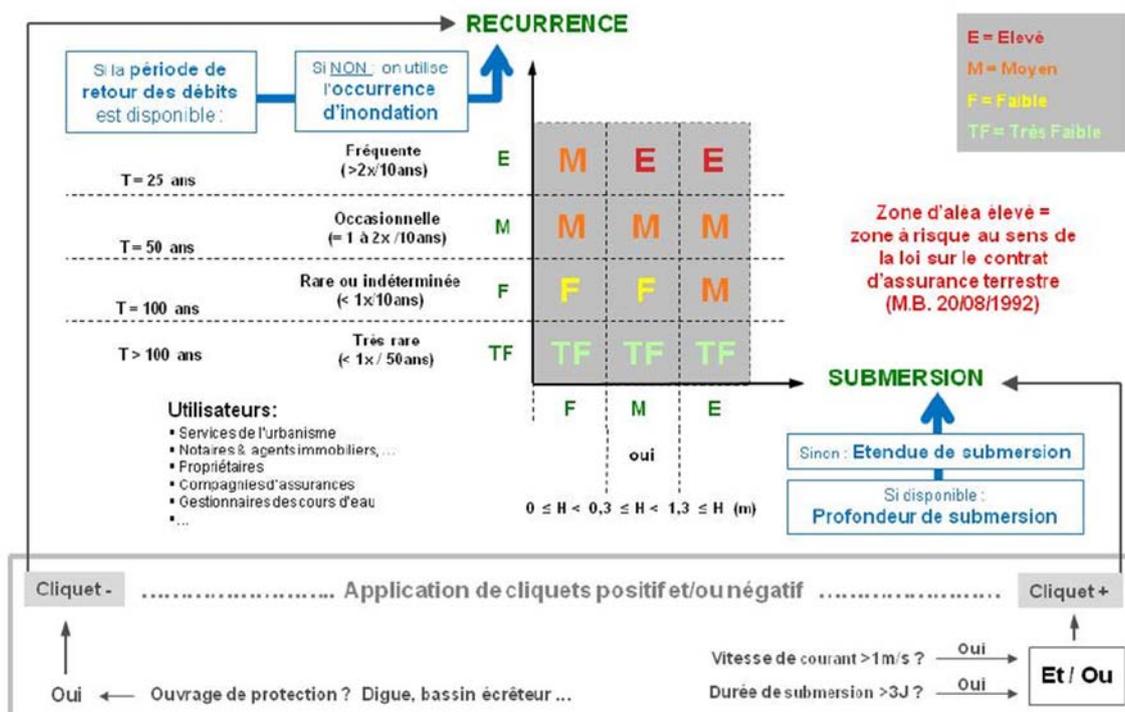


Figure 6-1 : matrice de détermination de l'aléa "inondation par débordement"

Les gestionnaires de cours d'eau (Voies Hydrauliques, DCENN) sont consultés pour chaque demande de permis de construire quand celle-ci concerne un projet en zone d'inondation selon la carte d'aléa susmentionnée. Selon les cas de figure, le gestionnaire émet un avis favorable, défavorable ou favorable conditionné au respect de conditions ou à la mise en œuvre de mesures compensatoires. Les consignes générales définies par le Groupe Transversal Inondations (GTI) pour la remise d'avis des gestionnaires de cours d'eau est présentée en annexe D). En résumé, ces conditions suivent la ligne générale suivante :

- > Avis défavorable pour la construction en zones d'aléa élevé (rouge), entre autres.
- > Avis favorable pour la transformation de construction existante en zones d'aléa élevé pour autant que la cote de tout niveau fonctionnel (niveau de résidence ou d'activité) soit au-dessus de 1.30m par rapport à la cote la plus élevée du terrain naturel, entre autres.
- > Avis défavorable pour la construction en zones d'aléa moyen (orange), entre autres.
- > Avis favorable pour la construction en zones d'aléa moyen pour autant que la cote de tout niveau fonctionnel (niveau de résidence ou d'activité) soit au-dessus de 0.80m par rapport à la cote la plus élevée du terrain naturel, entre autres.
- > Avis défavorable pour la modification sensible du relief du sol ou l'entreposage de produits dangereux en zone d'aléa faible (jaune).
- > Avis favorable pour la construction en zones d'aléa faible pour autant que la cote de tout niveau fonctionnel (niveau de résidence ou d'activité) soit au-dessus de 0.30m par rapport à la cote la plus élevée du terrain naturel, entre autres.
- > En zones d'aléa très faible : pas d'avis particulier émis.

En outre, la commune qui délivre l'autorisation de construire n'est pas tenue légalement de suivre l'avis émis par le gestionnaire de cours d'eau. Il n'y a donc, à notre connaissance, aucun cadre légal interdisant la construction en zone d'aléa élevé ou moyen. A noter néanmoins que la loi régissant les contrats d'assurance terrestre définit des "zones à risques" qui correspondent aux zones d'aléa élevé de la carte susmentionnée. Cette loi permet aux assurances de refuser de couvrir les constructions qui y seraient érigées.

6.1.2 Observations lors de l'évènement du 12 au 16 juillet 2021

Afin d'analyser l'évènement d'un point de vue de l'étendue des inondations, trois éléments ont été superposés :

- > La reconstitution des surfaces inondées lors de l'évènement sur la base de photos aériennes, reçu de la part du SPW SG. Dans cette couche SIG, certaines surfaces en tête de bassin versant ne correspondent pas à des zones réellement observées inondées car aucune information digitalisée (photo aérienne, relevé de laisses de crue, etc.) n'existait. La présente analyse n'a été faite que sur les surfaces de cette couche réellement inondées (selon photos aériennes ou relevé de laisses de crue).
- > Relevé de traces de crue sur les bâtiments et infrastructures réalisé après l'évènement, reçu du SPW SG.
- > Cartes d'aléas inondation.

Cette superposition a été faite pour les principales communes concernées le long de la Vesdre et à l'embouchure avec l'Ourthe, elle est représentée sur les Figure 6-2 à Figure 6-7 ci-dessous.

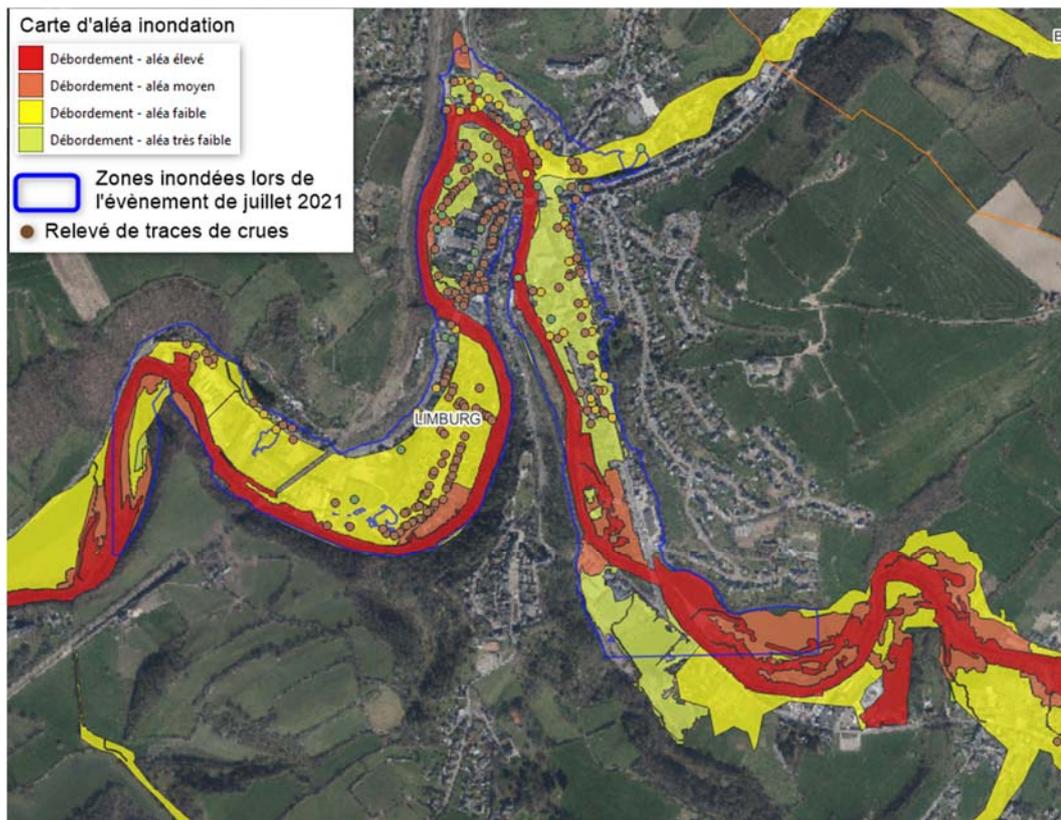


Figure 6-2 : Superposition des emprises d'inondation et de la carte d'aléa sur la commune de Limbourg

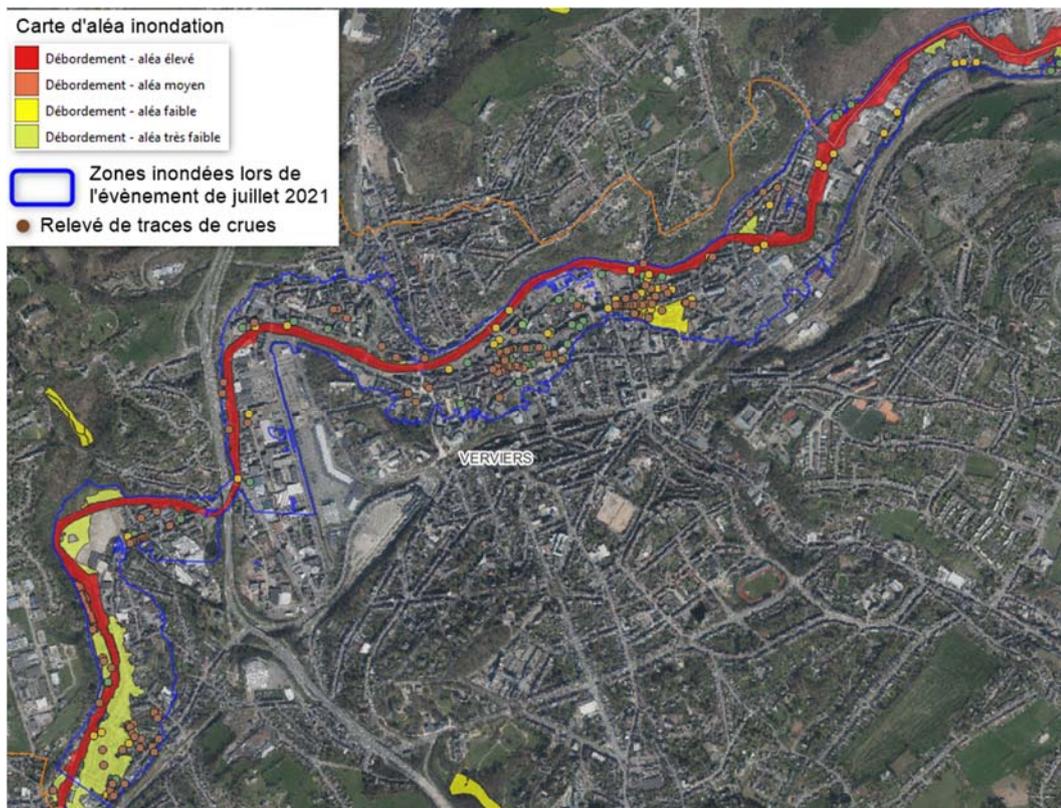


Figure 6-3 : Superposition des emprises d'inondation et de la carte d'aléa sur la commune de Verviers

Il est à noter sur cette commune de Verviers l'absence quasi-totale de zones d'aléa, hors emprise du cours d'eau (zone rouge).

