

Administration Communale de Walferdange

ETUDE PLUIES TORRENTIELLES À WALFERDANGE

[A](#)
[A /](#)
[...](#)
[!](#)
[...](#)
[L](#)
[...](#)
[!](#)
[...](#)



21/973-1

AnnBi/GuDe/gibe

16.08.2023

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	5
2	DISTINCTION ENTRE CRUES FLUVIALES ET PLUIES TORRENTIELLES.....	6
3	ETATS DES LIEUX	8
3.1	Analyse et évaluation des événements de précipitations importantes au niveau de la zone à étudier.....	9
3.2	Cartes de danger de fortes pluies	11
3.3	Analyse de la situation topographique et détection des zones à proximité d'un cours d'eau, à des "Thalwegs" et à des points bas locaux, etc.	14
3.4	Analyse des conditions géologiques et pédologiques.....	15
3.5	Habitats, zone de protections d'intérêt national et occupations des sols	16
3.6	Planification de l'urbanisation future (terrains à bâtir non construits, modification du PAG, PAP)	17
3.7	Analyse "Etude Générale", prise en compte des informations existantes sur la capacité du réseau de canalisation de la commune (existant et planifié) et des mesures pour l'évacuation des eaux des zones extérieures (consultation du syndicat d'évacuation des eaux et des techniciens communaux)	18
3.8	Analyse, évaluation et intégration des projets existants.....	19
3.9	Détermination des voies d'écoulement	20
3.10	Collecte de données auprès des habitants	21
4	ANALYSE DES RISQUES	22
4.1	Analyse de risque des zones urbanisées (situation existante).....	22
4.1.1	Délimitation des zones d'accumulation	22
4.1.2	Délimitation des zones de dégât avec potentiel de dommages	22
4.1.3	Délimitation des zones de rétention potentielle des pluies torrentielles dans le bassin versant.....	27
4.2	Analyse des risques des zones destinées à être aménagées (situation projetée)	29
5	ELABORATION D'UN CATALOGUE DE MESURES.....	32
5.1	Mesures infrastructurelles	32
5.2	Mesures organisationnelles	40
6	MESURES PRÉCONISÉES POUR ACW	41
6.1	Evaluation du coût des mesures	48
6.2	Hierarchisation selon le rapport coût-efficacité (dommages potentiels)	49
7	CONCLUSIONS.....	53

Annexes	54
Annexes suite.....	54
Annexe 1: Extrait de la DWA M 119	54
Annexe 2: Document météo-lux du 19.07.2021	54
Annexe 3: Formulaire type habitants 14.07.2021 ACW	54
Annexe 4: Plan (21/973) K-P11: Carte topographique 1:5000 avec Thalwege et points bas	54
Annexe 5: Plan (21/973) K-P12: Association des sols.....	54
Annexe 6: Plan (21/973) K-P14: Zones de protection Plan (21/973) K-P13: zones de protection eau potable.....	54
Annexe 7: Plan (21/973) K-P15: Occupation des sols	54
Annexe 8: Plan (21/973) K-P20: PAG en vigueur de la commune de Walferdange avec cartes des pluies torrentielles.....	54
Annexe 9: Plan (02/491) K-003B: Plan directeur avec mesures de mise en conformité projetées	54
Annexe 10: Plan (21/973) K-P16: Zones externes et écoulement	54
Annexe 11: Tableau complet des réponses concernant le formulaire inondations de la commune de Walferdange	54
Annexe 12: Plan (21/973) K-P40 + K-P401 à K-P408: Maisons affectées par les inondations en 2021 + K-P4001 à K-P4003: Intersection Vitesse d'écoulement et profondeur de l'eau pour les 3 scénarios.....	54
Annexe 13: Plan (21/973) K-P19: Limites des hotspots.....	54
Annexe 14: Plan (21/973) K-P601: Classification entrée des garages – Hotspot 1 Plan (21/973) K-P602: Classification entrée des garages – Hotspot 2 Plan (21/973) K-P603: Classification entrée des garages – Hotspot 3 Plan (21/973) K-P604: Classification entrée des garages – Hotspot 4 Plan (21/973) K-P605: Classification entrée des garages – Hotspot 5 Plan (21/973) K-P606: Classification entrée des garages – Hotspot 6 Plan (21/973) K-P607: Classification entrée des garages – Hotspot 7 Plan (21/973) K-P608: Classification entrée des garages – Hotspot 8 Plan (21/973) K-P609: Classification entrée des garages – Hotspot 9 Plan (21/973) K-P610: Classification entrée des garages – Hotspot 10 Plan (21/973) K-P611: Classification entrée des garages – Hotspot 11	54
Annexe 15: Document AGE: Explications relatives aux subventions étatiques des mesures de protection individuelles de bâtiments contre les crues (version du 12.07.2022)	54
Annexe 16: Poster "Prévention des crues – Mesures individuelles" ACW.....	54
Annexe 17: Plan (21/973) K-P1001: Plan directeur Plan (21/973) K-P1002: Plan directeur - Urbanisation.....	54

Table des figures

Figure 1:	Localisation de la commune de Walferdange	5
Figure 2:	1910: Crues fluviales de Paris (source: Le Parisien)	6
Figure 3:	2021: Ettelbruck (source: S&A)	6
Figure 4:	Exemples de pluies torrentielles diverses (source: google images 2022 + ACW 2021)	7
Figure 5:	Extrait – DWA M 119	8
Figure 6:	Nébulosité convective avec pluies torrentielles (source: Météo Languedoc)	8
Figure 7:	Quantité de précipitation mesurée à Walferdange pour les journées du 13.07., 14.07. et 15.07.2021	10
Figure 8:	Niveau historique de l'Alzette à la station de mesure de Walferdange (source: AGE)	11
Figure 9:	Extrait de la carte de danger de fortes pluies à Bereldange pour le scénario 60 min; 100 ans (source : Géoportail).	12
Figure 10:	Légende des cartes de danger de fortes pluies (source : Géoportail).	12
Figure 11:	Comparaison d'une zone avec les 3 scénarios disponibles	13
Figure 12:	Dépression topographique importante (source: Géoportail).	14
Figure 13:	Modèle numérique de terrain 2019 (source: Administration de la topographie).	15
Figure 14:	Carte des sols 1:100'000 (source: Administration des services techniques de l'Agriculture).	16
Figure 15:	Extrait du PAG en cours de validation (source : Zeyen Baumann) Exemple d'une interpolation de zone à urbaniser avec la carte de danger de fortes pluies	18
Figure 16:	Extrait de l'étude hydraulique du réseau de canalisation de la commune (source: S&A) Mesure permettant l'évacuation d'eau de ruissellement d'une surface externe	19
Figure 17:	Exemple d'une voie d'écoulement dans la commune de Walferdange	21
Figure 18:	Cas isolé du "Sossenhaff"	27
Figure 19:	Exemple de mesures constructives (fossé urbain et bordures hautes)	33
Figure 20:	Tronçons de l'Alzette renaturés en 2002	34
Figure 21:	Exemple de terrasses sur surfaces agricoles (Seibert & Auerswald, 2020)	35
Figure 22:	Exemple d'une cuvette d'écoulement végétalisée (Seibert & Auerswald, 2020)	36
Figure 23:	Protection contre l'érosion et effet tampon des haies et des buissons	36
Figure 24:	Exemple d'aménagement de fossé en cascades	36
Figure 25:	Exemple de revégétalisation d'une cour d'école (Portland, Oregon)	37
Figure 26:	Exemples de système de protection individuelle (poster S&A)	39

Table des tableaux

Tableau 1:	Evènements pluies torrentielles à Walferdange	9
Tableau 2:	Registre des risques (version du 13.04.2023)	52

1 INTRODUCTION

Suite à la multiplication récente d'évènements de pluies torrentielles et de crues au Grand-Duché du Luxembourg, l'Administration Communale de Walferdange (nommé ci-après ACW) a chargé le bureau d'études Schroeder & Associés (nommé ci-après S&A) de développer une étude en ce sens. Cette étude se base sur un cahier des charges mise à la disposition des communes par l'Administration de la Gestion de l'Eau (nommé ci-après AGE) et permet de rassembler, tout d'abord, de nombreuses informations pour réaliser un état des lieux de la zone d'étude et des évènements passés mais aussi d'analyser les impacts et potentiels dégâts des pluies torrentielles pour ensuite proposer des mesures correctives et de prévention de ces évènements.

La zone d'étude s'étend sur l'ensemble du territoire de la commune de Walferdange, qui comptait 8.552 habitants au 01.01.2022 sur une surface totale de 7,06 km² avec une densité de population de 1.211 habitants/km². La surface des zones d'habitations dans le PAG en vigueur est de 2,43 km² avec donc une densité des zones d'habitations de 3.519 habitants/km².

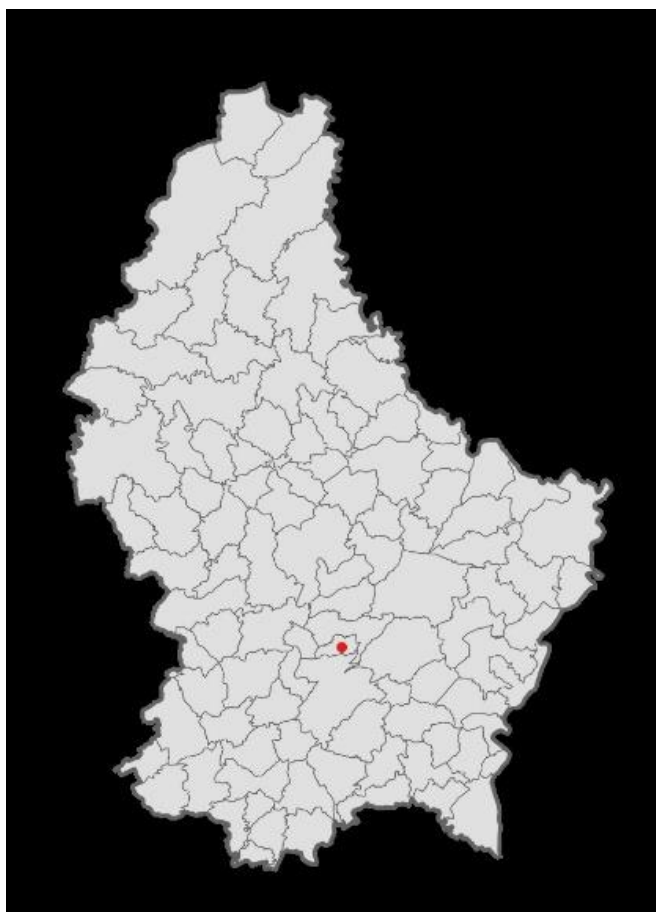


Figure 1: Localisation de la commune de Walferdange

La commune de Walferdange, divisée en 3 localités (Walferdange, Helmsange et Bereldange) se situe dans la vallée de l'Alzette entre les communes de Steinsel et Luxembourg-Ville (Beggen) et donc coincée entre deux versant de collines, qui forment ainsi un double bassin versant avec pour exutoire commun: l'Alzette. Les zones d'habitations au sein du PAG sont concentrées le long du ruisseau de l'Alzette et donc situées dans des zones à risque de crues mais aussi de pluies torrentielles.

Ce rapport d'étude présente:

- la différence entre phénomène de crues fluviales et de pluies torrentielles;
- un état des lieux de la situation à Walferdange (données historiques, données topographiques, géologiques, géographiques, etc.);
- une analyse des risques liée aux pluies torrentielles (identification et délimitation des Hotspots, impact sur les infrastructures et habitations existantes, impact sur les infrastructures et habitations projetées);
- une proposition de catalogue rassemblant les mesures infrastructurelles et organisationnelles ainsi que l'évaluation du coût de leur mise en place.

Des efforts ont déjà été consentis par la commune, notamment par la mise en place de diverses actions pour limiter les crues fluviales et subites comme notamment la renaturation de l'*Alzette* (2002), se traduisant par un élargissement de la plaine alluviale dans certaines parties de la commune (zone de rétention naturelle plus importante pour le ruisseau). Néanmoins, la multiplication d'évènements récents de pluies torrentielles (2018; 2021) nécessite de nouvelles actions pour limiter leurs impacts.

2 DISTINCTION ENTRE CRUES FLUVIALES ET PLUIES TORRENTIELLES

Il est important, en préambule à cette étude, de bien définir les différents phénomènes hydrologiques que sont les crues fluviales et les pluies torrentielles. En effet, ces termes souvent utilisés de manière similaire présentent des différences majeures qui se traduiront par des impacts différents au niveau du tissu urbain.

- ➔ Une crue fluviale est un phénomène hydrologique qui se traduit par l'augmentation lente du débit et donc du niveau d'un ruisseau ou d'un fleuve résultant de l'accumulation, sur plusieurs jours, de pluies continues sur de larges zones d'un bassin versant. L'augmentation du débit est dite lente car elle a un temps de réponse supérieur à 12 heures.

Une crue fluviale peut durer plusieurs jours. Les crues fluviales sont des évènements récurrents et historiques (1530: Pays-Bas, 1888: Chine, 1910: Paris; 1927: USA, Mississipi, 1993+2021: Luxembourg, Allemagne, Belgique) dont la maîtrise statistique a permis de définir, pour un cours d'eau donné, des zones de submersion (zone inondable) et des probabilités d'occurrences.



Figure 2: 1910: Crues fluviales de Paris
(source: Le Parisien)



Figure 3: 2021: Ettelbruck
(source: S&A)

- Une pluie torrentielle, tel que défini dans la DWA M 119 (extrait en annexe 1), est un phénomène météorologique qui se traduit par la chute d'une très forte quantité de pluie dans un laps de temps très court sur une zone géographique limitée. Elles tombent généralement à partir d'une nébulosité convective (p. ex. cumulonimbus) et peuvent être associées à des orages, de la grêle et des vents violents. La durée d'un événement de pluie torrentielle varie de 5 minutes à 3 heures, à une période d'occurrence entre mai et septembre et sont difficile à prévoir (en termes de quantité de précipitations et de durée). Le tableau ci-dessous définit les niveaux d'intensité de pluies torrentielles:



Figure 4: Exemples de pluies torrentielles diverses (source: google images 2022 + ACW 2021)

Wiederkehrzeit T_r (a)	1-10	20	30	50	100	> 100				
Starkregenindex	1-3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Regendauer	Starkregenhöhen in mm									
15 min	10 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	> 35					
60 min	15 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 75	75-100	100-130	130-160	160-200	> 200
2 h	20 - 35	35 - 45	45 - 55	55 - 65	65 - 80	85-120	120-150	150-180	180-220	> 220
4 h	20 - 45	45 - 55	55 - 60	60 - 75	75 - 85					
6 h	25 - 50	50 - 60	60 - 65	65 - 80	80 - 90					

Figure 5: Extrait – DWA M 119



Figure 6: Nébulosité convective avec pluies torrentielles (source: Météo Languedoc)

Un phénomène de pluie torrentielle, surtout isolé, n'aura pas pour conséquence une crue fluviale sans apport de précipitations supplémentaire de manière durable sur le bassin versant.