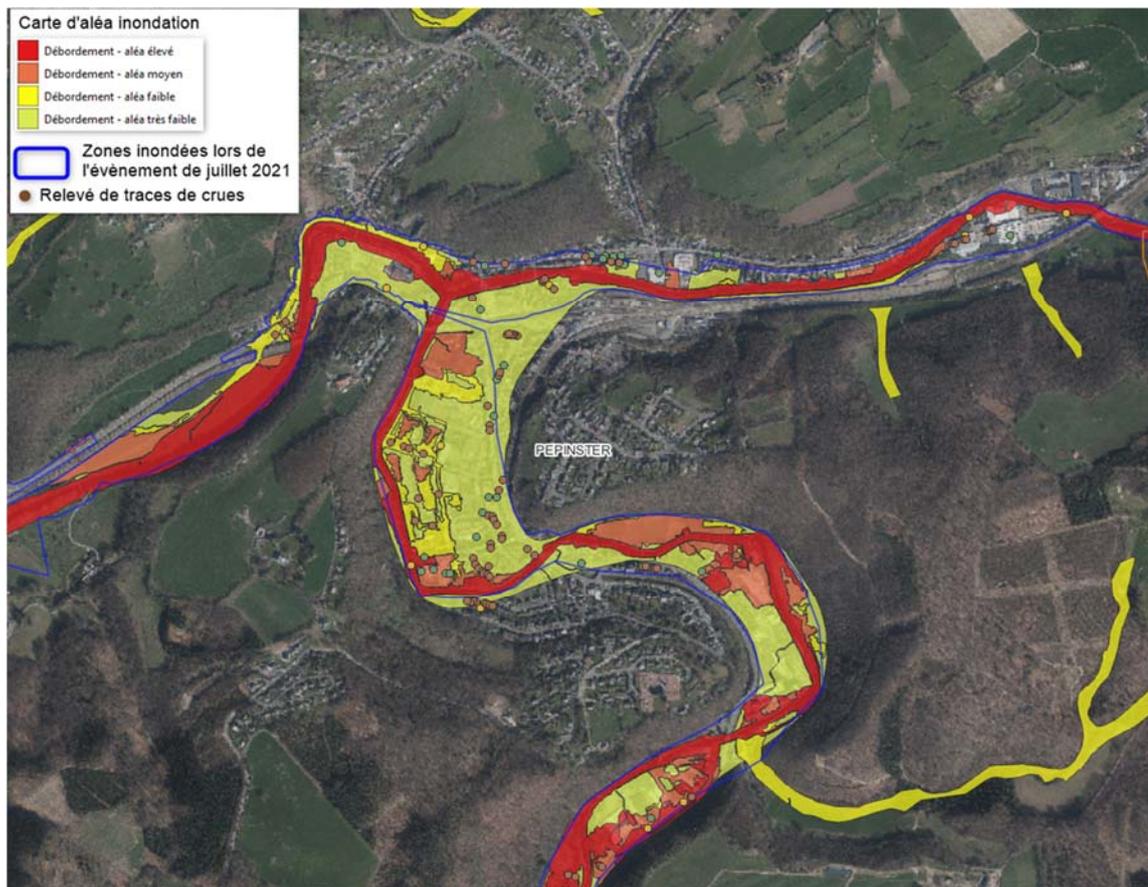


Figure 6-4 : Superposition des emprises d'inondation et de la carte d'aléa sur la commune de Pepinster

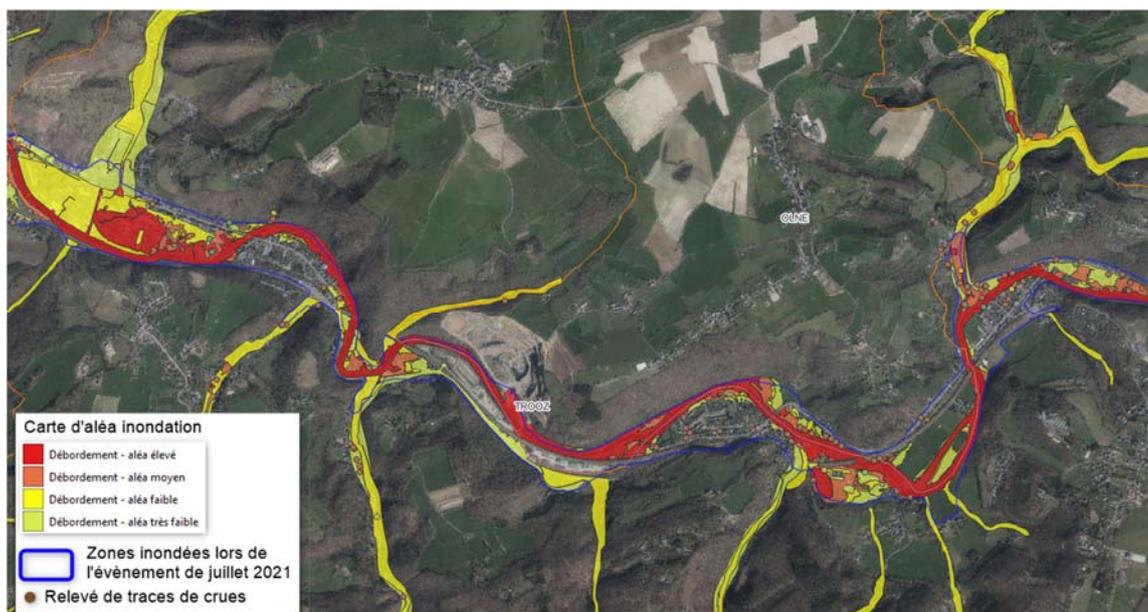


Figure 6-5 : Superposition des emprises d'inondation et de la carte d'aléa sur la commune de Trooz

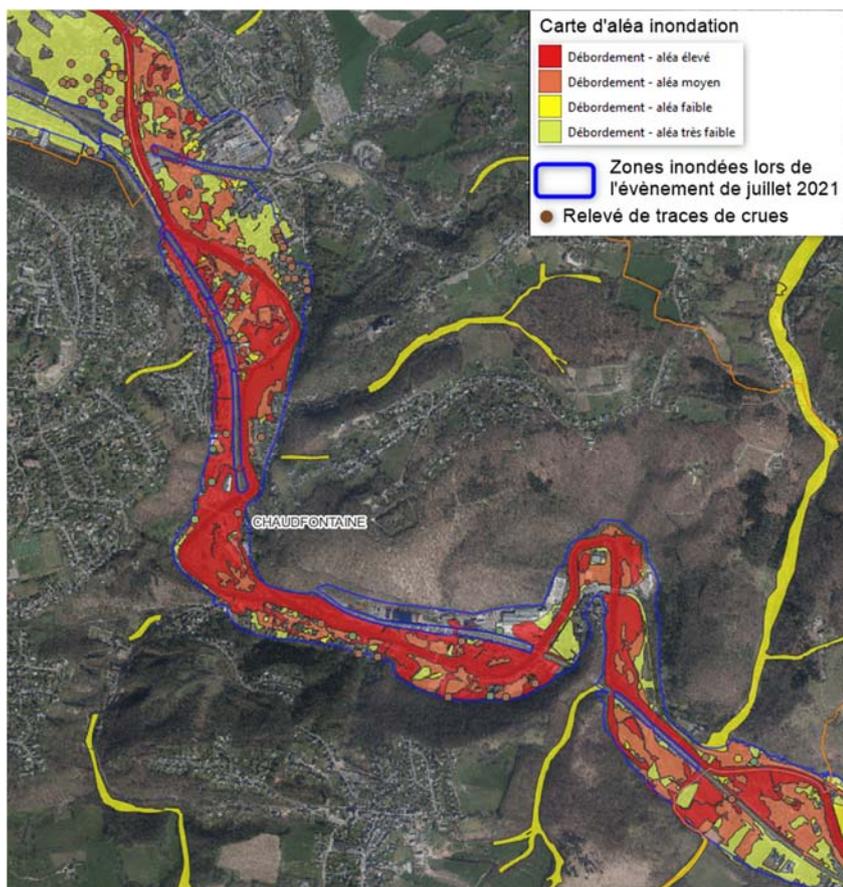


Figure 6-6 : Superposition des emprises d'inondation et de la carte d'aléa sur la commune de Chaubontaine

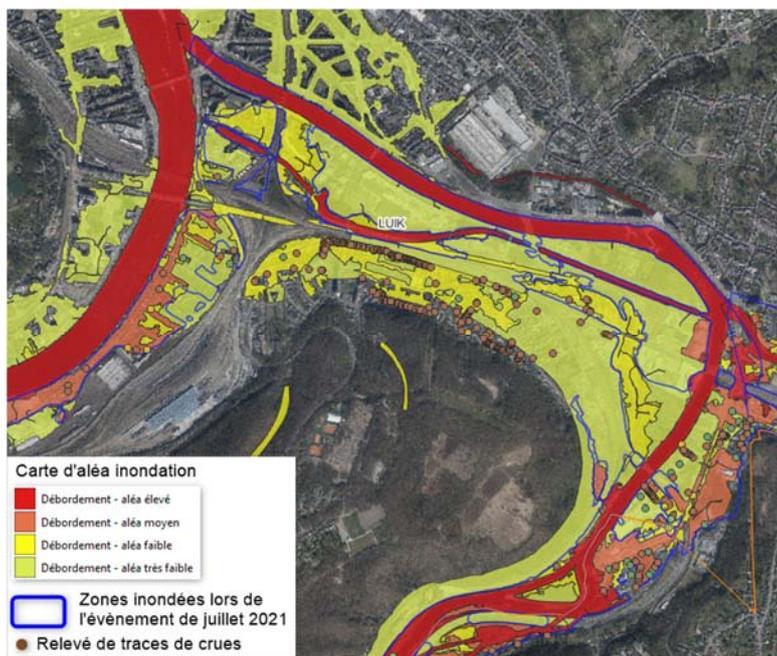


Figure 6-7 : Superposition des emprises d'inondation et de la carte d'aléa sur la commune de Liège, dans le secteur des embouchures Vesdre, Ourthe et Meuse

Pour rappel, pour les zones en vert clair sur les cartes ci-dessous aucun avis particulier n'est émis par le gestionnaire de cours d'eau. Pour les zones en jaune, la construction est permise pour autant que le niveau fonctionnel soit situé 30cm en-dessus du terrain naturel (voir §6.1.1). Selon les relevés de traces de crues (points de différentes couleurs sur les cartes ci-dessous), les niveaux d'eau atteignent jusqu'à 2m dans ces zones. **Les niveaux de submersions observés sont en général supérieurs aux niveaux indiqués dans les cartes des aléas. A la lecture de ces cartes, il en ressort une assez bonne correspondance générale entre emprises d'inondation et cartes d'aléas, excepté sur la commune de Verviers.**

6.2 Les Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI)

Dans la prolongation du Plan PLUIES (2003), la Wallonie a entrepris la réalisation de ses Plans de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI 2022-2027) [11], sous l'impulsion de la Directive Inondation 2007/60/CE, qui a pour objet de limiter les conséquences négatives, sur la santé humaine, l'environnement, le patrimoine culturel et l'activité économique. La directive met l'accent sur la prévention, la protection, la préparation et la réparation ainsi que l'analyse post-crise, notamment en donnant plus d'espace aux rivières lorsque cela est possible. Chaque état membre doit évaluer le risque d'inondation puis le cartographier et enfin le gérer par la mise en place de mesures reprises dans un plan stratégique, les PGRI ou Plans de Gestion des Risques d'Inondations : chaque étape est réévaluée tous les 6 ans. La version actuelle de projet du PGRI (2022-2027) a été approuvée par le Gouvernement wallon le 25 mars 2021 et fait l'objet d'une consultation publique, jusqu'au 3 novembre 2021. Le plan propose 514 projets locaux de lutte contre le débordement, 148 de lutte contre le ruissellement, ainsi que des mesures à portée plus générale. La Figure 6-8 présente les différentes étapes ayant conduit à l'élaboration des PGRI en Wallonie.



Figure 6-8 : étapes ayant conduit à l'élaboration des PGRI en Wallonie

La DCENN, sous l'égide du GTI, assure le rapportage et le suivi de ces PGRI.

Comme le mentionne ce document, le territoire wallon compte quatre Districts Hydrographiques (DH) Internationaux : la Meuse, l'Escaut, le Rhin et la Seine. Pour le DH de la Meuse, près de 33'000 personnes sont menacées par des inondations fréquentes (Tr 25 ans), près de 50'000 pour une période de retour de 50 ans et environ 120'000 personnes pour une période de retour de 100 ans. Pour une période de retour extrême le nombre de personnes potentiellement impactées est de plus de 345'000 personnes [11].

Malgré des superficies inondables réduites, le sous-bassin hydrographique (SBH) de la Vesdre compte plus de 5'000 habitants en zone inondable à Tr 25 ans. Ceci en fait le SBH dont les zones d'inondation ont la plus haute densité d'habitat du district, pour ce scénario (865 hab./ km² inondables à Tr 25 ans) mais également pour les temps de retour plus long (502 hab./ km² inondables à Tr 100 ans). En effet, les populations apparaissent comme fortement exposées aux inondations sur toute la section de la Vesdre en aval de Trooz, jusqu'à Chênée. La Vesdre a son débit régulé en partie par les barrages réservoirs d'Eupen et de la Gileppe. La forte réactivité de la Hoëgne non régulée et les nombreux cours d'eau voûtés en zones urbanisées sont les causes les plus fréquentes d'inondation dans le sous bassin [11].

Le SBH de l'Ourthe présente également un pourcentage de population relativement important en zone d'inondation pour ce scénario à l'échelle du DH [11].

6.3 Groupe Transversal Inondation

Le « Groupe Transversal Inondations » (GTI) a été mis en place par le Gouvernement wallon en 2003. Ce GTI est constitué de représentants de plusieurs structures du Service public de Wallonie (SPW MI, SPW ARNE, SPW TLPE, SPW IA), de représentants des services techniques des cinq administrations provinciales, d'experts techniques issus d'organismes d'intérêt public (Agence wallonne de l'Air et du Climat (AWAC), Aquawal, SPGE, ...) et de scientifiques travaillant dans des universités. Une de ses missions est de favoriser la concertation entre les différentes « parties prenantes de la problématique des inondations ».

Le Groupe transversal inondations (GTI) est organisé sous la présidence du Centre Régional de Crise (CRC-W).

Il s'agit avant tout d'un organe de concertation qui cherche des solutions communes ; qui favorise la prise en compte des logiques des uns et des autres. Les discussions profitent aussi de l'expertise des universitaires, de la connaissance de terrain, des services provinciaux qui connaissent bien les difficultés des communes en matière de gestion du risque inondation.

Les réunions au sein de ce groupe sont assez nombreuses : elles favorisent une collaboration particulièrement étroite entre la DCENN, DGH et le CRC.

Le GTI a joué un rôle important dans la définition du PGRI 2022-2027 en cours de finalisation et piloté par la DCENN.

Comme le dit un participant : « *Le GTI c'est 18 ans de travail pour réfléchir à la problématique inondations. Nous avons surtout travaillé dans le cadre de la directive INONDATION Sans JAMAIS aborder la question de Gestion de crise (au sens de la directive EAU)* »

En matière de gestion de crise, le GTI essaie toujours de revenir sur des crues exceptionnelles assez régulièrement. Par exemple, les événements de juillet 2021 ont déjà fait l'objet d'une part d'un relevé conjoint de la situation des CENN quelques jours après la crise ainsi que d'un débriefing entre les participants le 2/9/2021.

Il est constaté que peu de communes développent un plan d'urgence inondations alors qu'elles sont associées au PGRI ainsi qu'aux discussions des interventions à planifier de façon prioritaire. Une section du PGRI aborde la question sous la forme d'une analyse du cycle de risque en matière de « risque inondation ». A titre d'exemple pour le SBH de la Vesdre, le projet de PGRI 2022-2027 (p.211) soulève de nombreuses améliorations à apporter en matière de gestion de risque :

- > Prévention : Améliorer la communication entre les acteurs concernés, au sein d'une même administration et vers le grand public ; Accroître la prise en compte de la gestion des eaux dans tous les types de projets et à l'échelle du territoire communale.
- > Protection : Planifier le suivi des points noirs identifiés ainsi que l'entretien des cours d'eau, des ouvrages et des travaux ; Promouvoir les aménagements de rétention en tenant compte de l'aspect environnemental et des coûts envisagés à long terme.

- > Préparation : Intégrer systématiquement la dimension « inondation » dans la planification d'urgence (plan spécifique) ; Former et préparer le personnel communal (agent de terrain) à la gestion d'une inondation.
- > Réparation et analyse post crise : Débriefing : Améliorer la transversalité de la communication (interne et externe) ; Accroître les moyens humains et financiers.

6.4 Procédures d'alarme et d'intervention

6.4.1 Procédures de planification et de préparation

La planification d'urgence s'est fortement développée ces dernières années en Belgique : elle est organisée dans le cadre des compétences fédérales par l'arrêté royal du 22 mai 2019 relatif à « la planification d'urgence et la gestion de situations d'urgence à l'échelon communal et provincial et au rôle des bourgmestres et des gouverneurs de province en cas d'événements et de situations de crise nécessitant une coordination ou une gestion à l'échelon national ». Ce dispositif met en place une structure de communication et de coordination entre les services d'intervention et les autorités sur l'ensemble du territoire.

Dans un premier temps, la planification d'urgence consiste à identifier les risques présents sur le territoire et à constituer ainsi un inventaire. Dans un deuxième temps, prend place l'élaboration de scénarios d'accidents propres à provoquer des situations d'urgence, pour réfléchir aux possibilités de coordination et de mise en œuvre des moyens efficaces pour gérer la crise éventuelle et réduire le temps de l'urgence collective. Il est nécessaire d'organiser des exercices réguliers pour généraliser une véritable culture de la gestion de crise.

Les plans d'urgence précisent la répartition des tâches à accomplir par les différents services intervenants, qui sont regroupés en cinq disciplines fonctionnelles :

- > Discipline 1 (D1) : les opérations de secours.
- > Discipline 2 (D2) : les secours médicaux, sanitaires et psychosociaux.
- > Discipline 3 (D3) : la police (y compris l'intervention des services d'enquête).
- > Discipline 4 (D4) : l'appui logistique.
- > Discipline 5 (D5) : la communication au public.

En ce qui concerne la Protection Civile, particulièrement impliquée dans les missions D4, une importante réforme des unités opérationnelles a été menée en 2014, les ramenant à des services d'intervention spécialisé de deuxième ligne et en diminuant fortement les ressources à disposition.

Plusieurs types de plans d'urgence et d'intervention (PUI) sont prévus par l'arrêté royal du 22 mai 2019 : les plans généraux d'urgence et d'intervention (PGUI), qui définissent les directives générales et les informations nécessaires pour assurer la gestion des situations d'urgence, et les plans particuliers d'urgence et d'intervention (PPUI), qui complètent les PGUI par des dispositions additionnelles spécifiques à des risques particuliers tels qu'identifiés dans la phase d'identification des risques. Le développement de ces plans relève de la responsabilité des autorités administratives. Il existe également des plans monodisciplinaires d'intervention, qui règlent les modalités pratiques d'intervention d'un service pour assurer son intervention dans le cadre d'un PPUI en situation d'urgence.

Enfin, des plans internes d'urgence (au niveau d'un site) doivent être également rédigés par les responsables pour établir les mesures matérielles et organisationnelles nécessaires afin de permettre au personnel de gérer une situation d'urgence et rendre possible une éventuelle intervention des autorités et services extérieurs. Les entreprises, les collectivités (mais aussi les barrages) doivent donc développer des plans internes d'urgence spécifiques.

En ce qui concerne les barrages : les services administratifs en charge des barrages ont rédigé des plans internes d'urgence, à la demande du CRC-W et en concertation avec le Comité belge des barrages. Sur base des plans internes d'urgence et de l'identification des risques, il revient à l'autorité compétente la décision de rédiger un plan particulier d'urgence spécifique aux risques liés aux barrages (privés et publics), au niveau de la province. Pour la province de Liège, il semblerait que celui-ci était en cours d'élaboration au moment des inondations. En ce qui concerne les infrastructures critiques, la loi relative à la sécurité et la protection des infrastructures critiques du 1/7/2011 impose au NCCN d'établir une liste à jour des infrastructures critiques présentes sur le territoire, le NCCN étant le point de contact belge pour l'European Programme for Critical Infrastructure Protection (EPCIP) : les barrages ne sont pas repris dans cette liste.

En ce qui concerne les risques spécifiques liés aux inondations : un plan particulier inondations existe au niveau de la province de Liège, il a été alimenté entre autres par les retours d'expérience des inondations qui ont touché le territoire de la province en 2018.

En fonction de l'identification des risques menée au niveau du territoire communal, les communes peuvent également rédiger un plan particulier spécifique aux risques inondations pour le territoire de leur commune (celui-ci doit notamment reprendre les bâtiments en zones inondables, et surtout les bâtiments sensibles comme les écoles et les MRS). Toutefois sur le terrain, peu de communes disposent à ce jour, d'un tel plan particulier relatif aux inondations.

Chaque commune a l'obligation de désigner un coordinateur planification d'urgence et de mettre en place une « cellule de sécurité ». Celle-ci est composée du bourgmestre, du coordinateur planification d'urgence, d'un membre du personnel communal chargé de l'information de la population (représentant la D5) et d'un représentant de chaque discipline (les zones de secours, la santé publique, la police, la protection civile, etc.). Pour leur part, les gouverneurs de province disposent d'une équipe en charge de la planification d'urgence ainsi que d'une cellule de coordination et d'un fonctionnaire planification d'urgence : entre les autorités fédérales et les responsables communaux, ils jouent un rôle crucial en termes de coordination.

La planification d'urgence est restée une matière de compétence fédérale : les plans d'urgence définis par les différentes autorités sont toujours validés en dernier ressort par le ministre fédéral de l'Intérieur.

6.4.2 Procédures d'alarmes météorologiques et hydrologiques

Les avertissements météorologiques relèvent de la responsabilité fédérale (IRM) :

- > Le modèle ALARO produit des prévisions renouvelées toutes les 6 heures, avec un horizon max de 54 heures.
- > L'IRM fait ses propres avertissements (sur base des prévisions météo) vers les régions (DGH) ainsi que le CRC-W et les services fédéraux concernés

La DGH est le service centralisé d'annonce, de suivi et de prévision des crues tel que prévu par l'article D54 du Livre II du Code de l'Environnement, contenant le Code de l'eau. Pour produire les prévisions hydrologiques, la DGH possède son propre modèle HYDROMAX. Ce dernier, disponible sur 45 bassins hydrographiques wallons, donne la modélisation mathématique des débits prévus à l'exutoire d'un bassin sur la base des observations de débits et de précipitations (uniquement sur le réseau WacondaH) et des prévisions de précipitations (ALARO). Deux horizons de prévision sont donnés : courte terme (1/3-1/5 du temps de concentration du bassin versant) et moyen terme (8 x court terme). Les résultats sont donnés à la fois pour les précipitations homogènes et convectives.

A titre d'exemple, le Tableau 6-1 ci-dessous donne les horizons de prévision pour trois bassins versants wallons.