Il est cependant possible d'avoir à la fois des phénomènes de pluies torrentielles, associés à des pluies diluviennes qui peuvent provoquer sur un grand bassin versant des crues sur des affluents qui a pour conséquence une crue fluviale sur le ruisseau principal du bassin versant. Ce scénario est celui du 14.07./15.07.2021 (cf. chapitre 3.1).

Ce présent rapport se concentre donc sur l'analyse des impacts et des réponses à apporter aux phénomènes de pluies torrentielles éventuelles et non les crues fluviales.

3 ETATS DES LIEUX

Un état des lieux précis de la zone à étudier permet de mieux comprendre les différentes caractéristiques présentes ainsi que les contraintes. Le chapitre suivant dresse, tout d'abord, un inventaire des événements de précipitations importantes au niveau de la zone, puis explique les données disponibles et utilisées concernant les dangers de fortes pluies et ensuite fait un inventaire précis des différentes caractéristiques de la zone (topographie, géologie, occupation des sols, etc.).

En introduction, il est intéressant de rappeler les grands événements de crues fluviales ayant eu lieu dans la zone. Les crues hivernales en 1993 ainsi qu'en 1995 ont causées d'importants dégâts sur le territoire de la commune de Walferdange. Ces crues ont été déclenché par des pluies plus importants tombant sur des terres saturées après une période humide, laissant l'*Alzette* sortir de son lit. Les crues de janvier 2003 et janvier 2011 ont été également remarquables pour la commune de Walferdange, comme ailleurs dans le pays, et sont dues à des hausses de températures soudaine, lesquelles ont causé une fonte d'une importante quantité de neige assez rapide.

L'événement de juillet 2021, pour lequel neuf points de mesure du niveau de l'eau ont dépassé leur niveau de crues records dans le pays, figure comme le seul événement de crue fluvial exceptionnelle ayant eu lieu en été et cela en grande partie par l'occurrence de pluies torrentielles records. En effet, ces événements de crues fluviales estivales, vont amener à se multiplier dans les années à venir du fait de l'occurrence croissante d'événements de pluies torrentielles (juin 2018, juillet 2021, etc.) causant des crues soudaines puis des crues fluviales si les conditions sont réunies. Les causes de l'augmentation de la fréquence de ces pluies torrentielles ne sont pas officiellement connues mais de nombreux experts l'attribuent au dérèglement climatique.

3.1 Analyse et évaluation des événements de précipitations importantes au niveau de la zone à étudier

Comme indiqué, les événements de pluies torrentielles sont très localisés. Ils peuvent toucher la commune de Walferdange sans impacter aussi durement les communes voisines. C'est pourquoi pour procéder à l'analyse des événements récents importants dans la zone à étudier, il faut donc utiliser les données de précipitation de Walferdange (Station AGE 065 – données agrimétéo.lu).

Cette station de mesure est en service uniquement depuis 2015, les données de 2015 à 2022 ont donc été analysées et les événements de pluies torrentielles tels que définis par la DWA-M 119 listés:

Formulation	Evènement
Index 1-3	16.09.2015 = 21.03 mm en 6 heures 30.05.2016 = 27.13 mm en 6 heures 07.06.2016 = 16.34 mm en 1 heures 03.05.2017 = 21.31 mm en 6 heures 01.06.2018 = 27.28 mm en 6 heures 06.06.2019 = 22.70 mm en 6 heures 20.10.2019 = 25.41 mm en 6 heures 03.02.2020 = 28.72 mm en 6 heures 17.06.2020 = 36.38 mm en 6 heures 04.07.2021 = 20.95 mm en 6 heures 14.07.2021 = 42.73 mm en 6 heures 27.07.2021 = 24.44 mm en 6 heures 07.08.2021 = 23.94 mm en 1 heure 31.08.2021 = 23.20 mm en 6 heures + 16.60 mm en 1 heure
Index 4	29.04.2018 = 37.09 mm en 6 heures + 29.89 mm en 1 heure 04.06.2021 = 33.33 mm en 1 heure 14.07.2021 = 46.14 mm en 6 heures
Index 5-12	Aucune

Tableau 1: Evènements pluies torrentielles à Walferdange

Tout d'abord on peut faire le constat suivant que le nombre d'évènement est croissant sur la dernière année (5 en 2021 contre 2 en 2020, 2019, 2018, 2016 et 1 en 2017 et 2015) et qu'ils sont de plus grande intensité. Il est en effet dommage qu'un recul historique des données de précipitations de la commune de Walferdange ne soit pas disponible mais il semblerait donc que ces évènements vont se multiplier dans le futur, d'où l'importance de bien les étudier.

Ensuite, une autre remarque importante est de noter que ces évènements ont lieu majoritairement entre les mois de mai et septembre (15 sur 17). Cependant ces évènements peuvent également survenir les mois d'hiver.

Il est intéressant de maintenant analyser le plus gros évènement enregistré par la station de Walferdange, en l'occurrence celui du 14.07.2021.

Dans la zone à étudier, l'évènement mentionnée a causé des dégâts importants. La station météorologique de Walferdange (AGE 065 – source agrimétéo.lu) a enregistré un cumul de pluie de 97,34 mm sur 24 heures pour la journée seule du 14.07.2021. Il était également tombé 27,37 mm la journée précédente du 13.07.2021 et 11,90 mm sur la journée suivante du 15.07.2021. Le détail des précipitations est disponible en Figure 7 ci-dessous et une analyse détaillée par Météolux du phénomène dans sa globalité est disponible en annexe 2.

Pour finir, la Figure 5 et le Tableau 1 montre également que pour le moment, aucun évènement d'index supérieur à 4 n'a eu lieu. Cependant, il est vraisemblable que la dynamique évolue vers des évènements d'index supérieur à 4 dans le futur.

Date	Heure	mm	Date	Heure	mm	Date	Heure	mm
13.07.2021	00:00	0	14.07.2021	00:00	0,55	15.07.2021	00:00	0,37
13.07.2021	01:00	0	14.07.2021	01:00	0	15.07.2021	01:00	1,03
13.07.2021	02:00	0	14.07.2021	02:00	0,08	15.07.2021	02:00	2,03
13.07.2021	03:00	0	14.07.2021	03:00	4,35	15.07.2021	03:00	0,51
13.07.2021	04:00	1,77	14.07.2021	04:00	2,02	15.07.2021	04:00	0,05
13.07.2021	05:00	3,81	14.07.2021	05:00	0,05	15.07.2021	05:00	0,09
13.07.2021	06:00	2,24	14.07.2021	06:00	0	15.07.2021	06:00	0,08
13.07.2021	07:00	0,7	14.07.2021	07:00	0	15.07.2021	07:00	0,07
13.07.2021	08:00	0,45	14.07.2021	08:00	0	15.07.2021	08:00	1,39
13.07.2021	09:00	0,83	14.07.2021	09:00	0	15.07.2021	09:00	1,08
13.07.2021	10:00	2,26	14.07.2021	10:00	0,14	15.07.2021	10:00	0,23
13.07.2021	11:00	2,68	14.07.2021	11:00	6,5	15.07.2021	11:00	0,07
13.07.2021	12:00	1,21	14.07.2021	12:00	3,98	15.07.2021	12:00	0,83
13.07.2021	13:00	0,73	14.07.2021	13:00	10,5	15.07.2021	13:00	3,97
13.07.2021	14:00	1,34	14.07.2021	14:00	9,92	15.07.2021	14:00	0
13.07.2021	15:00	1,8	14.07.2021	15:00	5,46	15.07.2021	15:00	0
13.07.2021	16:00	2,07	14.07.2021	16:00	6,37	15.07.2021	16:00	0
13.07.2021	17:00	0	14.07.2021	17:00	4,86	15.07.2021	17:00	0,1
13.07.2021	18:00	0,31	14.07.2021	18:00	7,95	15.07.2021	18:00	0
13.07.2021	19:00	2,91	14.07.2021	19:00	4,71	15.07.2021	19:00	0
13.07.2021	20:00	0,1	14.07.2021	20:00	9,34	15.07.2021	20:00	0
13.07.2021	21:00	0	14.07.2021	21:00	14,73	15.07.2021	21:00	0
13.07.2021	22:00	0,36	14.07.2021	22:00	4,55	15.07.2021	22:00	0
13.07.2021	23:00	1,8	14.07.2021	23:00	1,28	15.07.2021	23:00	0
TOTAL		27,37	TOTAL		97,34	TOTAL		11,9

Figure 7: Quantité de précipitation mesurée à Walferdange pour les journées du 13.07., 14.07. et 15.07.2021

Cet évènement a pu être caractérisé par:

- un cumul de pluie en 24 heures record depuis 1851 (journée du 14.07.2021);
- précédé par une journée fort pluvieuse du 13.07.2021 → sols saturés;
- étendu sur l'ensemble de la vallée de l'*Alzette* + sud du pays;
- deux phénomènes de pluie torrentielles exceptionnelles le 14.07.2021:
 - de 10:00 à 15:00 heures = 36,50 mm;
 - de 16:00 à 21:00 heures = 47,96 mm.

L'ensemble de ces facteurs a provoqué des crues sur des affluents de l'*Alzette* et en dehors, ainsi qu'une crue fluviale de l'*Alzette* le 15.07.2021 qui a atteint le niveau HQextrême (353 cm à la station de Walferdange - record) des cartes des zones inondables fournis par l'AGE. Cet évènement est surtout une référence pour l'étude des impacts et conséquences des pluies torrentielles sur la zone étudiée.

HISTORIC WATER LEVELS		
Date ▴	Water Level ▴	Discharge ▴
02.01.2003	264 cm	
19.01.2007	195 cm	
06.02.2008	203 cm	
23.01.2009	215 cm	
07.01.2011	289 cm	
20.05.2013	220 cm	
11.12.2017	197 cm	
04.02.2020	271 cm	
15.07.2021	353 cm	

Figure 8: Niveau historique de l'*Alzette* à la station de mesure de Walferdange (source: AGE)

Il été donc important de recueillir le plus d'informations possibles sur cet évènement récent et historiques. C'est pourquoi l'ACW, en collaboration avec le bureau d'ingénieurs S&A, a mis en place un formulaire (voir annexe 3) permettant aux personnes de faire un retour sur les conséquences des évènements du 14.07.2021 sur leur habitation.

3.2 Cartes de danger de fortes pluies

Il a été décidé, pour les besoins de cette étude pour la commune de Walferdange, d'utiliser comme base d'analyse les cartes de dangers de fortes pluies faites sur base des données reçues de l'AGE.

Ces cartes résultent d'une intersection des paramètres de vitesse d'écoulement ainsi que de la profondeur d'inondation et indiquent les chemins d'écoulement des eaux superficielles pour les 3 différents scénarios de fortes pluies suivants:

- 60 min; 50 ans (intersection réalisé par S&A);
- 60 min; 100 ans (carte disponible sur Géoportail);
- 60 min; 200 ans (intersection réalisé par S&A).

Elles sont disponibles en annexe 12.

Les matrices de risques (voir Figure 10) qui en résulte exprime le degré d'aléa qui peut se produire pour un endroit donné. Les profondeurs d'inondation à partir de 4 cm et les vitesses d'écoulement à partir de 0,2 m/s sont affichées.

Ces cartes prennent en compte les paramètres suivants de la zone concernée:

- Situation topographie;
- Conditions géologiques et pédologiques;
- Situation urbanistique actuelle.

Ces cartes ne prennent pas en compte les réseaux de canalisation communales et privées.

Une mise à jour en continue de ces cartes est assuré par l'AGE.



Figure 9: Extrait de la carte de danger de fortes pluies à Bereldange pour le scénario 60 min; 100 ans (source : Géoportail).

		Vitesse d'écoulement			
		< 0.2 m/s	0.2 - 0.5 m/s	0.5 – 2 m/s	> 2 m/s
Profondeur des eaux	4-10 cm	modéré	modéré	élevé	élevé
	10 – 40 cm	modéré	élevé	élevé	très élevé
	40 – 100 cm	élevé	élevé	très élevé	très élevé
	> 100 cm	très élevé	très élevé	très élevé	très élevé
Surfaces en eaux					

Adapté de LUBW (2019): Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Anhang 6

Figure 10: Légende des cartes de danger de fortes pluies (source : Géoportail).

L'analyse de ces cartes permet de montrer que les voies d'écoulement restent inchangées pour les 3 scénarios de pluies torrentielles. Cependant, on remarque des différences logiques de vitesses et d'accumulations entre les 3 scénarios (voir Figure 11 ci-dessous). En effet, plus l'intensité de la pluie augmentent, plus les valeurs de vitesses et/ou d'accumulations augmentent également. De ce fait, le choix du scénario 60 min; 100 ans semble le plus adéquat pour étudier la situation de manière globale, et notamment pour identifier les hotspots et proposer des mesures d'atténuation.

Cependant, l'étude détaillée de chaque mesure à mettre en place au cas par cas (ne faisant pas l'objet de ce rapport) devra analyser les 3 scénarios dans le but de proposer les meilleures solutions techniques.