Bassin versant	Horizon court terme	Horizon max de prévision
Ourthe (Angleur)	8 h	64 h
Vesdre (Chaufontaine)	3 h	24 h
Lesse (Gendron)	6 h	48 h

Tableau 6-1 : Horizons de prévision des débits à court et moyen terme donnés par la DGH en cas de crue sur trois bassins versants-type

Sur la base de ces prévisions de débit et d'autres paramètres (état de saturation des sols, répartition et intensité des précipitations prévues, situation des cours d'eau en amont et des affluents, retour d'expérience de ce type d'évènement (connaissance de points critiques de débordements, etc.)), **l'ingénieur de garde émet ou non un avis d'alerte ou de pré-alerte**. Si aucun de ces avis n'est déclenché, une procédure d'avertissement peut être lancée pour attirer l'attention des services destinataires, pour accélérer si nécessaire le déclenchement d'une phase d'alerte, tandis que la surveillance est renforcée par une analyse plus fréquente des données et par des contacts plus nombreux avec les météorologues :

- > Niveau vert mais avec avertissement : les conditions climatiques observées et prévues nécessitent une vigilance accrue (risque d'orages, de tempête, de fonte rapide de neige...) avec un renforcement de la surveillance météorologique et hydrologique et un avertissement vers le Centre Régional de Crise wallon.

Les avis d'alerte sont les suivants⁴ :

- > Pré-alerte de crue : doit être déclenchée pour un ou plusieurs bassins si une ou plusieurs rivières du bassin pourraient déborder dans les prochaines heures et provoquer des inondations localisées et sans gravité.
- > Alerte de crue : doit être déclenchée pour un ou plusieurs bassins si le modèle prévoit que la rivière va déborder dans les prochaines heures et qu'elle provoquera des inondations importantes. Une fois déclenchée, cette phase d'alerte de crue est maintenue, tant que l'inondation est en cours.

Comme indiqué plus haut, aucune prévision n'est faite sur le réseau AQUALIM de la DCENN (cours d'eau de 1^{ère} catégorie).

6.4.3 Collaboration avec le CRC

Le CRC et la Direction de la gestion hydrologique (DGH) du SPW Mobilité et Infrastructures (SPW MI) collaborent pour la diffusion des messages de prévision de crues émis par cette dernière. Cette collaboration est actée dans un protocole de collaboration interservices du 9 janvier 2020. Celui-ci prévoit notamment que la DGH informe sans délai le CRC lorsque la situation hydrologique (observations et/ou prévisions) est telle qu'elle peut potentiellement avoir des conséquences dommageables sur la population, sur les équipements, sur les activités et sur les divers enjeux socio-économiques du territoire wallon.

Le CRC est chargé de mettre en place un dispositif d'information vis-à-vis des services de secours et des autorités communales, régionales et fédérales afin qu'elles soient correctement et rapidement averties de ces situations hydrologiques. Il dispose d'une procédure particulière relative aux alertes de crues.

⁴ <http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/Gestion/Alerte/alerte.html> consulté le 7/10/21

Dès réception des messages en provenance de la DGH du SPW MI, ceux-ci sont transmis dans les meilleurs délais par le CRC aux destinataires suivants, par courriel et par SMS (via Be-Alert) :

- > Zones de secours concernées (dispatching zonal).
- > Communes (Bourgmestres ou fonctionnaires en charge de la planification d'urgence, selon les informations d'un point de contact communiquées volontairement par les communes).
- > Centre national de crise (NCCN).
- > Gouverneurs concernés par le bassin hydrographique.
- > Société wallonne des Eaux, pour les risques de pollutions de captage.

Le CRC a développé un protocole de communication précis⁵:

- > Si l'avertissement IRM est jaune pour les pluies / orages, sans information supplémentaire dans le message de la DGH que celle mentionnée dans le bulletin IRM → pas de communiqué. Mais si des informations spécifiques concernant les cours d'eau se trouvent dans le communiqué de la DGH → transmettre le message reçu de la DGH aux zones de secours, 5 gouverneurs, NCCN.
- > En cas de préalerte de crue : le message reçu de la DGH est transmis aussi aux Communes (et défense Hainaut) + Contact par téléphone auprès des zones de secours pour s'assurer de la bonne réception du message.
- > En cas d'alerte de crue : le message reçu de la DGH est transmis comme ci-dessus mais aussi en plus au HIC, aux Ministres, au SG-SPW, et aux bâtiments SPW concernés
- > En cas de réception de messages Infocruce contenant « les situations des eaux », les informations sont rassemblées dans un format SITREP et envoyées aux Zones de secours, Gouverneurs et NCCN.

6.4.4 Procédures d'intervention

Coordination stratégique et opérationnelle lors de la gestion d'une situation d'urgence

L'arrêté royal du 22 mai 2019 dispose que les situations d'urgence peuvent faire l'objet soit d'une coordination opérationnelle, soit d'une coordination stratégique, soit les 2. Les disciplines concernées interviennent à deux niveaux. D'une part, la gestion opérationnelle assure la coordination des intervenants des différentes disciplines sur le terrain et un poste de commandement opérationnel (PC-Ops) qui permet une coordination multidisciplinaire. D'autre part, la gestion stratégique assure la communication avec les services extérieurs et la prise de décisions en matière d'orientation stratégique, qui ont généralement des implications politiques. Le PC-Ops informe le comité de coordination stratégique de l'évolution de la situation sur le terrain.

L'arrêté royal distingue trois phases possibles de coordination stratégique de gestion de crise : la phase communale, la phase provinciale et la phase fédérale. La coordination des secours est assurée par les autorités compétentes, à savoir les bourgmestres, les gouverneurs de province et le ministre fédéral de l'Intérieur, pour assurer la mise en œuvre efficace de tous les moyens disponibles (humains et matériels) et mobilisables en vue de la protection de la population et de son environnement en cas de crise.

Dans le cadre de crises qui touchent un territoire étendu, comme ce fut le cas lors des inondations de juillet 2021, il n'était pas possible d'établir un poste de commandement opérationnel vu l'étendue de la situation de crise. Le comité de coordination stratégique a dû gérer la crise « à l'aveugle » disposant de peu d'informations du terrain. Dans certains cas, un poste de commandement monodisciplinaire au niveau de la police a été mis sur pied. Certaines zones de

⁵ Document « SPW - Procédures Crues » du 17/6/21 reçu du CRC-W

polices / zones de secours couvrant plusieurs territoires communaux, il n'a donc pas été possible pour le chef de corps d'être présent dans les différentes cellules communales. Une difficulté supplémentaire vient de ce que les zones de secours et les zones de police sont non-alignées ce qui complique la coordination pour des crises étendues.

Quand une phase provinciale de coordination de crise est déclenchée, un communiqué est transmis aux différents bourgmestres ainsi qu'aux différentes disciplines de la province (zones de secours, zone de police, psychosocial manager, Dir Med, commandant militaire de la province, protection civile, etc.), au centre régional de crise et au Ministre de l'Intérieur. Le comité de coordination de crise provinciale se réunit avec un représentant de chaque discipline pour assurer la coordination stratégique de la crise. Les représentants des différentes disciplines ainsi que le représentant du centre régional de crise sont présents afin de conseiller dans la prise de décision la gouverneure. Dans le cas de la Province de Liege, le directeur de la DGH a participé à plusieurs réunions.

Il importe de souligner ici que l'arrêté royal du 22 mai 2019 précise que « lors d'une phase provinciale, le(s) bourgmestre(s) concernés appuient la coordination stratégique et dans l'attente des décisions du gouverneur, les bourgmestres prennent les mesures provisoires nécessaires en vue de limiter les conséquences de la situation d'urgence et en informent le gouverneur ». Le bourgmestre reste donc responsable de la protection de la population sur le territoire communal et même si une phase provinciale est déclenchée, il doit prendre toutes les mesures afin de garantir la sécurité de la population sur son territoire communal. Afin de pouvoir agir de la sorte, l'arrêté royal du 22 mai 2019 prévoit que le bourgmestre rassemble sa cellule de crise communale (et non pas un comité de crise communal parce que nous ne sommes pas en phase communale) afin de gérer la crise au niveau stratégique sur le territoire de la commune. Les communes étant au plus près de la situation de crise et des risques, il est compréhensible que le législateur ait accordé une grande importance au rôle joué par les acteurs à ce niveau de pouvoir. Le bourgmestre a le pouvoir de prendre des arrêtés de police pour ordonner des évacuations de certains quartiers de sa commune

Cas particulier : le rôle du Centre Régional de Crise en Wallonie

La législation relative à la gestion de crise étant fédérale, il convient de remarquer que certains acteurs ne sont pas repris dans l'arrêté royal de mai 2019. C'est le cas du centre régional de crise (CRC-W), qui n'est pas repris dans les textes légaux. Celui-ci a pourtant un rôle à jouer en matière de planification d'urgence et gestion de crise sur le territoire wallon pour les matières en lien avec les compétences régionales. Par exemple, en matière d'inondation, compétence régionale, le CRC-W joue un rôle d'expert en soutien au comité de coordination provincial. Le CRC-W étant président du GTI, il est en contact avec de nombreux interlocuteurs (un réseau d'expertise) en lien avec le risque inondations – gestionnaires des barrages, concepteurs des cartes aléas inondations, etc. – et il dispose d'une expertise sur la question

Le Service Technique Provincial (STP), quant à lui, intervient moins au niveau immédiat de la crise : ce sont les services communaux qui sont présents directement avec leurs régies et le STP qui interviennent plutôt dans les jours qui suivent pour remettre les cours d'eau en état, dégager les embâcles et les sédiments accumulés.

Quant aux sites spécifiques (barrages par ex.) ils sont considérés comme des lieux privés et leur gestion de la crise relève de leur organisation propre et du PIU qu'ils ont établis conformément aux exigences des autorités (le service de coordination du Gouverneur dans le cas des barrages) et avec le soutien du CRC pour les barrages gérés par le SPW.

6.4.5 Procédures de communication lors de situation d'urgence

La communication de crise des autorités publiques est importante : elle s'organise à la fois au profit du citoyen et de la gestion de crise elle-même. Pendant la crise, la communication des autorités publiques est ciblée sur une information relative aux événements et à l'évolution de la situation, ainsi que sur des recommandations et mesures prises par les autorités. Après la crise, les informations abordent d'abord les mesures à prendre pour assurer un retour à la « normale »,

puis des aspects consécutifs suite à la situation d'urgence pour en gérer au mieux les conséquences à long terme. En cas de déclenchement de phase d'urgence, la responsabilité de l'information à la population relève de l'autorité qui gère la crise au niveau stratégique (ministre de l'Intérieur, gouverneur de province ou bourgmestre) et qui reste la seule source légitime d'information pour la population.

La communication entre les autorités

Depuis quelques années, afin de faciliter la communication entre les intervenants, le NCCN (centre fédéral) a développé l'Incident & Crisis Management System (ICMS), un portail national de collaboration visant à faciliter la planification d'urgence et la gestion de crise multidisciplinaire. Ce système informatique est utilisé par l'ensemble des acteurs de la gestion de crise sur tout le territoire, afin notamment de croiser les informations et de favoriser la communication entre les différents niveaux de pouvoir et les différents acteurs impliqués. Il joue aussi le rôle de logbook.

L'alerte à la population

L'alerte en cas de situation d'urgence est centrale, le Tableau 6-2 ci-dessous reprend les différents canaux possibles d'alerte à la population.