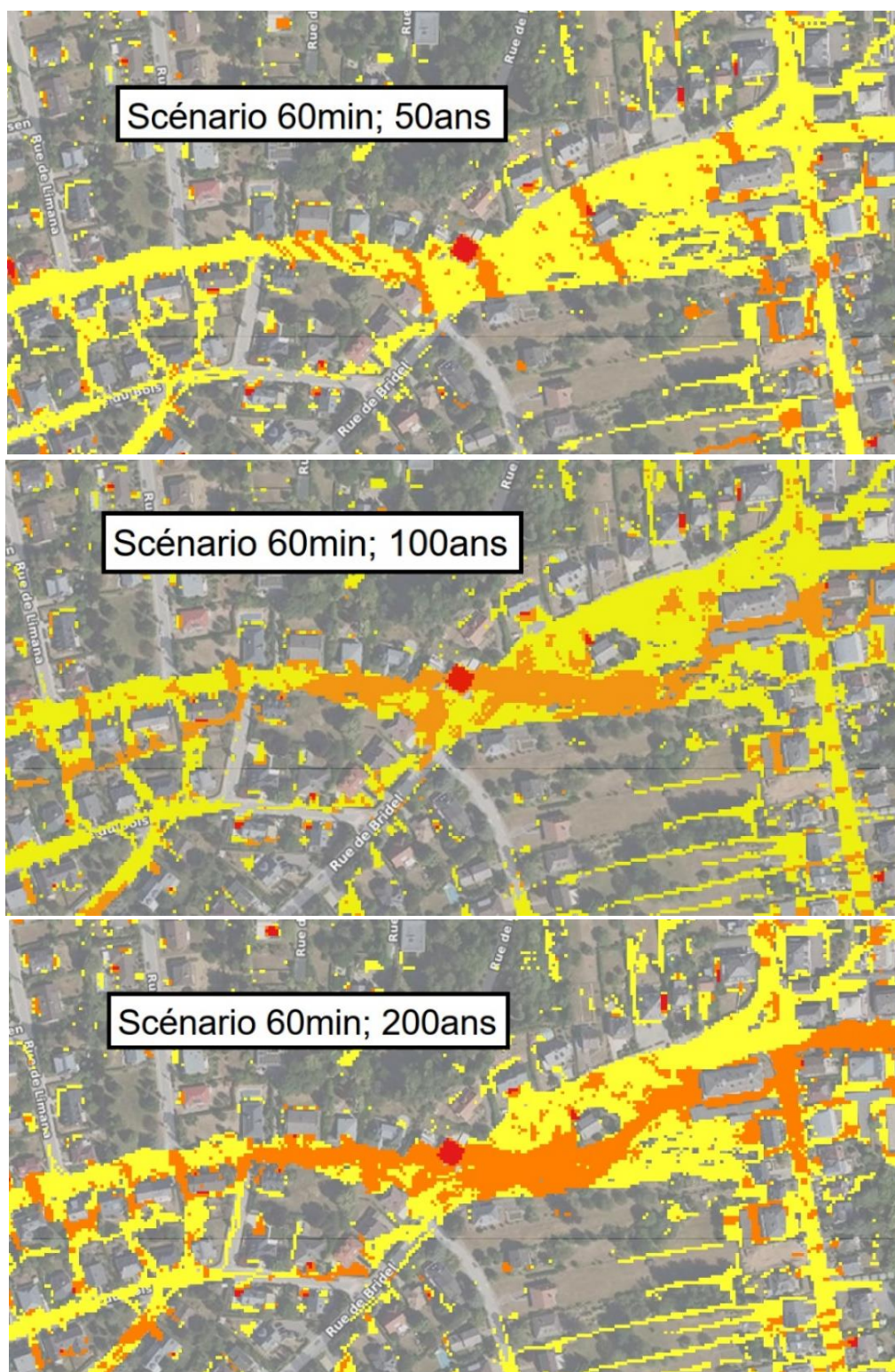


Figure 11: Comparaison d'une zone avec les 3 scénarios disponibles

3.3 Analyse de la situation topographique et détection des zones à proximité d'un cours d'eau, à des "Thalwegs" et à des points bas locaux, etc.

Comme indiqué dans le chapitre précédent 3.2, la carte de danger de fortes pluies de l'AGE prend en considération la situation topographique de la zone d'étude. Pour mieux illustrer la situation topographique de la zone, une carte est disponible en annexe 4. On y repère alors, outre l'Alzette qui représente le point bas de la vallée, la présence de différents thalwegs naturels sur chaque versant du bassin versant. On identifie également une grande dépression topographique au nord de la *rue de la Forêt*:

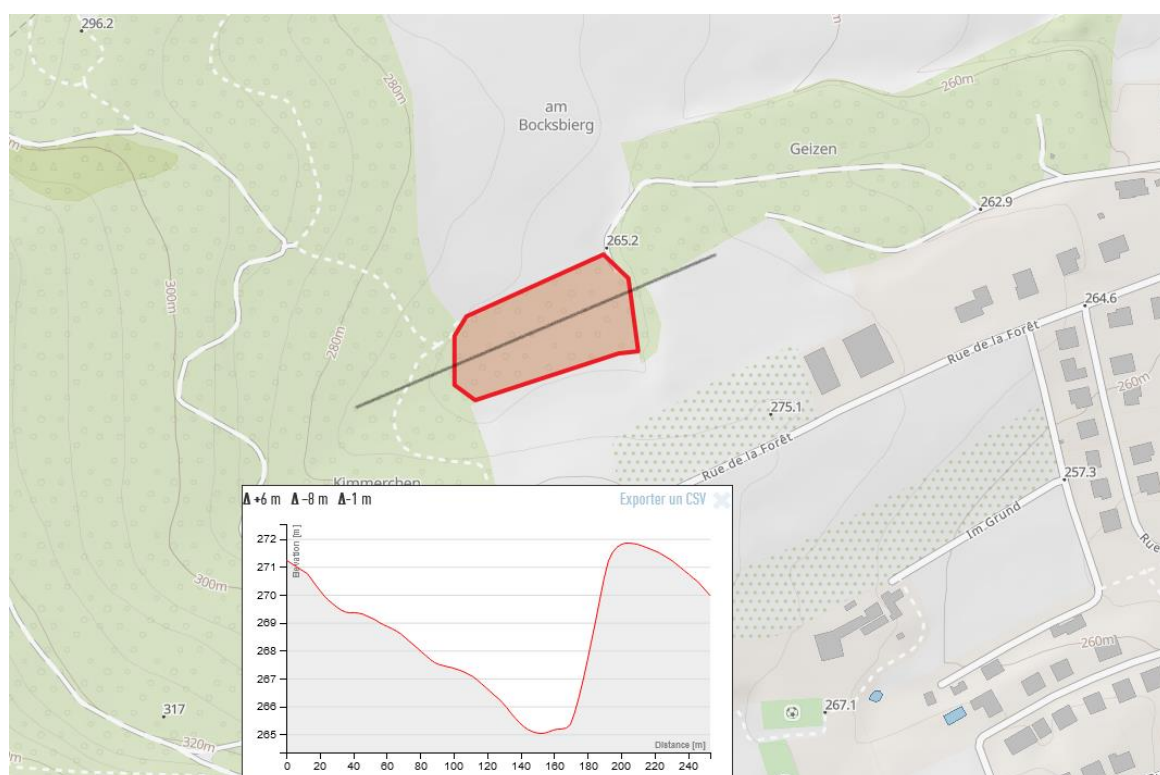


Figure 12: Dépression topographique importante (source: Géoportail).

Ainsi que différents points bas (cuvettes naturelle ou point bas de route) sur la partie urbanisée:

- *rue du Nord*;
- passage sous voies CFL au niveau du CR125;
- champs agricoles de part et d'autre de la *rue de Steinsel*;
- croisement N7 / *rue de Steinsel*;
- Cité Grand-Duc Jean;
- croisement N7 / *rue du Pont*;
- *rue de Bastogne*;
- entre la *rue de Renert* et *rue de Bridel*.

De nombreuses rampes de garages/sous-sols sont également présents sur la zone d'étude dont on ne fera pas l'inventaire exhaustif dans cette partie de l'étude. Cependant, les rampes présentant des risques élevés seront listées dans une partie ultérieure du rapport.

La figure ci-dessous présente également un extrait du modèle numérique de terrain, utilisant les données LIDAR, permettant de bien visualiser la topographie générale de la zone d'étude:

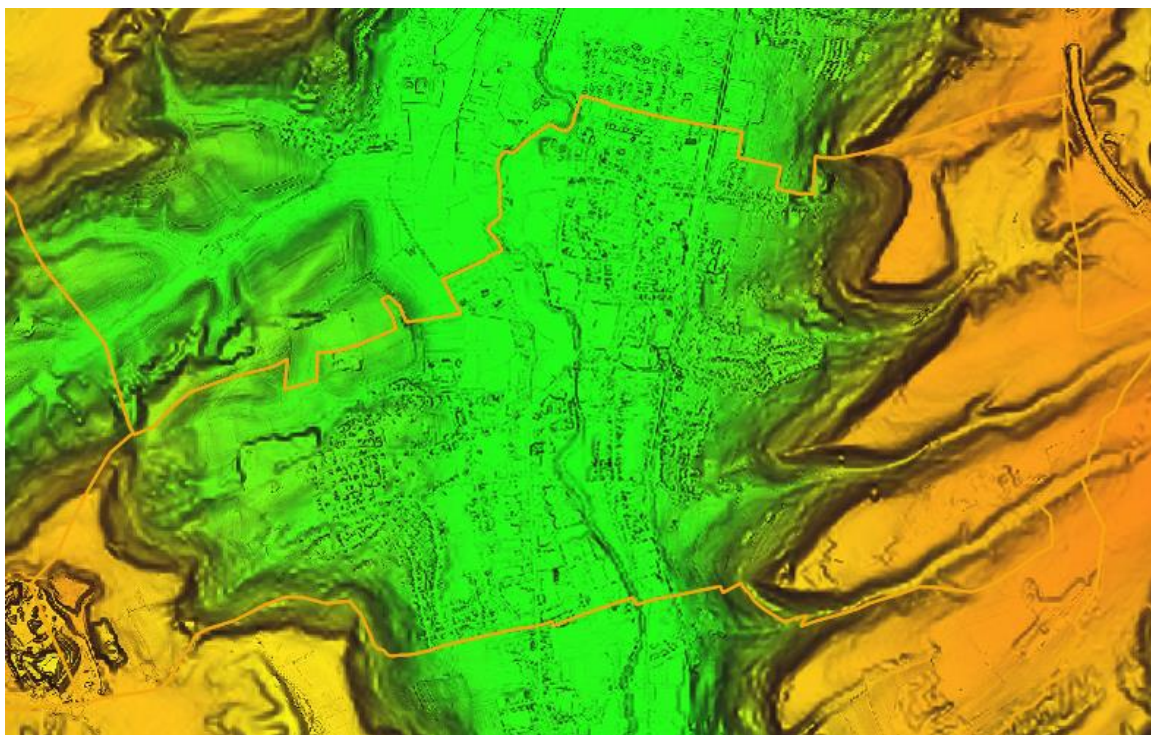


Figure 13: Modèle numérique de terrain 2019 (source: Administration de la topographie).

3.4 Analyse des conditions géologiques et pédologiques

Comme indiqué dans le chapitre précédent 3.2, la carte de danger de fortes pluies de l'AGE prend en considération la situation géologiques et pédologiques de la zone d'étude. Pour mieux illustrer cette situation, une carte est disponible en annexe 5.

On s'aperçoit alors que toute la partie basse de la vallée, urbanisée, et se situant autour de l'*Alzette*, le sol est de type colluvions et alluvions caractéristique des bords de l'*Alzette* et d'un ancien lit plus important. On remarque ensuite la présence de bandes de sols argileux lourds puis argileux sur substrat de marne qui vont avoir pour conséquence une perméabilité limitée. Pour terminer, sur les parties supérieures des versants, il y a présence de sols sableux ou limono-sableux relativement perméable.

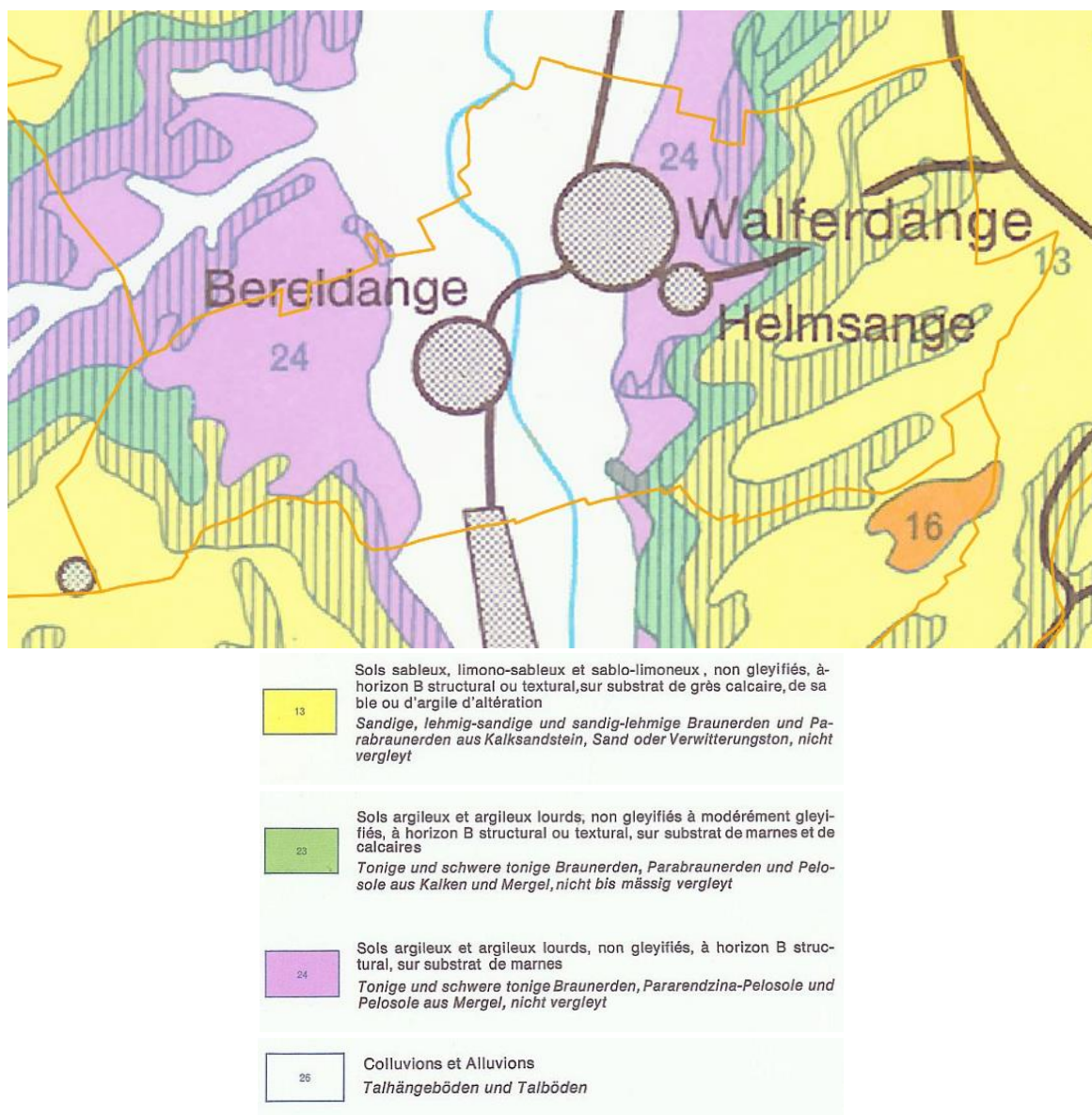


Figure 14: Carte des sols 1:100'000 (source: Administration des services techniques de l'Agriculture).