TECHNIQUE	Avantages	Inconvénients
Porte-à-porte effectué par la police	<ul style="list-style-type: none"> • Efficace en extrême urgence • Alerte directe et humaine 	<ul style="list-style-type: none"> • Possible dans une zone limitée • Uniquement possible s'il n'y a pas de danger immédiat
Haut-parleur de la police	<ul style="list-style-type: none"> • Efficace en cas d'évacuation 	<ul style="list-style-type: none"> • Prend du temps pour alerter toute la zone concernée
Médias traditionnels (TV, radio)	<ul style="list-style-type: none"> • Alerte rapide • Touche rapidement un très grand nombre de personnes 	<ul style="list-style-type: none"> • On ne vise pas une zone déterminée
Médias sociaux	<ul style="list-style-type: none"> • Diffusion large et raide • On peut toucher des groupes-cibles spécifiques (jeunes) • Favorise le dialogue entre les autorités et les citoyens 	<ul style="list-style-type: none"> • Peu d'impact si pas suivi par la population avant qu'il ne se passe quelque chose • Risque de ne pas voir le message dans la masse d'infos
BE-Alert	<ul style="list-style-type: none"> • Très ciblé (rue, quartier, zone déterminée) • Pas de canal intermédiaire: information directe de l'autorité vers la population • Efficace pour communiquer des recommandations urgentes à la population 	<ul style="list-style-type: none"> • Moins adapté dans certaines situations: impact sur tout le pays, ou une situation qui intervient pendant la nuit

Tableau 6-2 : Canaux d'alertes possibles à la population en cas de situation de crise

Depuis juin 2017, le réseau BE-Alert développé au niveau national permet d'envoyer des informations sur tout le territoire en cas d'incident. Le message d'alerte est transmis par l'autorité responsable (le ministre de l'Intérieur, un gouverneur de province ou un bourgmestre, le CRC pour la transmission des messages « infocrués » générés par la DGH) et envoyé à toutes les adresses enregistrées. Actuellement, plus de 80 % des communes belges sont enregistrées et peuvent utiliser BE-Alert en cas d'incident sur leur territoire. Les messages sont envoyés par différents canaux (courrier électronique, médias sociaux, téléphone ou SMS) en français, en néerlandais, en allemand ou en anglais. Le système mis en place remplace le système de sirènes installé autour des entreprises Seveso et des sites nucléaires, qui a été supprimé en 2018.

Les numéros d'urgence

La Belgique a organisé deux numéros d'appel d'urgence des secours : le numéro 112 (lorsqu'il y a une urgence vitale) et le numéro 1722 pour les urgences non vitales, qui est activé préventivement lorsqu'une tempête ou une inondation est annoncée sur la base d'avertissements de l'IRM.

L'importance de la communication à la population

- > Le rôle de la D5 : depuis quelques années, la D5 est considérée de plus en plus comme une discipline à part entière, en charge de l'information à la population et aux médias, parce que ses interventions ont des effets sur les comportements des personnes et, dès lors, influencent les conséquences de la crise, voire la crise elle-même. Une situation d'urgence peut être très bien gérée opérationnellement et pourtant jugée négativement si les gestionnaires de crise n'ont pas suffisamment témoigné de leur intérêt et de leur engagement.
- > Les médias sociaux : les gestionnaires de crise ont pris conscience de la nécessité d'être présents sur les réseaux sociaux, notamment par la création d'un profil propre sur Facebook et sur Twitter, aux côtés des moyens de communication traditionnels. En matière de gestion de crise, les réseaux sociaux permettent d'informer rapidement un public large ou au contraire ciblé et permettent aussi la participation des citoyens, qui peuvent transmettre des informations de façon volontaire.

7 Gestion de crise lors de l'évènement du 12 au 16 juillet 2021

7.1 IRM - DGH - CRC : Avertissements et alertes envoyés et reçus

Dans le cadre des crues du 14 au 16 juillet 2021, le CRC a mis en œuvre la procédure décrite au §6.4.3. Au total, 241 messages ont été transmis jusqu'au 19 juillet (retour à la normale sur tous les bassins). La première alerte de crue, concernant le bassin de la Vesdre, est émise par la DGH le 14/07 à 6H01. Le bassin passe directement d'une situation normale en alerte. L'alerte est transmise selon la procédure par le CRC, doublée des appels téléphoniques vers les zones de secours concernées et les Services fédéraux du Gouverneur de la Province de Liège. 26 alertes suivront jusqu'au 15/07 en soirée.

De plus, les gestionnaires de cours d'eau et de barrages peuvent également contacter la DGH (ingénieur de garde H24) sur leur propre initiative. Lors des crises, la DGH peut être invitée comme expert technique par les cellules de crise provinciales (ou fédérale) à l'initiative du CRC. Le 14/7/2021, la DGH a participé à une réunion au Barrage d'Eupen. Les 14-15/7/2021, la DGH a participé à plusieurs réunions pour analyser les prévisions hydrologiques pour la ville de Liège et le Barrage de l'île MONSIN.

Le chronogramme complet réunissant l'ensemble des messages et alertes envoyés et reçus sur la province de Liège, compilé sur la base des informations reçues de DGH, DBR, DVH Liège, CRC-W et entretiens avec des gestionnaires locaux est disponible sur le Tableau 6-1 ci-dessous.

Province de Liège		
Complété sur base des informations DGH, DBR, DVH Liège, CRC-W, entretiens avec des gestionnaires locaux		
10.34	BR Eupen à DVH	Appel : y a til un risque d'alerte sur la Vesdre ?
11.28	EFAS	Avertissement informel d'une crue >Q5 à 55% sur Angleur
12.00	BR ENGIE	Alerte pré-crue : augmentation du turbinage
12.17	IRM==>	avertissement de l'IRM (alerte jaune)
12.18	IRM ==>	Avertissement jaune : pluvio de 80-130 de mardi à vendredi => 150 mm au Sud du sillon SM. Une alerte orange pourrait être déclenchée
13.27	DVH => BR Eupen	Trop tot pour savoir (?? préAlerte à Chaudfontaine de 70m3/s < Q20 de 200)
14.38	DGH => CRC==>	Avertissement pour toute la Wallonie: Pour les 5 provinces et tous les cours d'eau : L'IRM a émis un nouvel avertissement jaune annonçant un risque de précipitations abondantes entre ce mardi 13 juillet dès 04h00 du matin jusqu'au 15 juillet. L'avertissement concerne l'ensemble du territoire de la Région wallonne. Un risque d'orage n'est pas exclus. LOCALEMENT, des dégâts des eaux par ruissellement, saturation du réseau d'égouttage voire débordement de petits cours d'eau pourraient être observés. Si elles se confirment, ces précipitations pourraient aussi avoir des conséquences significatives sur de nombreux cours d'eau. Il convient de rester vigilant le long des cours d'eau (et en particulier pour les activités telles que baignade, kayak, pêche, etc.) où une montée soudaine et très rapide du débit pourrait être observée
15.38	CRC==>	avertissement pour les camps de jeunesse
15.38	CRC==>	Précipitation surtout Bassin de la Meuse ==> vigilance
15.58	IRM==>	confirmation
16.29	DGH => CRC	pour les 5 provinces et tous les cours d'eau «L'IRM maintient son avertissement annonçant un risque de précipitations abondantes entre ce mardi 13 juillet jusqu'au vendredi 16 juillet. L'avertissement concerne l'ensemble du territoire de la Région wallonne. Sur cette période, les cumuls de précipitations les plus importants devraient concerner les provinces de Liège, de Namur et du Luxembourg pour lesquelles l'avertissement est orange. Un risque d'orage n'est pas exclu.... »
07.23	IRM==>	Avertissement prolongé au 15/7
07.23	IRM	Avertissement jaune, même quantités jusqu'au 15/7
07.49	EFAS==>	Avertissement formel bassin de l'Ourthe à Angleur pour le 14/7 à 12h (Q20 à 51%)
08.10	DGH==>	Avertissement avec risque significatif pour les provinces de Liège, Namur, Luxembourg. Risque de débordements significatifs
08.10	DGH => CRC==>	pour les 5 provinces et tous les cours d'eau : «L'IRM maintient son avertissement jaune annonçant un risque de précipitations abondantes entre ce mardi 13 juillet jusqu'au vendredi 16 juillet. L'avertissement concerne l'ensemble du territoire de la Région wallonne. Sur cette période, les cumuls de précipitations les plus importants devraient concerner les provinces de Liège, de Namur et du Luxembourg. Un risque d'orage n'est pas exclus. »
08.10		Avertissement avec Liège, Namur, Muxembourg en orange : Niveau de précipitation pour 3 jours Liège 80 à 150; Namur 40 à 100; Luxembourg 70 à 160....
08.53	IRM==>	
11.26	EFAS	Flash Flood (ruissellement) à Q5 le 15/7 à 00.00, sur les provinces de Liège et Luxembourg
12.00	DGH ==>DVH	
12.00	DGH =>SPW +CRC	demande de vigilance accrue à CRC et tous les services territoriaux apd.14/7
12.30	DGH => DVH	Vigilance précipitations dans la bassin de la meuse
13.23	DVH+DGH	Monsin: Peut etre débararder le 14/7
13.51	IRM==>	L'IRM classe les provinces de Liège, Namur, Luxembourg au niveau « orange »: « D'aujourd'hui à jeudi compris, un front occlus très actif sera pratiquement stationnaire sur une partie du pays et provoquera d'importantes quantités de précipitations, surtout sur la moitié (sud-est) du pays. Sur l'ensemble de l'épisode, les cumuls pourront atteindre, par province, des valeurs généralement comprises entre :Anvers : 10 et 40 mm ; Brabant : 10 et 60 mm ; Hainaut : 5 et 50 mm ; Limbourg : 60 et 130 mm ; Liège : 80 et 150 mm ; Namur : 40 et 100 mm ; Luxembourg : 70 et 120 mm
13.51		Il y aura parfois aussi un risque d'orage par endroits, ce qui renforcera les disparités spatiales des cumuls de précipitations
16.29	DGH==>	Avertissement sur les provinces de Liège, Namur, Luxembourg : inondations par ruissellement, débordement de petits cours d'eau; conséquences sur de nombreux cours d'eau à partir du 14/7
22.30	Jalhay	1er pic aux pluviomètres Jalhay, Mont-Rigi, Spa_aerodrome et Ternell
23.13	BR Eupen	BT dépassé; 5,7 MM3
23.30	Chaudfontaine	Débordement Fond des Cris (habituel). Les pompier interviennent dans deux homes en ZI. (pompent l'eau et bloquent portes)
00.00	Esneux	Débordement de ruisseau et ruissellements : un immeuble inondé
00.45	Infrabel	Tunnel de Chaudfontaine sous eau : circulations interrompues voie A et B entre Chênée et Olne
01.15	BR Eupen	alarme pont de Bellevaux > 0.55 m
01.59	Infrabel	Les voies resteront obstruées pour une durée indéterminée sur ligne Liège - Verviers
03.03	BR Eupen	alarme Vesdre Pepinster > 2.9 m
03.15	BR Eupen	alarme Hoegne Pepinster > 1.25 m
04.17	BR Eupen	alarme Vesdre Pepinster > 3.3 m
04.30	Jalhay	2d pic aux pluviomètres Jalhay, Spa_aerodrome
06.00	DGH==> CRC	Liège - alerte crue pour la VESDRE : 76mm à Jalhay + débordement à Spa été Trooz (Magne)
06.18	BR Eupen	alarme Vesdre Eupen ville basse > 5 m³/s
06.22	CRC==>	Liège - alerte crue pour la VESDRE
06.55	DGH==> CRC ==>	affluents Basse Meuse en alerte jaune
07.00	chaudfontaine	L'eau monte et les STC mettent en place un système de pompage
07.52	BR Eupen	alarme BT dépassé (Gileppe)
08.10	BR Eupen	alarme pont de Bellevaux > 0.95 m
08.23	DVH	Monsin: Retirer les planches et batardeaux au puits 1-3
08.30	BR Eupen	Contact DGH : vider à 20m3/sec
09.19	CC-Prov	Phase provinciale de gestion de crise
09.26	IRM==>	la province de Liège en alerte rouge :
09.26		« Puisqu'il y a plus de 65% de chances que les quantités de précipitations dépassent 100 mm en 24h sur au moins un quart de la province de Liège, celle-ci passe au niveau rouge. » Liège 60-150 mm; Namur :30-100; Luxembourg: 40-120
09.40	DVH	Interruption de l'écluse Lanaye jusque 16/7
10.00	Chaudfontaine	à 50cm du niveau de débordement de la Vesdre
10.00	DVH+CRC+DGH	Réunion Barrages Monsin: 2 vannes libres pou 2*580m3/s + deversoir Herstal 110 + Lanaye 160= 1430 + Centrale HE:2*150
10.57	BR Eupen	Ouverture vanne de vidance 10m3/sec
11.00	BR Eupen	Contact CRC-W pour réunion : possibilité de restitution d'une partie du débit entrant ?
11.00	BR ENGIE	début de crue : ouverture de 2 vannes de crue; surveillance continue à Malmedy
11.08	Infrabel	Circulations interrompues entre Pepinster et Spa-Géronstère
11.11	DGH==> CRC ==>	Ambève PréA, Ourthe inf. Alerte; Ourthe moy. Alerte, Ambève Alerte; affluents basse meuse Alerte entre 11h11-11h38
11.30	Eupen	phase communale
12.XX	Chaudfontaine	Evacuer à pied sec: information et évacuation volontaire
13.00	DVH	Plus de niveau à Chadfontaine (env.320 m3/s) et plus de niveau entre Pepinster et Chaudfontaine => le modèle Hydromax ne répond plus
13.00	DVH+CRC+DGH	Réunion Barrages Monsin
13.00	Jalhay	3e pic au pluviomètre Jalhay
13.10	Eupen	Alerte population : vigilance montée des eaux
13.30	Eupen	Le CC Prov demande d'identifier qui devrait etre évacué
14.21	BR Eupen	Pont routier ville basse : reste 30 cm
15.30	BR Eupen	Réunion CRCW, DGH, DBR
15.30	CC-Prov	Réunion Barrages (Eupen) à la demande de DBR +CC+DVH
15.30	Chaudfontaine	Demandent au CCProv un ordre d'évacuation
16.00	Eupen	Evacuation 120p.
16.15	BR Eupen	Appel Gouverneur pour autorisation lacher
16.24	BR Gileppe	Débordement probable <12h
16.30	Esneux	Contact DGH : ca va encore monter comme en 1993 (donc on est prêt.); évacuation de la MR Esneux
16.40	Eupen	CCProv ordonne d'évacuer tte ville basse ==> négociation évacuer 1800p
17.37	BR Eupen	CCProv : Feu vert pour lacher les eaux à partir de 18:45
18.00	Chaudfontaine	reçoivent un ordre d'évacuation du CCProv... trop tard pour le mettre en place
18.00	DVH+CRC+DGH	Réunion Barrages Monsin
18.00	Forest	Pic de crue sur la Magne