3.5 Habitats, zone de protections d'intérêt national et occupations des sols

Tout d'abord, en annexe 6 est disponible deux cartes faisant l'inventaire des habitats protégés et des zones de protection sur la zone d'étude. On y retrouve:

- Zone de protection eau potable;
- Zone protégée d'intérêt national déclarée *Sonnebiert* (PS 04 – depuis le 31.07.1989);
- Zone protégée d'intérêt national déclarée *Birgerkräiz* (RN – depuis le 25.01.2008);
- Zone protégée d'intérêt national à déclarer *Gréngewald* (28)
- Habitats Natura 2000 *Gréngewald* (LU0001022) et Vallée de la *Mamer* et de l'*Eisch* (LU0001018);

- Biotopes:
 - Sources naturelles:
BK_6E3509010, BK_6E3509012, BK_6E3509013, BK_6E3509021, BK_6E3509027 et BK_6E3509032
 - Vergers:
BK_6E3509015, BK_6E3509003, BK_6E3509020, BK_6E3509024 et BK_6E3509034
 - Prairies maigres de fauche:
BK_6E3512043, BK_6E3509009, BK_6E3509014, BK_6E3509016, BK_6E3509002, BK_6E3509017, BK_6E3512044, BK_6E3509018, BK_6E3509036, BK_6E3509035, BK_6E3509023, BK_6E3509041, BK_6E3512045, BK_6E3509026, BK_6E3509029, BK_6E3509031, BK_6E3509030 et BK_6E3509019
 - Prairie maigre sur sols sableux ou siliceuses:
BK_6E3509008, BK_6E3509004 et BK_6E3509007
 - Pelouses calcaires sèches semi-naturelles:
BK_6E3509038, BK_6E3509039 et BK_6E3509025
 - Plan d'eau:
BK_6E3509006 et BK_6E3509005
 - Marécage ou bas marais:
BK_6E3509011, BK_6E3509022 et BK_6E3509028

Concernant l'occupation des sols, dont la carte est disponible en annexe 7, elle est caractérisée majoritairement par des zones urbanisées autour de l'Alzette et des forêts ainsi que par des petites surfaces d'agriculture et d'extraction des matériaux.

3.6 Planification de l'urbanisation future (terrains à bâtir non construits, modification du PAG, PAP)

Actuellement, le PAG en vigueur est celui de 2010. Cependant, la mise à jour PAG est en cours de validation et c'est sur base de ce nouveau PAG que cette étude se base. En effet, est disponible en annexe 8 une carte présentant le PAG en cours de validation de la commune de Walferdange.

Il existe de nombreuses zones à urbaniser sur le territoire de la commune de Walferdange. Outre les cartes des zones inondables qui sont déjà intégrés dans le PAG, les cartes de danger de fortes pluies ne sont pas prises, pour le moment, en compte. La planification de l'urbanisation future doit donc être analysée vis-à-vis des zones d'aléas (voir exemple Figure 15). Cette analyse est réalisée dans le chapitre 4.

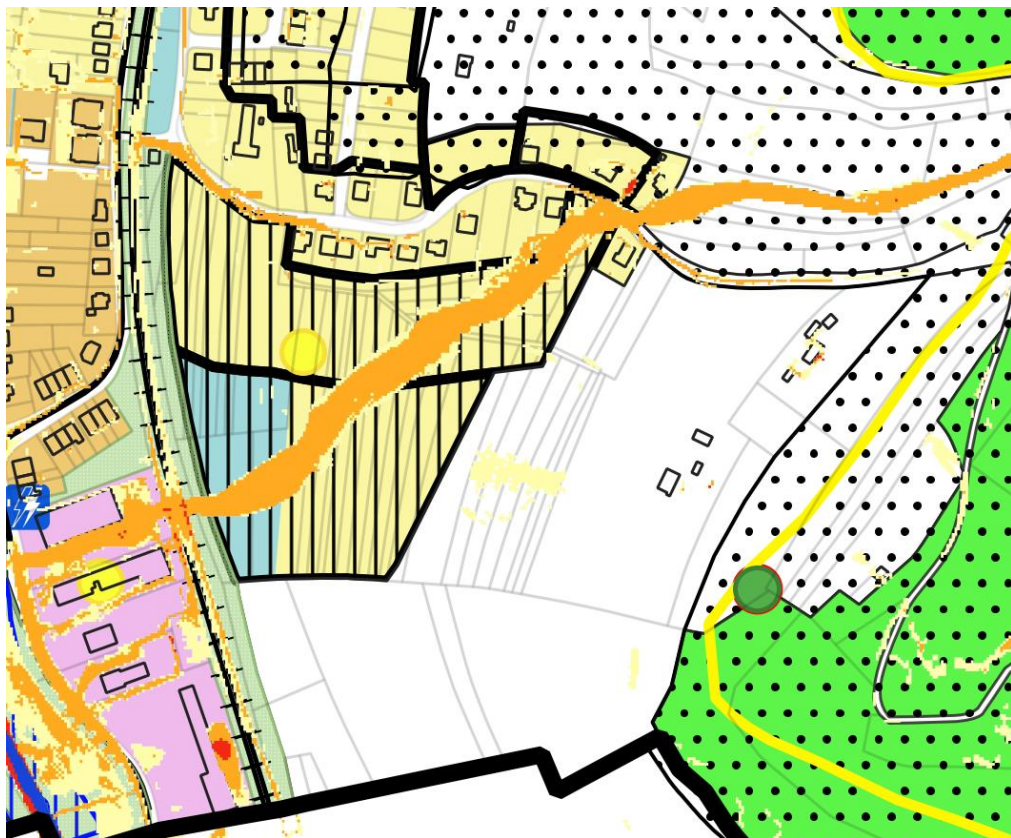


Figure 15: Extrait du PAG en cours de validation (source : Zeyen Baumann)
Exemple d'une interpolation de zone à urbaniser avec la carte de danger de fortes pluies

3.7 Analyse "Etude Générale", prise en compte des informations existantes sur la capacité du réseau de canalisation de la commune (existant et planifié) et des mesures pour l'évacuation des eaux des zones extérieures (consultation du syndicat d'évacuation des eaux et des techniciens communaux)

Une étude générale du réseau d'assainissement de la commune de Walferdange a été réalisée par le bureau d'ingénieurs S&A en 2014 et a abouti à l'établissement d'un plan directeur (disponible en annexe 9) qui propose des mesures d'assainissement visant à améliorer la situation hydraulique de la commune. Contrairement à la carte de danger de fortes pluies de l'AGE, l'utilisation d'une pluie de référence de type "Blockregen" d'intensité 150 l/s-ha pendant 15 minutes fut utilisée (temps de retour 2,5 ans).

Les cartes de danger de fortes pluies ne prenant pas en compte le réseau d'assainissement de la commune, il est intéressant d'utiliser certaines données de l'étude générale pour l'état existant et future dans le but principal d'identifier les mesures complémentaires aux deux études. Par exemple, une mesure déjà identifiée de collecte et d'évacuation de certaines quantités d'eau de ruissellement provenant de surfaces externes dans l'étude générale pourra être présentée comme efficace ou partiellement efficace pour limiter les dangers liés aux fortes pluies (voir Figure 16).

Ceci dit, les modèles de pluies utilisés pour l'étude hydraulique sont de bien plus faible envergure que celle de la carte de danger de fortes pluies (temps de retour 2,5 ans ≠ 100 ans), donc les mesures de l'étude hydraulique n'ont pas vocation à éliminer les risques des pluies torrentielles mais peuvent en réduire les dégâts pour des événements moins intenses.

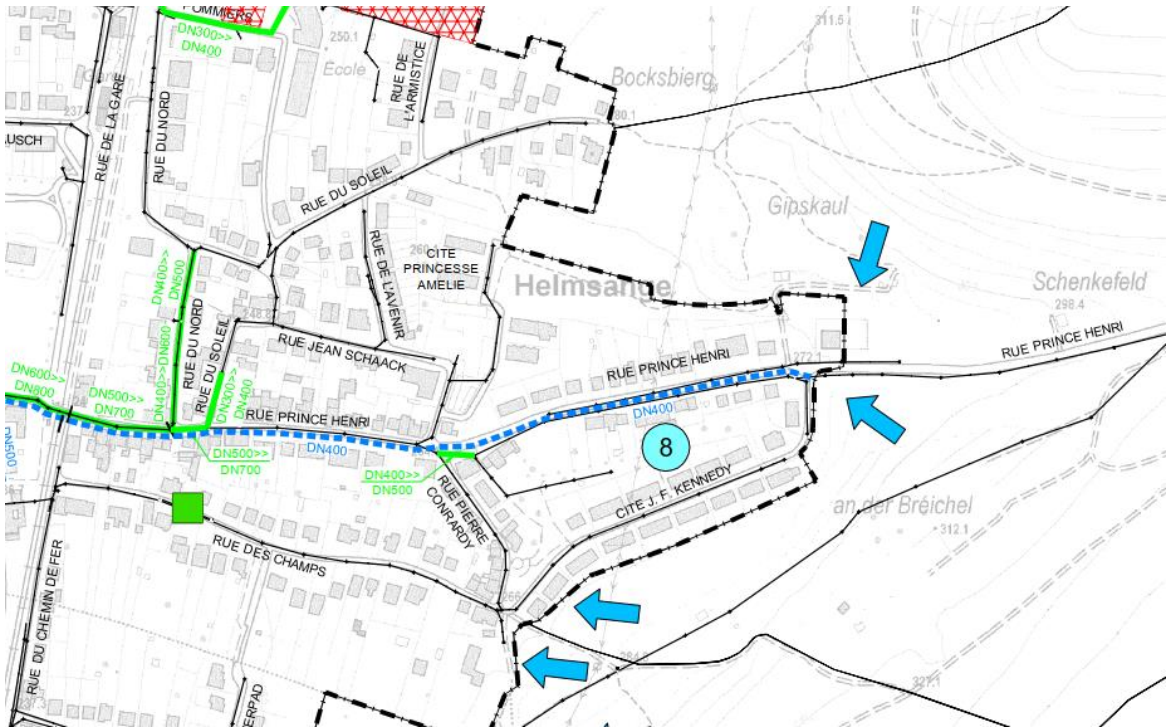


Figure 16: Extrait de l'étude hydraulique du réseau de canalisation de la commune (source: S&A)
Mesure permettant l'évacuation d'eau de ruissellement d'une surface externe

3.8 Analyse, évaluation et intégration des projets existants

Ce chapitre permet de faire l'état des lieux des mesures et/ou projets en cours ou déjà été réalisés qui ont un potentiel effet d'atténuation du risque lié aux fortes pluies dans la zone étudiée. Comme expliqué dans le chapitre 3.7 précédent, certaines de ces mesures peuvent provenir du plan directeur de l'étude générale, mais cela peut également être des mesures ponctuelles développées par le service technique de la commune ou des mesures plus globales comme des projets de renaturation.

Le tableau ci-dessous dresse une liste des projets:

Projet / Mesures	Origine	Date de réalisation
Mise en place d'une canalisation pour eaux pluviales DN400 dans la rue Prince Henri pour diriger les eaux de ruissellement des surfaces externes directement vers l'Alzette	Etude générale - 2014	Non réalisé
Mise en place d'une canalisation pour eaux pluviales DN400 pour débrancher les eaux de ruissellement de la rue Jean Mercatoris	Etude générale - 2014	Non réalisé
Mise en place d'une canalisation pour eaux pluviales DN500 dans la rue du Nord	Etude générale - 2014	Non réalisé

Projet / Mesures	Origine	Date de réalisation
Construction d'un bassin d'orage et d'un axe eaux pluviales DN800 dans la <i>rue des Prés</i> à Helmsange	Etude générale - 2014	Chantier en cours (mise en service 2023)
Construction d'un bassin d'orage et d'un axe eaux pluviales DN800 dans la <i>rue des Prés</i> à Helmsange	Etude générale - 2014	Chantier en cours (mise en service 2023)
Prolongement de l'axe eaux pluviales existant dans la <i>rue de l'Europe</i> vers l' <i>Alzette</i>	Etude générale - 2014	Projet en cours (chantier prévu en 2024)
Construction d'un bassin d'orage dans la <i>rue de Bridel</i> à Bereldange	Etude générale - 2014	Projet en cours (chantier prévu en 2024)
Construction d'un bassin de rétention de 2.000 m ³ au nord de la Cité Aline Mayrisch	Service technique ACW - 2020	Projet en cours (chantier prévu en 2023)
Fossé drainant aux abords de la <i>rue de la Paix</i>	Service technique ACW - 2021	Réalisé
Modification des bordures <i>rue de la Montagne</i>	Service technique ACW - 2021	Réalisé
Renaturation de l' <i>Alzette</i>	AGE	Partiellement réalisé en 2002
Construction de bassins de rétention pour les nouveaux PAP	AGE	En continu

La réalisation des projets, listés ci-dessus, et provenant de l'étude hydraulique auront un impact important sur la capacité du réseau d'assainissement à mieux débrancher les eaux provenant des zones externes et donc limiter, dans une certaine mesure, leur écoulement en surface.

La renaturation de l'*Alzette* a un effet significatif sur les événements de crues fluviales modérées. La finalisation de la renaturation sur l'ensemble du tracé prévu améliorera également la situation. Cependant, elle n'a pas d'impact sur les impacts des pluies torrentielles en amont.

La construction de bassins de rétentions dans les projets futurs d'aménagement permet également de limiter l'impact des pluies torrentielles en permettant un effet tampon dans le réseau de canalisation et donc de lisser l'à-coup hydraulique qui provoque les crues. Cependant, sur le scénario des cartes de danger de fortes pluies de l'AGE (60 minutes – 100 ans), son efficacité est limitée (bassin de rétention non dimensionnés pour cet événement).

3.9 Détermination des voies d'écoulement

En corrélation entre les cartes topographiques, les données du LIDAR et la carte de danger de fortes pluies de l'AGE, des voies d'écoulement principales ont été identifiées et sont réunies dans le plan en annexe 10. Ces voies d'écoulement sont donc les principales zones à risques de transit des eaux pluviales dans la commune de Walferdange et permettent de participer à la délimitation des zones d'accumulation ou "Hotspots" (voir chapitre 4.) pour cibler au mieux les mesures à préconiser pour la situation existante mais aussi future (développement urbanistique dans les voies d'écoulement).

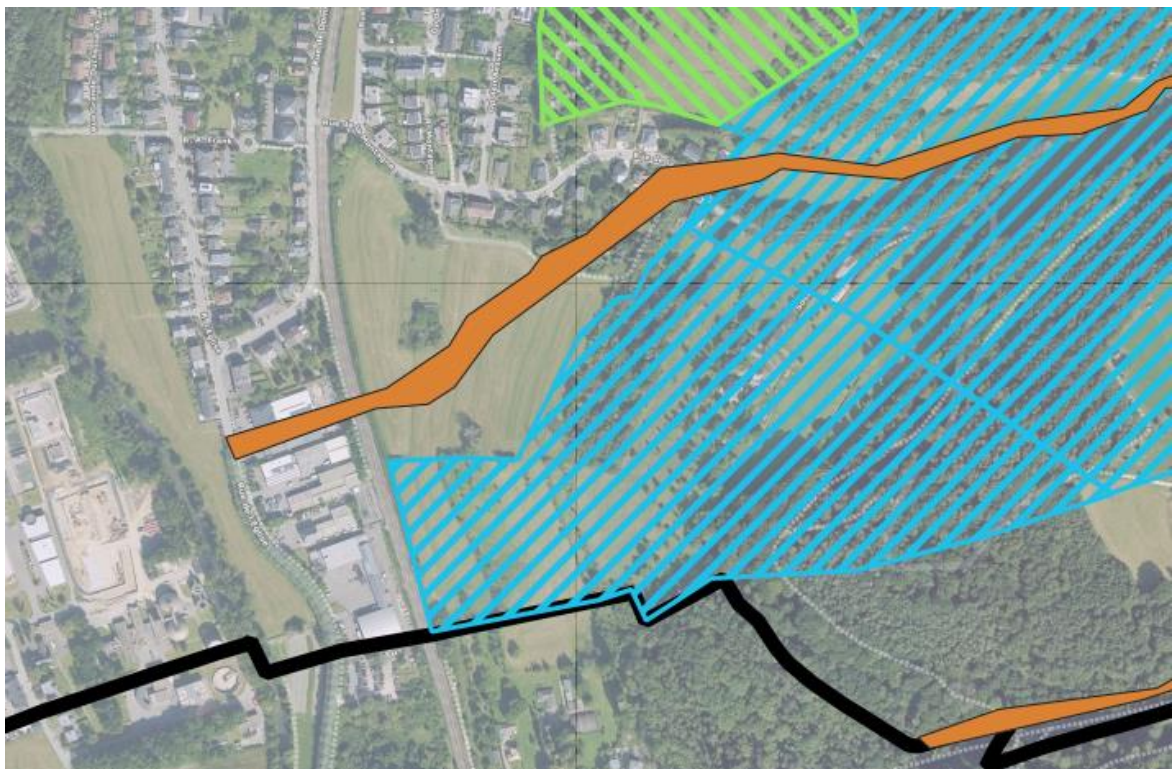


Figure 17: Exemple d'une voie d'écoulement dans la commune de Walferdange

3.10 Collecte de données auprès des habitants

Suite aux événements du 14.07.2022 et dans le but de rassembler le plus d'informations et de données possibles pour la rédaction de ce rapport, l'ACW, en collaboration avec le bureau d'ingénieurs S&A, a transmis aux habitants de la commune un formulaire (version vierge disponible en annexe 3). Ce formulaire a permis aux habitants de fournir les informations suivantes à la commune:

- présence d'une ou plusieurs pièces de l'habitation en dessous du niveau de la rue;
- type d'événements rencontrés (orage/fortes pluies ou pluie diluviennes) et date d'occurrence;
- problèmes consécutifs à ces événements (reflux d'eaux par canal, siphons ou entrée d'eau par le garage, l'entrée);
- présence d'un système de protection individuelle contre les inondations (clapet, pompe ou autre);
- informations supplémentaires à l'appréciation de chacun.

Tous les habitants n'ont bien évidemment pas répondu mais un total de 291 formulaires sont parvenus en retour à la commune. En effet les habitants non concernés n'ont le plus souvent pas répondu. L'ensemble des informations transmises par les habitants sont réunis dans le tableau en annexe 11.

Pour mieux visualiser ces retours d'informations, les habitants ayant eu des problèmes de reflux et/ou d'arrivée d'eau de surface ont été corrélés avec les aléas de danger de fortes pluies de l'AGE sur la carte en annexe 12. Cela permet également d'affiner la délimitation des zones de dégâts potentiels pour les pluies torrentielles.

4 ANALYSE DES RISQUES

Dans ce chapitre et comme expliqué en chapitre 3.2, l'analyse des risques a été réalisée en utilisant le scénario médian 60 min; 100 ans sur les 3 scénarios disponibles. D'ailleurs, c'est le scénario disponible publiquement sur le www.geoportail.lu. En effet, suite à l'établissement de la matrice de risques et de la carte d'aléa, l'objectif est de déterminer les zones d'accumulation ou d'écoulements des pluies torrentielles ainsi que des zones de dégâts résultantes. Il y sera également identifié des zones de potentielles rétentions. Tout cela est réalisé pour la situation existante mais une analyse supplémentaire est également faite pour la situation projetée, c'est-à-dire les zones destinées à être urbanisées. Ce chapitre n'est alors pas réellement une analyse de risque au sens stricte, puisqu'elle a déjà été réalisée, mais plutôt une interprétation.

4.1 Analyse de risque des zones urbanisées (situation existante)

4.1.1 Délimitation des zones d'accumulation

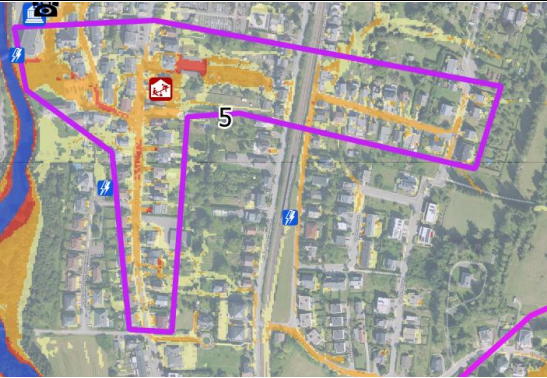
Les zones d'accumulation peuvent être visualisés sur la carte de danger de fortes pluies fournis par l'AGE et disponible en annexe 13. En effet, comme décrit par les propriétaires de cette carte, cette dernière montre *l'écoulement de l'eau en scénario de crues subites* et donc les zones d'accumulation. La comparaison entre ces zones d'accumulation et les voies d'écoulement ainsi que les cartes topographiques démontrent une corrélation logique et certaine. Même si dans un scénario d'occurrence 100 ans -1 heure, le réseau de canalisation serait bien évidemment saturé, il permettrait d'évacuer une partie des eaux de ruissèlement et donc d'atténuer le phénomène. Cependant, aucun calcul supplémentaire n'a été demandé pour intégrer le réseau de canalisation.

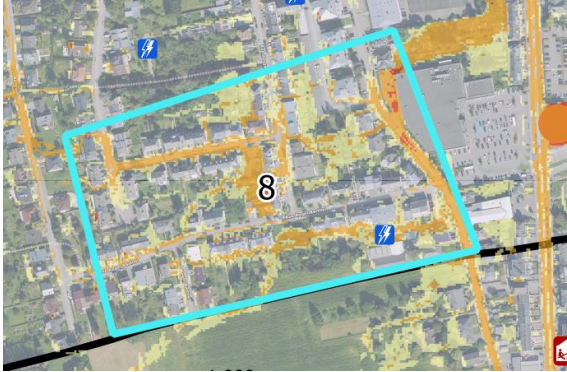
Une majeure partie des zones d'accumulation révélée par cette carte ne sont pas nécessairement des zones de potentiels dégâts pour les infrastructures privées (maisons, résidences), commerciales ou publiques. Le chapitre suivant procède à la délimitation, au sein de ces zones d'accumulation, des zones de dégâts.

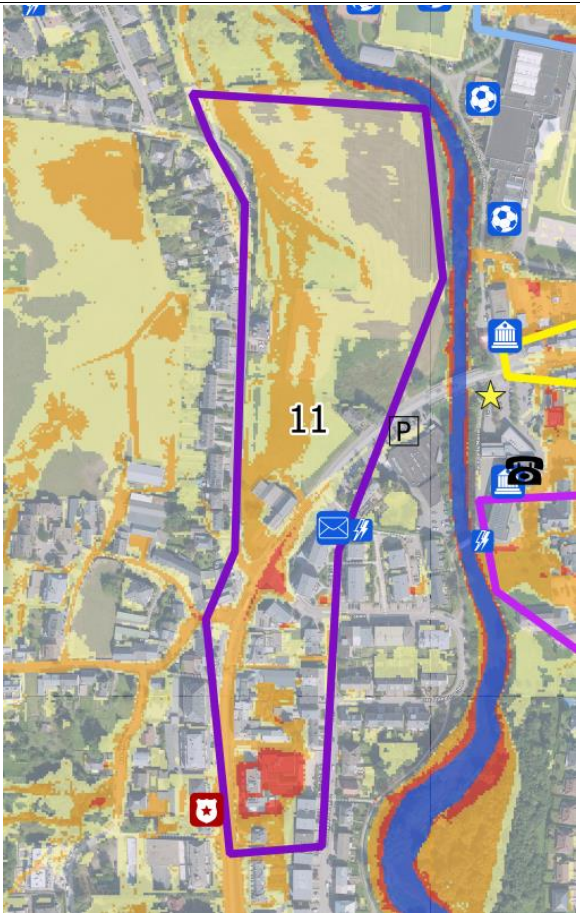
4.1.2 Délimitation des zones de dégât avec potentiel de dommages

Les zones de dégâts ont pu être définis en visualisant les aléas de la carte fournis par l'AGE (zones d'accumulation) est en la corrélant aux cartes topographiques, aux retours des problèmes détectés par les habitants et aux visites faites sur place. Un total de 11 Hotspots et 3 cas particuliers ont donc été identifiés dans la zone d'étude:

N°	Localité	Surface	rues concernées	Extrait carte
1	Helmsange	6 ha	rue des Prés, route de Diekirch, rue Paul Elvinger	

N°	Localité	Surface	rues concernées	Extrait carte
2	Helmsange	1,4 ha	rue du Nord	
3	Helmsange	4,7 ha	rue Charles Rausch, rue des Nations Unis, route de Diekirch	
4	Helmsange	8 ha	rue Prince Henri, rue de la Gare, route de Diekirch	
5	Walferdange	8 ha	rue des Sources, Iwwert dem Geierpad, rue du Chemin de Fer, rue de Dommeldange, rue de l'Eglise, rue Josy Welter	
6	Walferdange	3 ha	rue de la Montagne	

N°	Localité	Surface	rues concernées	Extrait carte
7	Walferdange	3,6 ha	rue de l'Eglise	
8	Bereldange	7,3 ha	rue Roger Barthel, rue Neuve, rue Michel Rodange, rue des Jardins, rue du X Octobre	
9	Bereldange	10,3 ha	rue de l'Europe, rue de la Paix, rue de l'Orée du bois, rue de Bridel	
10	Bereldange	4,4 ha	rue Michel Lentz, An de Spätzlecken	
N°	Localité	Surface	rues concernées	Extrait carte

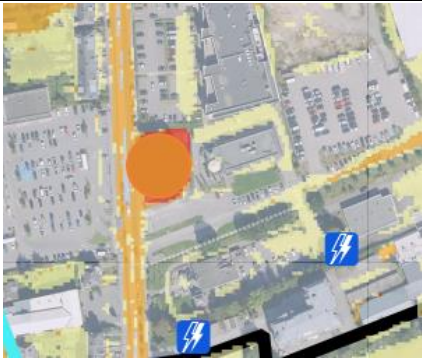
11	Bereldange	8 ha	route de Luxembourg, Cité Grand-Duc Jean	
----	------------	------	---	---

On remarque, en visualisant le plan des maisons affectées par l'évènement de juillet 2021 en annexe 12, que de nombreux dégâts ont eu lieu dans ces Hotspots. Que ce soit par un reflux des eaux issues des siphons et ou de la canalisation ou bien l'entrée des eaux par la surface, les dégâts sont même globalement concentrés dans ces zones Hotspots. On peut donc en déduire que ce sont bien les zones de dégâts principales à considérer dans la zone d'étude pour l'étude des évènements de pluies torrentielles.

A noter que pour les Hotspots proches de l'*Alzette* et donc dans les zones inondables HQ100, l'effet de la crue fluviale de juillet 2021 a aussi eu un impact sur les dégâts aux habitations.

Pour chaque Hotspot, un plan spécial avec indication, pour chaque maison ou bâtiment, de la présence ou non d'une rampe d'accès (surélevé ou en pente) à un garage est disponible en annexe 14.

D'autres zones ponctuelles présentent également des risques de dégâts, ces dernières ont été classés comme "cas particuliers". Ils sont listés dans le tableau ci-après:

N°	Localité	Adresse	Type de bâtiment	Extrait carte
1	Bereldange	104, route de Luxembourg	Ecole de Bereldange	
2	Bereldange	113, route de Luxembourg	Bâtiment commercial et résidentiel "Les Naïades"	
3	Helmsange	78, rue Jean Mercatoris	Bâtiment résidentiel	

Ces "cas particuliers" ont été détectés sur la carte de danger de fortes pluies car ils présentaient un risque très élevé, majoritairement dû à la présence d'une rampe de garage importante (cas 3 et 4) ou la présence d'un parking souterrain (cas 1 et 2). D'ailleurs parmi ces derniers, les cas 1, 3 et 5 ont subi des dégâts importants en juillet 2021.

A noter également un cas isolé et exceptionnelle du "Sossenhaff", se situant proche de la *rue de la Montagne*, qui ne présentait pas à priori de risque de dégât et ne se trouvait pas sur une voie d'accumulation et qui a subi des dégâts importants lors de l'évènement de juillet 2021. On peut donc considérer que cette zone isolée est sensible aux pluies torrentielles.



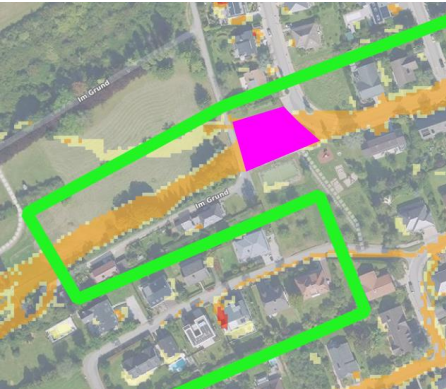
Figure 18: Cas isolé du "Sossenhaft"

Des mesures d’atténuation sont étudiées et proposées dans le chapitre 5 via l’établissement d’un catalogue de mesures collectives et individuelles et d’un plan directeur.