Province de Liège			
Complété sur base des informations DGH, DBR, DVH Liège, CRC-W, entretiens avec des gestionnaires locaux			
14/7	18.45	Eupen	evacuation 1800p terminée
14/7	18.46	BR Eupen	Déversoir 17 m3/sec puis paliers d'augmentation
14/7	19.37	DGH==>CRC	Meuse Moyenne PréA
14/7	19.47	Pepinster	Niveau Max de la Hoegne à Pepinster 2,95 m
14/7	20.00	Pepinster	Pic de crue sur la Hoegne
14/7	20.30	Jalhay	4e pic aux pluviomètres Jalhay, Mont-Rigi, Spa_aerodrome et Ternell
14/7	21.00	NCCN	
14/7	21.00	BR Gileppe	Relevage des déversoirs à 298.50
14/7	21.00	Vesdre	Pic de crue entre 18-24 h
14/7	21.24	DGH==>CRC	Ourthe PréA
14/7	21.37	DVH	Monsin: capacité sup des pertuis e-3 = 2*140
14/7	21.51	Eupen	on leve la phase CC Com
14/7	22.00	BR ENGIE	pic de crue : arrêt des turbines et montée du niveau des lacs
14/7	22.05	Eupen (DVH)	la station de mesure d'Eupen ne répond plus
14/7	22.25	Pepinster (DVH)	la station de mesure sur la Hoegne ne répond plus
14/7	22.43	BR Eupen	Cote critique dépassée 360,80
14/7	22.59	BR Eupen	ouverture vanne de vidange + 35m3/s
14/7	23.00	Esneux	Cellule de crise dans l'AC - coincée par les eaux
14/7	23.16	Eupen	retour CC communale : barrage "débordement"
14/7	23.31	BR Gileppe	Débordement probable <6h
15/7	00.01	Stavelot	Début de décrue
15/7	00.17	DVH	les IVH doivent contrôler les ouvrages du Canal Albert (hauteur max)
15/7	00.31	DGH==>CRC	Ourthe Alerte;
15/7	00.38	BR Eupen	hauteur max du lac
15/7	01.38	BR Eupen	débit max de restitution 101,8 m3
15/7	03.00	BR Gileppe	Relevage des déversoirs à 299
15/7	03.00	BR ENGIE	début de la décrue : fin des précipitations
15/7	03.12	BR Eupen	diminuer la restitution
15/7	03.45	Eupen	Montée très rapide des eaux ==> hauteur d'homme
15/7	04.45	BR Eupen	fermer la vanne de fond
15/7	07.00	DVH+CRC+DGH	réunion CRC Barrage Monsin==> DGH doit identifier zones inondables par débordement éventuel du Canal A
15/7	07.13	DGH==>CRC	Mehaigne puis Geer PréAlerte
15/7	08.04	DGH==>CRC	Hoyoux Alerte
15/7	08.39	DGH	Contact de Engie (Tihange) sur le risque de débordement de la Meuse
15/7	08.88	Esneux	Station pompage inondée et hors service (l'Ourthe a débordé du mur de berge)
15/7	09.00	DVH+CRC+DGH	Réunion Barrages Monsin ==> identifier les rues à évacuer à Visé et Oupeye
15/7	09.45	BR Gileppe	Déversoir 5m3/s - Contact CRCW-DGH
15/7	10.54	Eupen	décrue des eaux
15/7	11.30	BR Gileppe	Déversoir 10m3/s - accord du CRCW
15/7	11.39	BR Eupen	36 m3/s
15/7	12.00	BR Gileppe	Début de restitution à 10 m3/sec (fin de matinée)
15/7	12.30	Gouverneurs	réunion avec le gouvernement wallon (teams)
15/7	13.00	DVH	Réunion Barrages Monsin==> DGMI va identifier les rues à risque d'inondation si la Meuse déborde
15/7	13.00	DVH	Réunion Barrages Monsin
15/7	14.12	DGH==>CRC	Meuse Moyenne Alerte
15/7	14.30	NCCN	Phase fédérale
15/7	14.35	DGH==>CRC	Basse Meuse Alerte
15/7	15.00	DVH	Réunion Barrages Monsin
15/7	15.25	Infrabel	Evacuation de la gare des Guillemins
15/7	16.07	DVH	reste une garde de 35cm au Canal A - Visé (Imerys)
15/7	17.52	DVH	Lanaye : écluse 3 ok
15/7	18.00	DVH	Réunion Barrages Monsin; A25 fermée; cartes d'inondations pour niveau 62, 62.5, 63, 63.5 entre Sclessin et Monsin; Débit estimé à 3050m3/s
15/7	19.00	Ourthe aval	Pic de crue
15/7	23.00	DVH+CRC+DGH	Réunion Barrages Monsin
16/7	00.01	Angleur	Début de décrue
16/7	02.00	Chaufontaine	remontée du niveau d'eau
16/7	07.20	DVH	Monsin: Affouillement de la berge RD
16/7	07.38	BR Eupen	25 m3/s
16/7	08.00	DVH	Monsin: stabilisation des débits
16/7	08.00	DVH+CRC+DGH	Barrage Monsin
16/7	11.00	DVH	Monsin: Matériau et grue pour combler affouillement
16/7	13.30	DVH+CRC+DGH	Barrage Monsin

Sources d'informations : gestionnaires des VH et BR et DGH; gestionnaire local de crise (5 localités); quelques témoignages de riverains

Tableau 7-1 : Chronogramme complet des messages envoyés et reçus sur la Province de Liège, compilé sur la base des informations DGH, DBR, DVH Liège, CRC-W, entretiens avec des gestionnaires locaux

Il est à noter que les informations provenant du réseau européen EFAS ne sont pas transmises à l'IRM. Ces informations sont disponibles au niveau de la DGH qui ne les consulte pas, considérant que ce système de génération d'alerte d'inondation n'est pas encore validé.

7.2 La gestion de la crise en province de Liège

Le 13 juillet 2021, la crise commence à différents endroits, alors qu'aucun message d'alerte ni de préalerte n'ait été transmis (par le site infocruve ou le CRC). Les lignes de trains sont en partie interrompues dans la vallée de la Vesdre et de la Hoegne. Le 13/7/2021 à 23:16, on constate sur la ligne N. 37 (Tronçon: Chênée – Olne) que l'eau ruisselle de la colline suite à des pluies intenses, et entre dans le tunnel ferroviaire situé BK 107.800. à 8km de la Gare des Guillemins. Le tunnel de Chaudfontaine est inondé le 14/7/2021 dès 00:45 et la circulation est interrompue sur la voie A et B entre Chênée et Olne. A 01:59, les voies resteront obstruées pour une durée indéterminée sur ligne Liège – Verviers.

Déjà dans la nuit du 13 au 14 juillet certaines communes déclenchent la phase de gestion de crise communale. Certaines mesures sont alors prises par les bourgmestres et leur cellule de crise communale : évacuation des campings, relogements de citoyens inondés, etc. Sur le terrain, les gestionnaires de crise sont déjà en action au niveau local. Beaucoup se réfèrent aux crues historiques : « *On connaît les crues historique (95) on se dit ça va être dur mais on n'a pas d'info comme quoi on va être au-delà des crues historiques* » (extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise) ; « *On nous dit que ce sera comme en 1993- à l'époque il n'y avait pas le mur anti crue donc on se dit ça va aller* » (extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise).

Dans le cadre des inondations de juillet 2021, les 5 provinces sur le territoire de la région wallonne ont déclenché leur phase provinciale de gestion de crise et ont rassemblé leur comité de coordination de crise provinciale. Le déclenchement des phases s'est déroulé selon le timing suivant :

- > Liège : le mercredi 14 juillet à 9h30.
- > Namur : le mercredi 14 juillet à 12h
- > Brabant Wallon : le jeudi 15 juillet à 10h55
- > Hainaut : le jeudi 15 juillet à 14h30
- > Luxembourg : le mercredi 14 juillet vers le début d'après-midi

La phase fédérale de la crise a été déclenchée par la Ministre de l'Intérieur, Annelies Verlinden, le jeudi 15 juillet 2021 à 14h30 après concertation avec les gouverneurs des provinces. Cette phase permet une coordination stratégique au niveau national de la gestion de crise. La protection civile européenne a été activée par la ministre de l'Intérieur. Quand une phase provinciale de coordination de crise est déclenchée, un communiqué est transmis aux différents bourgmestres ainsi qu'aux différentes disciplines (zones de secours, zone de police, psychosocial manager, Dir Med, commandant militaire de la province, protection civile, etc.) de la province de Liège, au centre régional de crise et au Ministre de l'Intérieur. Le comité de coordination de crise provinciale se réunit avec un représentant de chaque discipline au palais provincial afin de gérer la coordination stratégique de la crise. Les représentants des différentes disciplines ainsi que le représentant du centre régional de crise sont présents afin de conseiller le gouverneur dans sa prise de décision. Dans le cas de la Province de Liège, le directeur de la DGH a participé à plusieurs réunions. Dans le cadre des inondations de juillet 2021, un représentant du CRC a été convoqué par la gouverneure de la province de Liège (lorsque la phase fédérale a été déclenchée, le directeur du CRC-W a rejoint le comité de coordination au niveau fédéral).

Il importe de souligner ici que l'arrêté royal du 22 mai 2019 précise que « lors d'une phase provinciale, le(s) bourgmestre(s) concernés appuient la coordination stratégique et dans l'attente des décisions du gouverneur, les bourgmestres prennent les mesures provisoires nécessaires en vue de limiter les conséquences de la situation d'urgence et en informent le gouverneur ».

Le bourgmestre reste donc responsable de la protection de la population sur le territoire communal et même si une phase provinciale est déclenchée, il doit prendre toutes les mesures afin de garantir la sécurité de la population sur son territoire communale. Afin de pouvoir agir de la sorte, l'arrêté royal du 22 mai 2019 prévoit que le bourgmestre rassemble sa cellule de crise communale (et non pas un comité de crise communal parce que nous ne sommes pas en phase communale) afin de gérer la crise au niveau stratégique sur le territoire de la commune. Les communes étant au plus près de la situation de crise et des risques, il est compréhensible que le législateur ait accordé une grande importance au rôle joué par les acteurs à ce niveau de pouvoir. Le bourgmestre a le pouvoir de prendre des arrêtés de police pour ordonner des évacuations de certains quartiers de sa commune, c'est d'ailleurs ce qui s'est passé dans certaines communes de la Vesdre le 14 juillet : le bourgmestre de la commune de Limbourg a ordonné à sa population d'évacuer une dizaine de rues pour 17h ; le bourgmestre de Chaudfontaine a également décrété l'évacuation de près de 1.800 personnes ; Le bourgmestre de Liège prend une mesure de mise à l'abri de la population le 15 juillet vers midi. Les évacuations lors de la crise de juillet 2021 ont été décidées au cas par cas en fonction des niveaux de risque locaux et des moyens disponibles (soutien des services de secours et trajectoires de sortie disponible sans danger).

Il convient toutefois de souligner que la gestion stratégique de la crise a été particulièrement compliquée étant donné l'ampleur et l'étendue de la crise. Au niveau du comité de crise provincial, la difficulté d'avoir une vue complète de la situation de crise a été particulièrement marquante. Il faut rappeler qu'il n'y a pas eu de DIR-PCOps (poste de commandement opérationnel) afin de faire remonter les informations concernant la gestion opérationnelle sur le terrain. « *C'est une somme infinie de cas particuliers : il fut difficile d'avoir un message cohérent qui s'adresse à tout le monde. Autre élément. On donne l'ordre d'évacuer, la police ne sait pas le faire : un ordre d'évacuer, on n'est pas en mesure de le faire quand l'eau est là. Trop tard pour procéder à une évacuation massive* » (extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise).

Par ailleurs le non-alignement des zones de secours et des zones de polices a rendu la gestion de la crise sur un territoire étendu particulièrement complexe. Au niveau des communes, il n'a pas toujours été possible de rassembler la cellule de crise communale parce qu'il n'y avait pas suffisamment de ressources en termes de personnel au niveau des disciplines (par exemple la D1 et la D3) pour envoyer une personne dans chaque cellule de crise communale.

7.3 Communication durant la crise

Depuis quelques années, afin de faciliter la communication entre les intervenants, le NCCN a développé l'Incident & Crisis Management System (ICMS), un portail national de collaboration visant à faciliter la planification d'urgence et la gestion de crise multidisciplinaire. Ce système informatique est utilisé par l'ensemble des acteurs de la gestion de crise sur tout le territoire, afin notamment de croiser les informations et de favoriser la communication entre les différents niveaux de pouvoir et les différents acteurs impliqués. Au niveau du SPW, le CRC-W y a aussi accès.

Dans le cadre des inondations de juillet 2021, l'ICMS a été utilisé mais de manière très limitée par les intervenants : faute de ressources pour l'alimenter, mais aussi parce que la situation de crise dans laquelle se trouvaient les cellules stratégiques (accès fermés, panne électrique, etc.) n'a pas rendu possible l'utilisation de cet outil. « *ICMS n'a pas été utilisé pendant la crise, pas possible. Normalement on l'utilise mais ici pas possible. Impossible.* » (Extrait d'entretien) Les informations quand elles étaient présentes sur la plateforme n'ont pas pu être exploitées par les gestionnaires de crise. Par ailleurs, ICMS dispose d'une cartographie précise, basée sur des cartes IGN, afin de permettre aux gestionnaires de crise de tracer des périmètres précis autour d'une situation de crise. Toutefois actuellement, l'ICMS ne dispose pas dans sa base de données de cartes relatives à l'aléa inondations développées par la région wallonne.

Pour communiquer entre eux, les disciplines utilisent le réseau ASTRID, il s'agit d'un opérateur télécom dédié aux services de secours et de sécurité en Belgique. Ce réseau a été actif pendant les inondations de juillet 2021. « *Plusieurs antennes du réseau radio ASTRID ont perdu leur alimentation en électricité dès jeudi matin dans les zones les plus sinistrées. Cependant, les systèmes de back up prévus ont fonctionné et les batteries ont pris le relais, donnant une*

autonomie de huit heures. Malgré cela, il a fallu trouver d'autres solutions en temps réel une fois la durée d'autonomie des batteries dépassée. Avec l'aide des autorités locales et provinciales, les deux antennes mobiles d'ASTRID ont été déployées et des générateurs ont été installés en renfort ».

En matière de communication, les intervenants ont soulevé les points suivants dans la cadre de la crise de juillet 2021 :

Dans le cadre des inondations de juillet 2021, la cellule provinciale de crise décide de communiquer via Be-Alert le jeudi 15 juillet à 7h46, le message envoyé aux citoyens est le suivant : « nombreuses routes inaccessibles ou dangereuses – évitez les déplacements- télétravail – priorité aux secours ». Le 14 juillet aucun message n'est envoyé via cette plateforme parce qu'il n'est pas possible de suffisamment cibler les zones concernées par les messages : les situations dans les différentes communes et d'un quartier à l'autre étant très différentes.

Be-Alert a été utilisé par certaines communes afin de transmettre des informations à la population. Toutefois, l'usage de ce canal a été rendu compliqué par la rapidité de la cinétique de la crise : la montée des eaux a été très rapide et n'a pas pu être anticipée par les gestionnaires de crise. « Lorsqu'il s'agit d'une mesure d'évacuation massive préventive, avec un certain délai, on peut imaginer communiquer avec cet outil. Toutefois, ici dans le cadre des inondations, on n'avait pas d'éléments concrets pour procéder à de telles évacuations. Quand l'eau monte, on n'est pas certain que les routes soient dégagées. Nous avons donc opté pour une mesure de mise à l'abri. La consigne donnée à la population était : restez chez vous quand il y a trop d'eau, montez à l'étage. Sauf si vous êtes certain de pouvoir évacuer en sécurité. Un message Be-Alert d'évacuation à tout le monde est très dangereux : s'il y a un ordre d'évacuation et que des gens se noient, c'est la responsabilité de l'autorité » (extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise) ; « évacuation très compliquée voir dangereux pour les gens qui auraient été pris dans les courants. Les constructions sans étages vraiment dangereux » (extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise).

Il est à noter que plusieurs communes qui ont été concernées par les inondations ne sont pas affiliées à Be-Alert et ne pouvaient pas utiliser ce canal de transmission lors de l'évènement de juillet 2021.

Afin d'alerter la population, ce sont donc principalement des policiers qui se sont rendus dans les différents quartiers avec des haut-parleurs, afin de communiquer l'ordre d'évacuation d'urgence dans les zones sinistrées. « Alerte par les services de secours dans certaines rues. Les gens se sont sauvés d'eux-mêmes. Ce n'était plus un sauvetage préventif, c'était un sauvetage nécessaire. Les gens qui ont l'habitude, ils ont monté tout à l'étage. À certains endroits, les inondations c'est une habitude et les gens savent quoi faire, ils montent tout ce qui a de la valeur. Mais ça n'a pas fonctionné ici. Ils avaient tout mis en hauteur...et à un certain moment, l'eau est montée tellement haut. » (extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise).

Les numéros d'urgence

D'après les entretiens menés avec des gestionnaires de crise, les centres d'appel comme le 112 étaient déjà saturés le 14 juillet à minuit, tout comme le numéro d'appel 1722 alors que l'alerte crues n'avaient pas encore été déclenchée sur base des informations disponibles au centre régional de crise (CRC-W) . Au cœur de la crise, les numéros d'urgence sont complètement saturés comme le confirme l'extrait d'entretien suivant avec un gestionnaire de crise : « on a des alertes partout. Avec des alertes pompiers gérées par le 112, jeudi les pompiers ne savent plus intervenir. Pas d'accès, plus le personnel. 600 appels en retards. Urgences que les gens estimaient vitales. Certains étaient coincés, à l'étage, sans électricité, pas de communication ».

Par ailleurs, certaines communes disposent d'un GSM d'urgence dont le numéro de téléphone, bien connu des habitants, est activé lors du déclenchement d'une phase communale d'urgence. Toutefois dans le cadre des inondations, ce dispositif n'a pas été utilisable par les gestionnaires de crise faute de moyens humains pour répondre aux appels : « c'était ingérable, il faut qu'on puisse répondre aux gens » (extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise).

L'importance de la communication à la population

- > Le rôle de la D5 : dans le cadre des inondations de juillet un facteur important concerne le fait que les acteurs locaux étaient également parmi les sinistrés de la crise dans certains cas. Il n'a pas toujours été possible de bénéficier du renfort de la D5 dans les premiers temps de la crise. Par ailleurs, les zones sinistrées ont été coupées d'électricité pendant plusieurs jours ce qui a également constitué une difficulté en termes de communication. Comment joindre les personnes isolées chez elles, sans électricité, et sans accès ? *« La D5 n'était pas présente, d'habitude on travaille en binôme mais là elle a été sinistrée et sa famille aussi. Elle n'a pas pu venir en renfort au moment de la crise »* (extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise).

Dans certaines communes, après les premiers jours de crise, du porte à porte a été réalisé, des folders ont été distribués, des séances d'information ont été organisées, le site web de la commune a été alimenté afin d'informer la population sur la situation. *« On a aussi fait le tour des maisons sinistrées pour prendre des nouvelles des gens. L'armée a fait du porte à porte, des étudiants, distribution d'un folders à toute la population. Il y a aussi le bulletin d'information : on a pu mettre des photos, expliquer les gens, informer les gens de tout ça »*. (Extrait d'entretien avec un gestionnaire de crise). Les communes ont mis en place des call centers, afin d'informer la population à partir du 20 juillet. Ces call centers étaient opérationnels dans certaines communes et le sont toujours à l'heure d'écrire ces lignes.

Il a été reproché aux services du SPW (CRC ou DGH) une absence de communication. Mais le protocole d'accord entre ces deux directions insiste sur le fait que dans le cadre d'une phase d'urgence (communale, provinciale et/ou fédérale), la communication revient à la D5 de l'autorité gestionnaire. Ni le CRC ni la DGH ne peuvent organiser une telle communication mais ils apportent les éléments utiles à l'autorité gestionnaire de crise pour réaliser sa communication.

- > Les médias sociaux : dans le cadre des inondations de juillet 2021, il est à noter que beaucoup de citoyens (principalement les plus sinistrés) n'avaient plus d'accès aux réseaux sociaux au cœur de la crise. De plus, les réseaux sociaux ne donnaient pas nécessairement accès à un supplément d'information de la part des autorités : ils étaient utilisés par la population pour mettre en évidence leurs situations critiques, accélérer la circulation de rumeurs (par ex. sur le rôle des barrages) et développer des discours très critiques quant au rôle joué par les autorités locales (par exemple, recevoir l'information d'alarme d'infocruie alors que les eaux ont déjà envahi les maisons).

8 Synthèse et conclusions

Les conclusions décrites ci-dessous constituent les points centraux sur lesquels s'articuleront les recommandations qui seront émises lors de l'élaboration du lot 2.