4.1.3 Délimitation des zones de rétention potentielle des pluies torrentielles dans le bassin versant

Au sein de la zone étudiée, des zones de rétention potentielles peuvent être identifiées proches des zones d’accumulation. Ces zones de rétention doivent se situer suffisamment en amont de groupes d’habitations pour avoir un effet tampon et donc d’atténuation potentielle et également une situation topographique propice (faible pente). Elles sont listées dans le tableau ci-après:

N°	Localité	LUREF	Volume estimée	Extrait carte
A	Bereldange	76351E 80347N	1.000 m³	

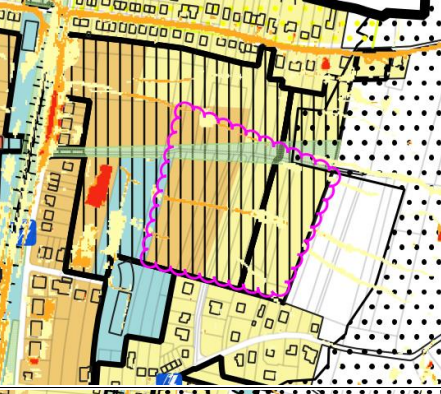
N°	Localité	LUREF	Volume estimée	Extrait carte
B	Bereldange	75812E 80069N	1.200 m ³	
C	Bereldange	76173E 79868N	400 m ³	
D	Bereldange	76731E 79988N	1.000 m ³	
E	Bereldange	76935E 80139N	400 m ³	

N°	Localité	LUREF	Volume estimée	Extrait carte
F	Bereldange	76958E 80580N	4.000 m³	
G	Walferdange	77971E 79985N	300 m³ Topographie difficile	
H	Walferdange	77630E 77955N	500 m³	

4.2 Analyse des risques des zones destinées à être aménagées (situation projetée)

La visualisation des aléas de pluies torrentielles sur le PAG projetée de la commune de Walferdange (voir plan en annexe 8) permet d'identifier des zones à aménager dans le périmètre qui seraient de potentiels zones de dégâts futurs. De plus, le développement de ces zones sans prises en compte de ces aléas peut conduire au déplacement du danger vers d'autres zones, qui au préalable, n'étaient pas concernées. Le tableau suivant rassemble les zones sensibles identifiées:

Localité	rues concernées	Description	Extrait carte
Bereldange	Im Grund	Passage d'une voie d'accumulation de pluies torrentielles au cœur d'une surface amenée à être urbanisée. → Risque élevé dans cette parcelle + report du risque sur les habitations avoisinantes	
Bereldange	rue Batty Weber	Passage d'une voie d'accumulation de pluies torrentielles en bordure d'une surface amenée à être urbanisée. → Risque modéré dans cette parcelle	
Bereldange	rue de Bridel	Passage d'une voie d'accumulation et de zone de rétention potentielles de pluies torrentielles sur 3 parcelles amenées à être urbanisées. → Risque très élevé dans cette parcelle	
Bereldange	Entre la rue de Steinsel et l'Alzette	Cette parcelle destinée à être urbanisée présente le désavantage de se situer en zone inondable et également en zone de passage d'une voie d'accumulation des pluies torrentielles. → Les risques sont élevés et peuvent également entraîner un report du risque sur les habitations avoisinantes	

Localité	rues concernées	Description	Extrait carte
Bereldange	rue Roger Barthel	Passage d'une voie d'accumulation de pluies torrentielles au cœur d'une surface amenée à être urbanisée. → Risque moyen dans cette parcelle + report du risque sur les habitations avoisinantes	
Helmsange	Entre la rue Jean Mercatoris et la route de Diekirch	Passage d'une petite voie d'accumulation de pluies torrentielles sur une surface amenée à être urbanisée. → Risque cependant faible dans cette parcelle	
Helmsange	rue de l'Armistice	Passage d'une voie d'accumulation de pluies torrentielles sur une surface amenée à être urbanisée. → Risque moyen de dans cette parcelle	
Walferdange	Entre la rue de la Montagne et les voies CFL	Passage d'une voie d'accumulation importante de pluies torrentielles sur deux surfaces amenées à être urbanisées. → Risque très élevé dans cette parcelle	

L'intégration de ces risques est primordiale dans la politique d'urbanisation de la commune pour permettre la réduction des zones futures de danger concernant les phénomènes de pluies torrentielles. Cela se traduit par un partage d'informations avec les développeurs et promoteurs de ces zones dès les prémices des projets mais également par le respect de la mise en place de mesures préventives qui limiteront l'impact de ces événements futurs sur ces nouvelles constructions. Pour les zones destinées à être aménagées, la proactivité prime est moins coûteuse à long terme.

Le tableau en annexe 15 rassemble l'analyse des risques réalisé dans ce chapitre.

L'identification des zones de dégâts pour les situations existante et projetée faites, un catalogue de mesures préventives et curatives est proposé dans le chapitre suivant.

5 ELABORATION D'UN CATALOGUE DE MESURES

Plusieurs types de mesures pourront être envisager pour contribuer à la réduction d'impact des fortes pluies et des crues soudaines.

5.1 Mesures infrastructurelles

- Mesures constructives:

Pour faire face à des événements de pluies torrentielles sur des zones urbaines, des mesures constructives sont envisageables tels que:

- Bassin de rétention: un ouvrage de rétention aura pour objectif de casser les voies d'écoulement et de tamponner les débits extrêmes provenant des pluies torrentielles;
- Digues: ces constructions permettent à la fois de dévier des voies d'écoulements et de protéger des bâtiments;
- Fossé urbain: en complément des canalisations d'évacuation des eaux urbaines, les fossés urbains permettent de canaliser les grands débits d'eaux de surface provenant des pluies torrentielles;
- Augmentation des hauteurs de bordures: des bordures plus hautes permettent de retarder et limiter les débordements des eaux de surfaces depuis les routes vers les accès privées des bâtiments et préserver un écoulement contrôlé dans ces mêmes routes;



Figure 19: Exemple de mesures constructives (fossé urbain et bordures hautes)

- Mesures basées sur la nature:

L'une des mesures la plus logique et attendue concernant les mesures d'atténuation des crues basé sur la nature, reste les campagnes de renaturation des cours d'eaux. Les renaturations des cours d'eau permettent un rétablissement des conditions naturelles ainsi qu'une augmentation du potentiel de rétention en cas de crues. Laissant la chance au ruisseau de se développer d'une manière naturelle, la vitesse d'écoulement se réduit automatiquement et des plaines alluviales peuvent se former, créant ainsi une surface inondable, sans causer des dégâts.

La renaturation de l'*Alzette* entre Walferdange et Steinsel a été réalisé, en partie, en été 2002. Sûr deux tronçons (voir Figure 19) et une longueur totale de 1,5 km, le lit de la rivière a été élargi et le fond du cours d'eau a été surélevé pour empêcher une incision plus profonde du ruisseau. Dépendent du relief et des zones de lotissement côtoyant l'*Alzette*, la largeur maximale des travaux d'excavation était de 190 m.

La renaturation a un impact positif sur les crues fluviales mais également sur les pluies torrentielles. Il serait donc opportun de poursuivre cette renaturation sur les tronçons restants dans la commune de Walferdange. La réalisation de la renaturation sur les communes voisines et plus globalement sur l'ensemble de la vallée de l'*Alzette* aura également un impact positif à long terme sur la situation des crues fluviales dans la commune de Walferdange.

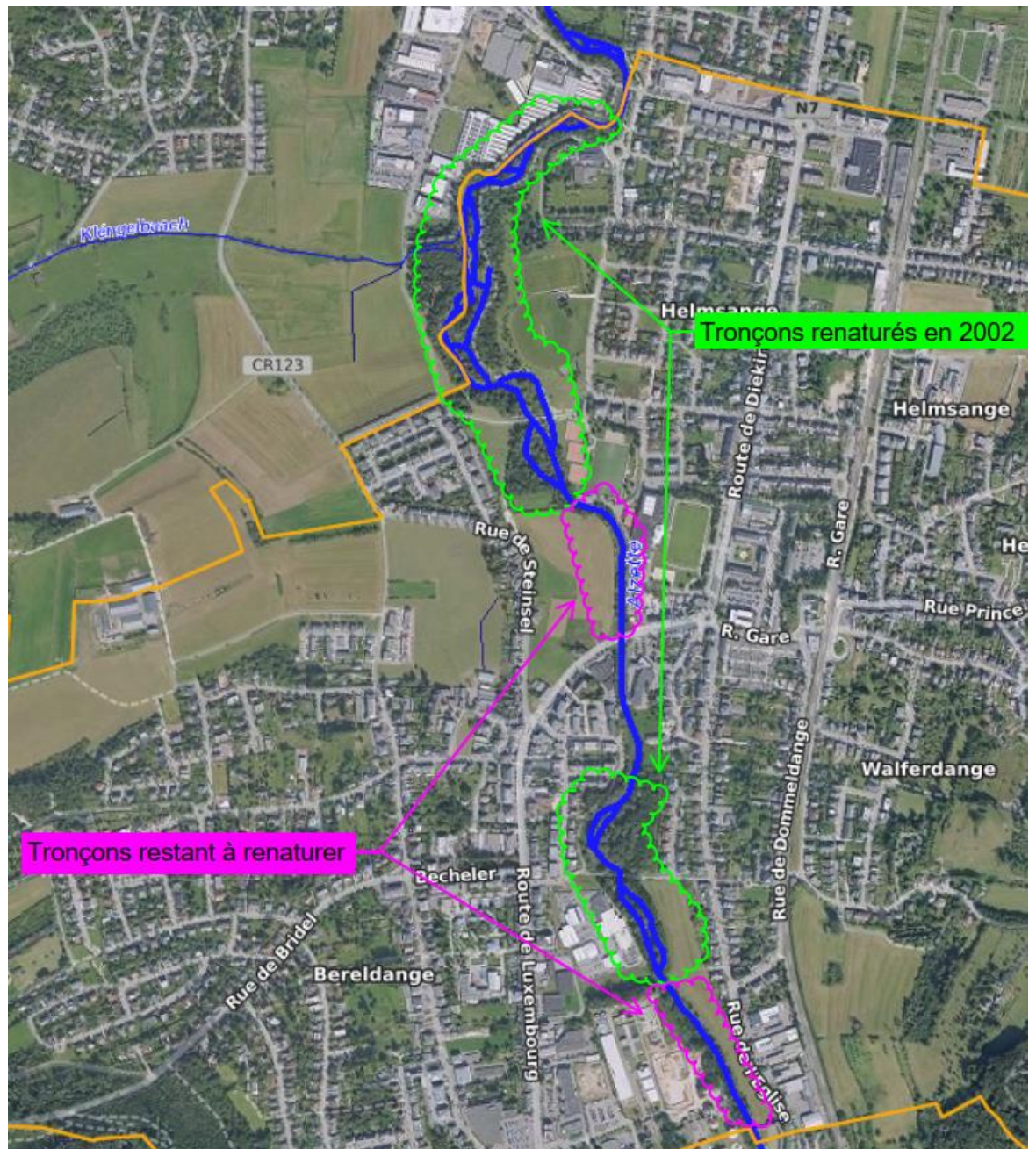


Figure 20: Tronçons de l'Alzette renaturés en 2002

De même, d'autres mesures en relation avec la nature peuvent être envisagées pour ralentir l'écoulement de surface, créer des rétentions naturelles ou diminuer les volumes d'eaux de ruissèlement:

- Mesures rurales et agricoles:
 - Création de terrasses sur les surfaces agricoles (voir Figure 21) qui se tirent sur des longues collines inclinées, permettant de réduire ainsi l'écoulement d'eau superficiel autant que l'érosion. Les pentes sont donc réduites les terrasses permettent de réduire la vitesse d'écoulement en amont et donc "casser" les voies d'écoulement. Bien évidemment, ces mesures ne sont pas évidentes à mettre en place car elles doivent s'intégrer dans les pratiques agricoles locales et obtenir des conventions avec les propriétaires terriens.

- Restauration de la capacité d'infiltration des sols et augmentation de la rugosité de surface pour augmenter à la fois le délai d'écoulement des eaux superficiels et le volume d'eau capable d'être absorbé avant saturation. Cela peut se faire par le paillage ou le semis direct (avec $\geq 30\%$ de couverture par le paillage), l'augmentation du recours à l'agriculture biologique ou de conservation et des méthodes associées (cultures pérennes, renoncement au travail du sol par labour ou via semi-labour, etc.).
- Cultivation perpendiculairement à la pente, parallèle à la ligne de niveau, afin de prévenir au mieux la formation de rigoles d'écoulement dans le sens de la pente. Des résistances à l'écoulement se forment à partir des structures en creux et des rainures, ce qui augmente l'infiltration et prolonge le chemin d'écoulement. Les rainures permettent de diriger l'écoulement de la surface vers une bande verte ou une dépression végétalisée. Il est donc possible de combiner plusieurs mesures.
- Réduction de la surface de terre arable brut dans les zones rurales en faveur de la re-végétalisation de ces mêmes surfaces pour réinstaller des éléments structurants du paysage. Cela permet d'augmenter les zones avec capacité d'infiltration plus élevée et qui peuvent réduire les vitesses d'écoulement des eaux. Par exemple la création de cuvettes d'écoulement végétalisée (voir Figure 22). La plantation de haies et de buissons denses transversales en basse vallée offre également des effets freinant et tampons et favorise l'infiltration des eaux dans les nappes (voir Figure 23).
- Préservation des zones humides existantes et des zones d'expansion des crues (zones inondables) pour leur faculté d'absorption des afflux d'eau.
- Création de fossés en cascades dans les zones externes pour activer des petits volumes de rétentions et diminuer les à-coups de débits vers les zones urbaines (voir Figure 24).