8.1 Synthèse de l'analyse de l'évènement

Que ce soit du point de vue des précipitations ou de l'hydrologie, il ressort clairement de la présente analyse que l'évènement de juillet 2021 est très rare et n'a jamais été observé dans les différentes séries historiques de stations de mesures. La probabilité d'occurrence de l'évènement est faible à très faible. Les valeurs de précipitation mesurées au cœur de l'évènement correspondent à près du double de la valeur maximale mesurée dans les séries historiques. Pour les débits, notamment dans la Vesdre, le ratio est encore plus grand (jusqu'à 3 à 4 fois la valeur maximale mesurée). Pour les pluies, l'étendue spatiale et la durée sont également remarquables pour cette intensité. La rapidité de la crue a été également impressionnante. Le dernier pic de précipitation a eu lieu le 14 juillet vers 20h et les parties amont de la Vesdre, de l'Ourthe et de l'Amblève ont vu leur pic de crue le plus important dans la nuit du 14 au 15 juillet, après minuit. Pour la Vesdre, les hydrogrammes sont lacunaires, mais les tentatives de reconstitution ainsi que le recueil de témoignages des citoyens laissent penser que la temporalité de la crue a eu lieu en 2 temps : un premier pic de crue en fin de journée le 14/07/2021 puis un deuxième pic de crue pendant la nuit du 14 au 15/07/2021. Cette temporalité en 2 pics est également relayée par les citoyens dans les résultats du recueil de témoignages (§5.5.3).

Au niveau hydraulique, des processus aggravants tels que les embâcles aux ponts ont également contribué à augmenter les inondations et les dégâts. Les laisses de crue dans la vallée de la Vesdre indiquent des hauteurs d'inondations pouvant aller jusqu'à 2m et au-delà.

Le barrage d'Eupen a permis de laminer la pointe de la crue de la Vesdre en stockant plus de 6 millions de m³ sur les 12.4 millions de m³ apportés par la crue. Là encore, la rapidité de la crue n'a pas permis aux gestionnaires de constituer une réserve d'emportement supplémentaire dans la retenue par des lâchures préventives. La note de manutention du barrage ne prévoit de toute façon pas la possibilité de créer cette réserve supplémentaire de manière anticipée. Sans la présence du barrage, la situation aurait été encore plus catastrophique à l'aval. Il convient également de noter que pour l'évènement de juillet 2021, la note de manutention a été suivie scrupuleusement par le gestionnaire du barrage. La seule dérogation faite est la non-fermeture du tunnel de la Helle qui aurait dû être faite si les risques d'inondation à l'aval sont avérés, ce qui était le cas. Cela aurait pu réduire de 25m³/s le débit arrivant dans le lac, ce qui reste négligeable au vu de l'importance de la crue.

Concernant les phénomènes de vagues, l'association avec le mode de gestion du barrage d'Eupen n'est pas démontrée. En effet, les ouvertures de vannes de déversoirs de crue se sont globalement faites de manière progressive. De plus, le recueil de témoignages de citoyens montre que ces phénomènes associés à la rapidité de la montée du niveau d'eau s'observe aussi bien dans la vallée de la Vesdre, que le long de la Hoëgne, du Wayai, du Ri d'Asse (affluent de la Berwinne) ou de l'Ourthe.

D'un point de vue des précipitations, on note également que le bassin versant des barrages ENGIE de Robertville et Butgenbach, sur la Warche (Lasnenville, Stavelot) a reçu environ 2 fois moins de précipitations que ceux d'Eupen ou de la Gileppe. On note, par ailleurs, que les prévisions des modèles ALARO et ECMWF ont tous deux sous-estimés les précipitations réellement observées au cœur de l'évènement.

8.2 Autres conclusions sur la gestion, la prévention et les organisations

Les principales conclusions qui ressortent du rapport concernant ces domaines sont les suivantes :

1. Gestion des barrages

On note d'une manière générale l'absence de cadre légal réglementaire dans le contrôle et le suivi des barrages, même si des démarches sont en cours dans ce sens. Pour les ouvrages exploités par le SPW, on note notamment l'absence de contrôle externe des ouvrages.

2. Configuration critique du bassin versant de la Vesdre

En termes de risques liés aux inondations, le bassin versant de la Vesdre constitue un point critique, et ce, pour les raisons suivantes :

- > La capacité hydraulique du cours d'eau est très faible. Conformément à la carte d'aléas, la présente analyse montre également que les secteurs les plus critiques (zone de Limbourg et tronçon entre Trooz et Chênée) sont menacés d'inondation déjà pour des temps de retour de 25 ans. De plus, l'utilisation du barrage d'Eupen conformément à la note de manutention comme ouvrage de laminage dans le cas d'une crue de cette ampleur (probabilité faible à très faible) n'est pas suffisante pour éviter des débordements et des dégâts dans la vallée de la Vesdre.
- > De plus, selon le PGRI, le sous-bassin hydrographique (SBH) de la Vesdre est celui dont les zones d'inondation ont la plus haute densité d'habitat du district, pour le scénario Tr 25 ans (865 hab./ km² inondables à Tr 25 ans) mais également pour les temps de retour plus long (502 hab./ km² inondables à Tr 100 ans), ce qui le rend encore plus vulnérable vis-à-vis de ce risque.
- > Enfin, l'urbanisation de la vallée de la Vesdre présente des constructions directement sur les murs de berge du cours d'eau, voire dans le gabarit hydraulique de celui-ci, accentuant encore cette vulnérabilité.

3. L'absence d'exigence légale en termes de délivrance de permis d'urbanisme en zone d'inondation

Comme mentionné au §6.1.1, les gestionnaires de cours d'eau émettent un avis favorable, défavorable ou favorable assorti de conditions pour des permis d'urbanisme sis en zones d'inondation selon la carte d'aléa. En outre, la commune qui délivre l'autorisation de construire n'est pas tenue légalement de suivre l'avis émis par le gestionnaire de cours d'eau. Il n'y a donc, à notre connaissance, aucun cadre légal interdisant la construction en zone d'aléa élevé ou moyen. A noter néanmoins que la loi régissant les contrats d'assurance terrestre définit des "zones à risques" qui correspondent aux zones d'aléa élevé de la carte susmentionnée. Cette loi permet aux assurances de refuser de couvrir les constructions qui y seraient érigées.

4. Des plans étudiés en détail sans force contraignante : le PGRI et les PARIS

Le programme d'actions sur les rivières par une approche intégrée et sectorisée pour chaque sous-bassin hydrographique wallon, dénommé ci-après « PARIS » est défini par sous-secteur hydrographique. L'autorité de bassin adopte les PARIS et procède par la suite tous les six ans à leur réexamen, et le cas échéant à leur mise à jour. Les dispositions prescriptives des PARIS ont valeur indicative, et les autres dispositions des PARIS ont valeur descriptive.

5. Quelle culture de gestion de risque et de crise au niveau des pouvoirs locaux ?

Il n'existe pas de « PPUI Inondation » dans la plupart des communes, pas de connexion à « Be Alert » et peu d'investissement en matière de « planification d'urgence » (identification des risques locaux, organisation des plans et mises à jour) au-delà de l'obligation minimale légale de désignation d'un fonctionnaire « planu » : ce constat est frappant même dans le bassin versant de la Vesdre pourtant réputé pour sa haute vulnérabilité. On observe également l'absence d'exercices multidisciplinaires, de mise à jour et aussi une grande différence de niveau de préparation d'une commune à une autre.

6. Organisation des services du SPW : une coopération transversale encore inaboutie

Le GTI est un espace de coopération entre CRC – DCENN – DGHydro – SPT qui a abouti à l'institutionnalisation du service « InfoCrue » (une avancée remarquable de mise à disposition des données hydrologiques pour le grand public) et la définition des PGRI ; mais la participation des départements VH et BR au GTI semble moins importante, les BR disposant d'un système métrologique propre plus ancien. Les compétences du GTI sont concentrées sur la gestion des risques et oublient les questions propres à la gestion de crise : le GTI a peu de liens avec les pouvoirs locaux et leurs services d'urgence en préparation à des situations de crise (PPUI Inondations, exercices multidisciplinaires, etc) et des contacts épisodiques (semestriels ?) avec les services des gouverneurs.

7. Alarme de crue : le modèle actuel convient-il pour les crises très rapides ?

Le modèle de prévision hydrologique Hydromax utilise uniquement les données du système métrologique WacondaH (voies navigables). Les données AQUALIM (cours d'eau non navigables) ne sont pas utilisées pour donner des prévisions de débit et de hauteurs d'eau. En revanche, les données mesurées en continu sur le réseau AQUALIM sont mises à disposition de l'ingénieur de garde pour l'aider dans sa prise de décision d'émission ou non d'une alerte. Néanmoins, c'est justement sur ces petits cours d'eau du réseau DCENN que des crues rapides peuvent survenir.

8. Gestion de risque / gestion de crise : des niveaux de compétence en conflit ?

La planification d'urgence est restée une matière de compétence fédérale, qui reste l'autorité en dernier ressort et qui assure une ligne de responsabilité administrative du niveau fédéral aux services des communes, pour assurer une cohérence en matière de gestion de crise et garantir la continuité nécessaire de la gestion opérationnelle en s'appuyant sur les différents services de secours. En matière de gestion de crise liée à des inondations, il faut distinguer d'une part les infrastructures relevant d'une organisation spécifique (barrage réservoir par ex) qui doivent assurer la gestion de leur risque interne et définir un PIU et le transmettre aux services des gouverneurs et d'autre part la gestion de crise qui relève de l'autorité administrative (communale et / ou provinciale) sur son territoire. Dans les deux cas, les services du SPW peuvent intervenir soit en tant que gestionnaires (VH et BR et DCENN) soit en tant qu'experts (DGH, DCENN, CRC) : en tant que gestionnaires ils doivent respecter le prescrit fédéral et en tant qu'experts ils peuvent être invités à participer aux discussions des cellules de crise (communale, provinciale ou fédérale). Ce partage des compétences peut fonctionner à la condition expresse que tous les partenaires soient conscients des responsabilités de chacun, autant en mode de gestion de crise qu'en mode de gestion de risque, ce qui n'est pas généralisé à ce jour.

9. Organisation du CRC reste limitée à la transmission de messages spécifiques

Le CRC se positionne de facto au cœur du dispositif de communication en cas de crise, non seulement pour la gestion des alarmes mais aussi pour le soutien technique des Cellules de crises. Il a accès à toutes les informations de l'ICMS et il organise un certain debriefing sur la gestion des événements, mais c'est en vase clos, sans lien avec les acteurs opérationnels (pouvoirs locaux et services de secours). La dynamique d'apprentissage en est très appauvrie.

8.3 Principales conclusions concernant la consultation citoyenne

Les éléments suivants ressortent de ce rapport en ce qui concerne le recueil de témoignages de sinistrés :

- > Un sentiment d'abandon largement partagé par les intervenants : de nombreux citoyens nous ont fait part du sentiment d'abandon qu'ils ont ressenti de la part des pouvoirs publics, et ce, tous niveaux d'autorité confondus.
- > Nous avons fourni différents éléments d'explication à ce sentiment d'abandon : défaut de communication lors de toutes les phases de la crise, sous-dimensionnement des effectifs de secours officiels, manque de réactivité de ceux-ci en comparaison des bénévoles, absence de suivi et de soutien dans les semaines qui ont suivi l'événements, comme si tout était réglé alors que tant reste à faire.
- > Une montée des eaux en 2 phases : Plusieurs répondants décrivent un phénomène qui s'est développé par paliers, avec une phase de crue relativement soutenue, suivie d'une faible décrue et/ou stabilisation, qui est suivie d'une autre crue très rapide. Cette deuxième crue est bien souvent associée à l'ouverture des barrages, alors que les habitants l'ont observée aussi bien dans la vallée de l'Ourthe que de la Vesdre.
- > Des limites de l'action publique : face à l'ampleur de la crise, les autorités publiques se sont vues, à un moment, dépassées par le volume des besoins auxquels répondre : standards téléphoniques saturés, difficultés d'accès sur le terrain, défaut de matériel adéquat et en quantité suffisante, manque de structurations structurelles pour le relogement.
- > La commune comme interlocuteur de premier niveau : bien que les personnes interrogées soient bien conscientes des limites de l'action publique, il ressort des entretiens et des tables-rondes que la commune reste pour eux leur premier interlocuteur en situation de crise.

Stucky SA



Stéphanie André
Comité de projet



Thomas Michaud
Chef de projet