Figure 21: Exemple de terrasses sur surfaces agricoles (Seibert & Auerswald, 2020)

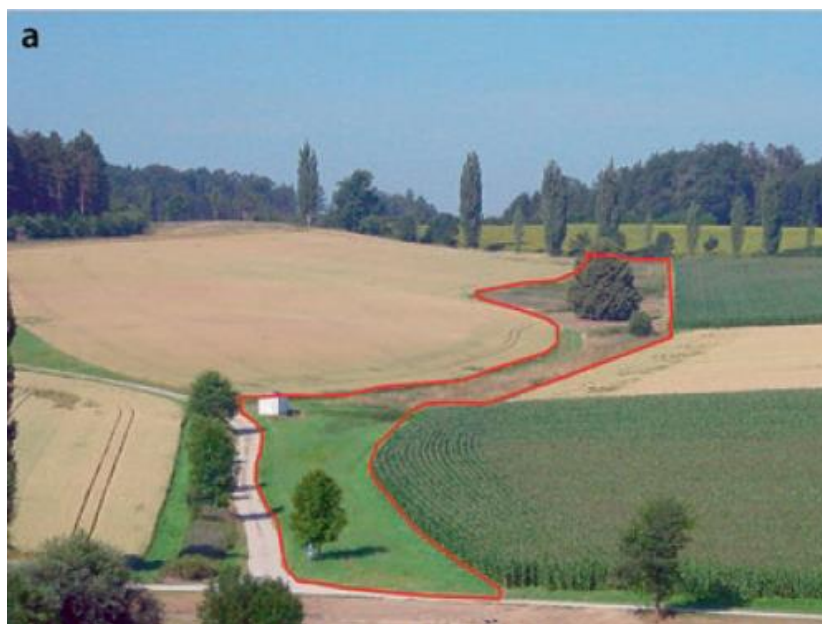


Figure 22: Exemple d'une cuvette d'écoulement végétalisée (Seibert & Auerswald, 2020)

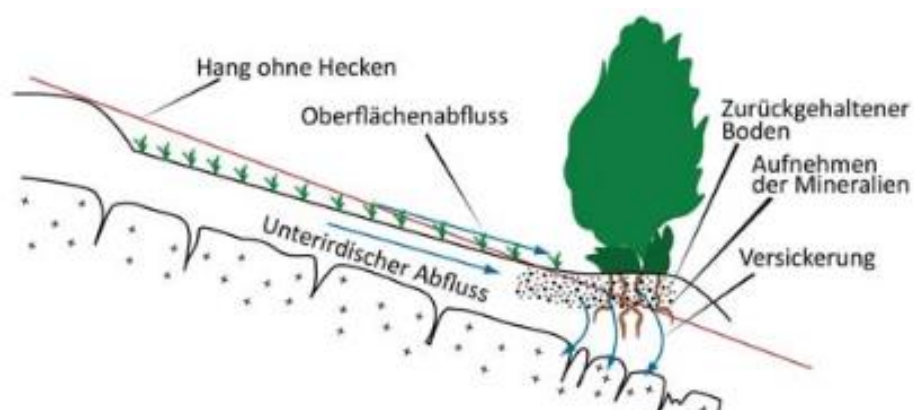


Figure 23: Protection contre l'érosion et effet tampon des haies et des buissons



Figure 24: Exemple d'aménagement de fossé en cascades

- Mesures urbaines:
 - Augmentation des toitures végétalisées pour réduire les volumes soudains d'eaux pluviales issues des évènements torrentiels. Ces espaces récepteurs, de stockage et de ralentissement de l'écoulement a un effet décisif sur les évènements soudains (réduction d'environ 30% de volume d'eau).
 - Désimperméabilisation des surfaces urbaines (cours d'école, trottoirs, parkings, etc.). La réduction de la surface imperméabilisée dans les zones urbaines va mécaniquement réduire les volumes d'eaux de ruissèlement et augmenter les surfaces d'infiltration. Des exemples concrets sont la revégétalisation des cours d'école et des places de village, privilégier les matériaux drainants (pavés, gravier, dalles écologiques, etc.) dans les espaces partagés comme les parkings et les trottoirs (voir Figure 25).

Toutes ces mesures urbaines ont également pour effet de rafraichir l'espace urbain et de créer des oasis naturelles de fraîcheur et de biodiversité, tout en conservant des lieux d'échanges et de transit.



Figure 25: Exemple de revégétalisation d'une cour d'école (Portland, Oregon)

- Prévention en matière d'aménagement du territoire:

Concernant l'aménagement du territoire, des actions de prévention sont possibles pour diminuer les impacts futurs des pluies torrentielles:

- Limiter l'urbanisation dans des zones à risques (notamment des risques doubles de pluies torrentielles et crues fluviales). En plus de mettre la zone construite en danger, l'urbanisation de ces zones ont un impact sur les zones avoisinantes (amplification et déplacement des aléas);
- Porter une attention particulière aux projets PAP nouveau quartier pour y inclure des mesures de limitation des risques (végétalisation des espaces de vie partagés, privilégier les matériaux drainants et les toitures végétalisées, réduire les surfaces imperméabilisées, etc.), mais également obliger les promoteurs à justifier la prise en compte des pluies torrentielles dans leur projet.
- Prévenir, informer et alerter les demandeurs de permis de bâtir privés sur les dangers des pluies torrentielles sur leurs parcelles en insérant, dans le permis délivré, une carte "zoom" des aléas au niveau de leur projet, etc.
- Ou même prendre en compte les risques d'inondation dans le cadre de l'analyse des demandes de permis de bâtir.
- Identifier et ajouter des zones de rétention potentielles au PAG. Ces zones seraient alors aménagées en zone de rétention/végétalisation pour casser les voies d'écoulement et réduire les effets d'à-coup.

- Mesures individuelles de protection des biens

Dans de nombreux cas, des mesures collectives, qu'elles soient constructives ou basés sur la nature, ne sont pas adaptés. Il faut alors procéder à une analyse de cas par cas pour chaque bâtiment ou immeuble pour y adapter des mesures individuelles de protection des biens ("Objektschutz") via l'installation de systèmes. Un poster explicatif et didactique rassemblant une grande partie des systèmes disponibles pour protéger les biens de manière individuelle est disponible en annexe 16. Des QR-codes peuvent être flashés pour accéder au contenu explicatif de chaque système, en français ou en allemand Ces mesures sont autant applicables pour les potentiels dégâts liés aux pluies torrentielles, l'objet de ce présent rapport, que pour les crues fluviales.

Il existe donc les systèmes suivants:

- ✓ Protection contre le refoulement:
 - différents types de clapets anti-retours;
 - clapet anti-retour combiné avec une pompe d'évacuation;
- ✓ Protection contre une remontée de la nappe:
 - puisard avec pompage;
 - étanchéification des caves;
- ✓ Protection contre les infiltrations par pression d'eau:
 - cousin autogonflant avec pompage;
 - étanchéification des caves;

- ✓ Protection contre les infiltrations d'eau provenant des conduites/câbles d'alimentation:
 - joint d'étanchéité pour les traversées murales;
 - mousse expansive;
- ✓ Protection des cours anglaises et fenêtres:
 - fenêtre étanche;
 - cloison amovible pour fenêtres ou cours anglaises existantes;
 - rehaussement des cours anglaises (mur d'enceinte);
- ✓ Protection des accès souterrains:
 - batardeau amovible;
 - portail fixe et étanche à l'eau;
 - cloison amovible;
 - porte étanche à l'eau;
- ✓ Protection des rampes de garages et sous-sol:
 - batardeau amovible;
 - porte de garage fixe et étanche à l'eau;
 - cloison amovible;
 - carrière de protection automatique;
 - portail fixe et étanche à l'eau;
 - coussin autogonflant;
 - Flashwall ou tubewall;



Figure 26: Exemples de système de protection individuelle (poster S&A)

Chacune des mesures proposées (non exhaustives) présentent des avantages et des inconvénients en fonctions de la configuration du bâtiment ou de l'immeuble à protéger. Des analyses réalisées au cas par cas par un expert sont nécessaires pour mieux choisir le ou les systèmes adéquates.

Il est important de noter que ces mesures individuelles peuvent faire l'objet de subventions étatiques de la part du Fonds pour la Gestion de l'Eau à hauteur d'un maximum de 75% des coûts d'investissement avec un plafond de 20.000 € pour les maisons individuelles, 45.000 € pour les immeubles d'habitations et 75.000 € pour les bâtiments à vocation commerciales/économique, culturel et/ou publique. Un document explicatif rassemblant les conditions d'obtention, établi par l'AGE le 12.07.2022, est disponible en annexe 15.

5.2 Mesures organisationnelles

En complément aux mesures infrastructurelles décrites dans le chapitre précédent, des mesures dites organisationnelles sont également nécessaires. Les mesures organisationnelles peuvent se traduire par l'intégration de nouveaux outils de gestion ou des changements au niveau des méthodes de travail comme la mise en place ou la mise à jour de procédures, la création de cellule de crise, etc.

Les mesures organisationnelles suivantes ont été identifiées comme pertinentes pour la commune de Walferdange:

- mise à jour des fréquences de nettoyage des avaloirs et fossés avec ajout de campagnes avant les saisons propices aux pluies torrentielles (1 en avril + 1 en septembre);
- rédaction d'une procédure globale de gestion de crise pour les événements de pluies torrentielles ou de crues fluviales:
 - o détermination de cotes d'alerte;
 - o identification des rues à barrer;
 - o identification et inventaire du matériel disponible et affectation aux zones à risque;
 - o inventaire des maisons / bâtiments communaux à risque;
 - o mise en place d'un centre d'appel d'urgence;
 - o mise en place de mesures de soutien aux sinistrés (plan d'évacuation, assistance pour l'évacuation des déchets, etc.);
- mise en place d'une plateforme d'aide aux habitants pour la demande de subside auprès du Fond de la Gestion de l'Eau pour s'équiper contre les pluies torrentielles ou les crues fluviales;
- communication régulière auprès des administrés sur les évolutions des mesures concernant la protection contre les aléas des pluies torrentielles;
- communication renforcée sur la nécessité de la mise en place de systèmes de protection individuelle pour les habitations à risques (listées dans le registre des risques disponible en annexe 15 et poster explicatif en annexe 16) et des aides et subventions étatiques disponibles.

6 MESURES PRÉCONISÉES POUR ACW

Ci-après, un ensemble de mesures sont proposées pour atténuer les risques de dégâts liés aux fortes pluies dans chacun des "Hotspots" identifiés ainsi que pour les cas particuliers.

➤ **Hotspot n° 1: rue des Prés / Zone PIDAL**

- Mesures constructives
 - ✓ Surélévation des bordures dans la *rue des Prés* (actuellement 3 cm)
 - Efficacité estimée: **Faible**
- Mesures basées sur la nature
 - ✓ Limitation au minimum des surfaces scellés (aménagement des zones de parking et stationnement avec pavé drainant ou dalles gazon)
 - Efficacité estimée: **Faible**
 - ✓ Suppression des bordures autour des ilots de verdure dans la *rue des Prés* pour faciliter l'écoulement libre des eaux
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
- Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ La borne de recharge pour véhicules électriques se trouve dans une zone à risque, son déplacement est à étudier avec le gestionnaire de la borne.
- Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 5, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 27,33 et 35 *rue des Prés* ainsi qu'au n° 3 et 7 *rue Paul Elvinger* présentent des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**

➤ **Hotspot n° 2: rue du Nord**

- Mesures constructives
 - ✓ Augmentation des infrastructures de captage des eaux de ruissèlement au niveau de la cuvette topographique devant les habitations existantes (aco-drain ou caniveau haute absorption)
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
- Mesures basées sur la nature
 - ✓ Aucune
- Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Une zone de PAP est prévue en amont du Hotspot 2. Des mesures seront nécessaires pour limiter les impacts des pluies torrentielles provenant des zones externes sur cette zone de construction projetée (fossé + guidage des eaux indépendamment jusqu'à l'axe d'eaux pluviales dans la *rue du Nord*)
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 80, 82, 84, 86, 88 et 90 *rue du Nord* présentent des risques élevés qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**

➤ **Hotspot n° 3: rue des Nations Unis**

- Mesures constructives
 - ✓ Création d'un bassin de rétention dans la zone dépressionnaire existante entre le "Hall omnisport Prince Henri" et le parking de la rue (parcelle 1060/1552)
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
- Mesures basées sur la nature
 - ✓ Limitation au minimum des surfaces scellées (aménagement des zones de parking et stationnement avec pavé drainant ou dalles gazon)
 - Efficacité estimée: **Faible**
 - ✓ Suppression des bordures autour des ilots de verdure dans la *rue Charles Rausch* pour faciliter l'écoulement libre des eaux
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
- Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ La parcelle cadastrée 957/2630 semble faire office de bassin de rétention naturelle dans le Hotspot. Il faudra donc étudier l'impact de l'aménagement de cette parcelle sur la voie d'écoulement pour limiter le transfert de risques aux parcelles voisines
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
- Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 5, 7, 8, 10 et 16 *rue Charles Rausch*, au n° 36, 38, 39 et 41 *route de Diekirch* ainsi qu'au n° 4, 7, 8, 10, 11, 12 et 14 *rue des Nations Unis* présentent des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**

➤ **Hotspot n° 4: rue Prince Henri / rue de la Gare**

- Mesures constructives
 - ✓ Mise en place d'une signalisation pour prévenir les automobilistes et piétons du risque de pluies torrentielles dans le souterrain passant sous les voies CFL
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
- Mesures basées sur la nature
 - ✓ Mise en place de fossé en cascade en amont du Hotspot le long du CR125 dans la zone forestière pour permettre l'activation de plusieurs petites zones de rétentions et également d'absorber les à-coups de débit provenant de la zone externe
 - Efficacité estimée: **Elevée**
 - ✓ Suppression des bordures autour des ilots de verdure dans la *rue Prince Henri* pour faciliter l'écoulement libre des eaux
 - Efficacité estimée: **Moyenne**

- Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Aucune;
- Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 5, 13, 14, 41 et 94 *rue Prince Henri* ainsi qu'au n° 19 et 21 *route de Diekirch* présentent des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- **Hotspot n° 5: rue des Sources / rue de l'Eglise / rue Josy Welter**
 - Mesures constructives
 - ✓ Réaménagement du croisement entre la *rue des Sources* et la *rue du Chemin de Fer* pour permettre une plus grande absorption des débits de pluies torrentielles dans cette cuvette topographiques (remplacement de l'aco-drain sous-dimensionné, ajout de deux aco-drains transversaux supplémentaires et d'un siphon au point le plus bas)
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
 - ✓ Mise en place d'aco-drains le long des bordures dans la *rue de l'Eglise* entre les n° 35 et 19 côté impair et n° 44 et 36 côté pair pour diminuer l'effet cuvette topographique dans cette zone
 - Efficacité estimée: **Faible**
 - ✓ Remplacement des poteaux "Accès pompier" entre la mairie et la *rue Josy Barthel* par un muret avec portail étanche (qui garantit l'accès pompier) pour laisser les eaux s'écouler par la *rue Josy Welter* et vers l'Alzette sans transiter par les bâtiments communaux
 - Efficacité estimée: **Elevée**
 - ✓ Augmentation du nombre de siphons dans la *rue Josy Welter*
 - Efficacité estimée: **Faible**
 - Mesures basées sur la nature
 - ✓ Suppression des bordures autour des ilots de verdure dans la *rue de l'Eglise* pour faciliter l'écoulement libre des eaux
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
 - Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Une zone de PAP est prévue entre la *rue des Sources* et la *rue des Champs*. Des mesures seront nécessaires pour limiter les impacts des pluies torrentielles provenant des zones externes sur cette zone de construction projetée (fossé + guidage des eaux indépendamment jusqu'à la *rue des Chemins de Fer*)
 - Efficacité estimée: **Moyenne**

- Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 6, 8 et 13 *rue des Sources*, au n° 20 *rue de Dommeldange*, au n° 2, 5, 9, 33, 42, 44, 44a, 46, 46a, 48, 50, 52, 53, 54, 55, 56 et 58 *rue de l'Eglise* ainsi qu'au n° 12a, 14 et 30 *rue Josy Welter* présentent des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- **Hotspot n° 6: rue de la Montagne**
 - Mesures constructives
 - ✓ Mise en place d'une digue pour protection de la maison n° 25 *rue de la Montagne*
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
 - Mesures basées sur la nature
 - ✓ Mise en place de fossé en cascade en amont du Hotspot le long de la *rue de la Montagne* dans la zone forestière pour permettre l'activation de plusieurs petites zones de rétentions et également d'absorber les à-coups de débit provenant de la zone externe
 - Efficacité estimée: **Elevée**
 - Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Une zone de PAP est prévue à l'est des voies CFL. Des mesures seront nécessaires pour limiter les impacts des pluies torrentielles provenant des zones externes sur cette zone de construction projetée (fossé + guidage des eaux indépendamment jusqu'à l'*Alzette*)
 - Efficacité estimée: **Elevée**
 - Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 23, 25, 38 et 45 *rue de la Montagne* ainsi que les habitations dans le "Sossenhaff" présentent des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- **Hotspot n° 7: rue de l'Eglise / Bâtiments communaux**
 - Mesures constructives
 - ✓ L'aménagement de la zone de PAP projetée dans le Hotspot 6 permettra de canaliser les eaux de pluies torrentielles vers le Hotspot 7. Cependant, un aménagement supplémentaire sera nécessaire pour guider ces eaux vers l'*Alzette* le long des bâtiments communaux de la commune de Walferdange (axe eaux pluviales DN300)
 - Efficacité estimée: **Elevée**
 - Mesures basées sur la nature
 - ✓ Aucune;
 - Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Aucune;

- Mesures de protection des biens
 - ✓ Aucune;
- **Hotspot n° 8: rue Neuve / rue Roger Barthel / rue du X Octobre**
 - Mesures constructives
 - ✓ Mise en place d'un système de protection devant l'entrée livraison du Cactus comme un fossé urbain avec caniveau
 - Efficacité estimée: Moyenne
 - Mesures basées sur la nature
 - ✓ Aménagement d'une digue + fossé sur les parcelles cadastrées 529, 528/212, 526/925, 526/924, 526/923, 526/922, 526/921, 525/920, 524/919, 523/1938 (Ville de Luxembourg) pour capter la voie d'écoulement provenant de la zone externe et protéger les jardins des maisons de la *rue Roger Barthel*
 - Efficacité estimée: Moyenne
 - Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Aucune
 - Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 59 et 69 *rue Roger Barthel* ainsi qu'au n° 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 et 15 *rue des Jardins* présentent des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: Elevée
- **Hotspot n° 9: rue de l'Europe / rue de la Paix / Am Becheler**
 - Mesures constructives
 - ✓ Construction d'un bassin de rétention au niveau de la parcelle cadastrée 557/2478 de $\pm 350 \text{ m}^3$ (aménagement du terrain de football existant) et connexion du drain DN150 provenant des zones externes ainsi que la canalisation DN300 provenant de la *rue de la Paix*. Cela permettra d'ajouter un volume de rétention et de tamponner les à-coups de débit des pluies torrentielles
 - Efficacité estimée: Elevée
 - Mesures basées sur la nature
 - ✓ Suppression des bordures autour des îlots de verdure dans la *rue de l'Europe* pour faciliter l'écoulement libre des eaux
 - Efficacité estimée: Moyenne
 - ✓ Aménagement d'un fossé drainant le long de la *rue de Bridel* en direction de la *rue de la Paix*
 - Efficacité estimée: Moyenne

- Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Les parcelles cadastrées 365/2521 et 365/2822 se situent dans des zones très sensibles aux voies d'écoulement de pluies torrentielles. Des mesures de protection individuelles seront à mettre en place dans le cadre de l'aménagement de ces parcelles
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 1c, 10, 11, 13, 17, 19 et 20 *rue de l'Europe*, au n° 2, 3, 6, 12 et 14 *rue de l'Orée du bois* ainsi qu'au n° 71, 73, 79, 82, 82a et 92 *rue de Bridel* présentent des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- **Hotspot n° 10: An de Spëtzlécken**
 - Mesures constructives
 - ✓ Construction d'un bassin de rétention d'environ 3.000 m³ sur les parcelles cadastrées 639/3145 et 638/3144 pour permettre de tamponner les à-coups de débits des pluies torrentielles. Cela aura pour but de réduire le risque pour le quartier "An de Spëtzlecken"
 - Efficacité estimée: **Elevée**
 - Mesures basées sur la nature
 - ✓ Végétalisation des voies d'écoulement sur les parcelles agricoles en amont de la "Cité Aline Mayrisch" avec aménagement de tranchées drainantes pour orienter les débits vers la voie d'écoulement végétalisée
 - Efficacité estimée: **Moyenne**
 - Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Une zone de PAP est prévue sur les parcelles cadastrées 745/724, 745/723, 745/1051, 745/694 et 745/1050. Des mesures de protection collectives avec fossé urbain et/ou axe d'eaux pluviales seront à mettre en place dans le cadre de l'aménagement de ces parcelles
 - Efficacité estimée: **Elevée**
 - Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 10 et 14 *rue Batty Weber* ainsi qu'au n° 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 21 et 23 "An de Spëtzlécken" présentent des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- **Hotspot n° 11: rue de Steinsel / route de Luxembourg**
 - Mesures constructives
 - ✓ Augmentation du nombre de siphons dans la *route de Luxembourg*
 - Efficacité estimée: **Faible**
 - Mesures basées sur la nature
 - ✓ Aucune

- Prévention en matière d'aménagement du territoire
 - ✓ Une zone de PAP est prévue entre la *rue de Steinsele* et l'*Alzette*. Des mesures importantes de protection contre les pluies torrentielles seront à mettre en place dans le cadre de l'aménagement de ces parcelles
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- Mesures de protection des biens
 - ✓ Les habitations au n° 4, 9 et 36 (PAP Balzac) *route de Luxembourg* des risques qui devraient faire l'objet d'une étude en vue de la pose d'un équipement de protection individuelle
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- **Cas particulier 1: 104, route de Luxembourg – Ecole de Bereldange**
 - Mesures individuelles
 - ✓ Mise en place d'une protection contre les pluies torrentielles au niveau de la rampe d'accès au parking souterrain, comme par exemple, un batardeau automatique ou mobile
 - Efficacité estimée: **Elevée**
- **Cas particulier 2: 113, route de Luxembourg – Immeuble "Les Naiades"**
 - Mesures individuelles
 - ✓ Aucune action ne permet de protéger cette zone de manière certaine et cela à cause de la conception de la zone. Une information auprès des propriétaires serait nécessaire pour prise de conscience du risque
- **Cas particulier 3: 78, rue Jean Mercatoris**
 - Mesures individuelles
 - ✓ Mise en place d'une protection contre les pluies torrentielles au niveau de la rampe d'accès au garage, comme par exemple, un batardeau automatique ou mobile
 - Efficacité estimée: **Elevée**

6.1 Evaluation du coût des mesures

Le chiffrage du coût des mesures est disponible dans le registre des risques, disponible ci-après (voir Tableau 2).

A noter que les mesures les plus coûteuses sont les suivantes :

- Walferdange_18 → Hotspot 4
Aménagement des fossés existants le long du CR125 dans la zone forestière pour activer des volumes de rétention en cascade. L'objectif est de ralentir l'écoulement des eaux et activer des volumes de rétention, pour environ 432.000 €. Cette nouvelle mesure est à charge de l'ACW.
- Walferdange_31 → Hotspot 6
Aménagement des fossés existants le long du chemin dans la zone forestière pour activer des volumes de rétention en cascade. L'objectif est de ralentir l'écoulement des eaux et activer des volumes de rétention, pour environ 336.000 €.

Cette nouvelle mesure est à charge de l'ACW.

- Walferdange_41 → Hotspot 9
Construction d'un bassin de rétention au niveau de la parcelle cadastrée 557/2478 de $\pm 350 \text{ m}^3$ (aménagement du terrain de football existant) et connexion du drain DN150 provenant des zones externes ainsi que la canalisation DN300 provenant de la *rue de la Paix*. Cela permettra d'ajouter un volume de rétention et de tamponner les à-coups de débit des pluies torrentielles, pour environ 500.000 €.
Cette nouvelle mesure est à charge de l'ACW.
- Walferdange_48 → Hotspot 10
Construction d'un bassin de rétention d'environ 3.000 m^3 sur les parcelles cadastrées 639/3145 et 638/3144 pour permettre de tamponner les à-coups de débits des pluies torrentielles, pour environ 750.000 €.
Cette nouvelle mesure est en cours d'étude et à charge de l'ACW.
- Walferdange_49 → Hotspot 10
Végétalisation des voies d'écoulement sur les parcelles agricoles en amont de la "Cité Aline Mayrisch" avec aménagement de tranchées drainantes pour orienter les débits vers la voie d'écoulement végétalisé, pour environ 500.000 €.
Cette nouvelle mesure est à charge de l'ACW.

Il est important d'ajouter que ces mesures peuvent faire l'objet d'une demande de prise en charge par le fond de la gestion de l'eau dans l'objectif d'obtenir des engagements ministériels. Le pourcentage et le montant total de ces aides doivent être analysées au cas par cas et soumis à approbation le cas échéant.

De la même manière, les systèmes de protection individuelles peuvent également faire l'objet de demandes de prise en charge pour obtenir des subsides de l'état tels que décrit dans le chapitre 5.1 et l'annexe 15.

6.2 Hiérarchisation selon le rapport coût-efficacité (dommages potentiels)

Une hiérarchisation des actions est disponible en annexe 17 dans le plan directeur. Cette classification a été réalisé en prenant en compte les critères suivants: coûts, temps de réalisation, efficacité, impact environnemental. L'ACW est propriétaire de certaines de ces actions mais la réalisation d'autre sanctions sont la responsabilité d'autres maîtres d'ouvrages. Il y aura donc un travail d'information nécessaire auprès des propriétaires de ces autres actions pour envisager leurs mises en place.

Identification du risque					Evaluation				Mesures préconisées				
Ref	Hotspot	Titre	Description	Origine	Probabilité	Coût	Environnement	Décision	Type	Description	Coût total estimé	Efficacité estimée/priorité	Propriétaire
Walfer_1	H1	Bordures trop basses dans la rue des Prés	Les bordures de 3cm dans la rue des prés ne permettent pas une canalisation de la voie d'écoulement jusqu'au point bas. Risque de déversement des eaux vers les privés	Conception de la rue	3	2	2	Accepter	Constructive	Surélévation des bordures dans la rue des prés	€400.000,00	Faible	AC Walfer
Walfer_2	H1	Surfaces scellées rue des Prés et rue Paul Elvinger	Augmentation de la quantité d'eaux de ruissellement à cause de surfaces 100% scellées	Parking 100% scellés avec aucune chance d'infiltration des eaux	5	2	2	Accepter	Nature	Remplacement des pavés existants 100% scellés en dalle gazon ou dalles écologiques sur les bandes de stationnement de la rue des prés et rue Paul Elvinger	€150.000,00	Faible	AC Walfer
Walfer_3	H1	Ilôts de verdure rue des Prés et rue Paul Elvinger	Les bordures autour des îlots de verdure ont pour conséquence de dévier les eaux dans la rue et ne permettent pas l'infiltration dans les îlots	Conception de l'aménagement urbain	3	2	1	Réduire	Nature	Suppression des bordures autour des îlots de verdure dans la rue de prés pour faciliter l'écoulement des eaux à travers ces derniers	€75.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_4	H1	Borne de recharge	Destruction partielle ou complète de la borne de recharge pour véhicules électriques	Installation de la borne dans une zone non propice	1	2	3	Accepter	Urbanistique	Déplacement de la borne de recharge pour véhicules électriques se trouvant dans une zone à risque pluies torrentielles et HQ100	€10.000,00	Moyenne	Gestionnaire borne
Walfer_5	H1	Protection individuelle - rue des Prés	Submersion du garage et/ou sol des habitations 5, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 33 et 35 rue des Prés	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€140.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_6	H1	Protection individuelle - rue Paul Elvinger	Submersion du garage et/ou sol des habitations 3 et 7 rue Paul Elvinger	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€20.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_7	H2	Cuvette topographique (point bas) devant les habitations 80 à 90 de la rue du Nord	Difficulté de transférer les eaux de surface vers le réseau d'assainissement pour son évacuation au niveau de la cuvette devant les habitations 80 à 90 de la rue du Nord	Topographie de la zone (point bas)	1	3	2	Réduire	Constructive	Augmentation des infrastructures de captage des eaux de ruissellement au niveau de la cuvette topographique devant les habitations existantes (aco-drain ou caniveau haute absorption)	€35.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_8	H2	Zone de PAP en amont de la rue du Nord	Dans le cadre de l'aménagement de ce PAP, présence d'un risque de voies d'écoulement de pluies torrentielles à travers cette zone	aménagement urbain	3	4	4	Transférer	Urbanistique	Mise en place d'un système de protection collectif de la zone pour diriger les eaux de ruissellement depuis l'amont vers l'aval sans danger pour les habitations	€250.000,00	Elevée	Promoteur PAP
Walfer_9	H2	Protection individuelle - rue du Nord	Submersion du garage et/ou sol des habitations 80, 82, 84, 86, 88 et 90 rue du Nord	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€60.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_10	H3	Voie d'écoulement dans la rue des Nations Unis	Une voie d'écoulement importante entraine l'arrivée d'un volume important d'eaux de ruissellement qui impacte la zone	aménagement urbain	2	4	3	Réduire	Constructive	Création d'un bassin de rétention dans la zone dépressionnaire existante entre le hall omnispot Prince Henry et le parking de la rue (parcelle 1060/1552)	€100.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_11	H3	Surfaces scellées rue des Nations Unis	Présence du parking dans un point bas d'une voie d'écoulement de pluies torrentielles, stagnation des eaux, etc	Parking 100% scellés avec aucune chance d'infiltration des eaux	5	2	2	Accepter	Nature	Réaménagement du parking rue des nations unis dans une logique de réduction des surfaces scellées (sur le modèle du parking écologique voisin)	€400.000,00	Faible	AC Walfer
Walfer_12	H3	Ilôts de verdure rue Charles Rausch	Les bordures autour des îlots de verdure ont pour conséquence de dévier les eaux dans la rue et ne permettent pas l'infiltration dans les îlots	Conception de l'aménagement urbain	3	2	1	Accepter	Nature	Suppression des bordures autour des îlots de verdure dans la rue Charles Rausch pour faciliter l'écoulement des eaux à travers ces derniers	€75.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_13	H3	aménagement de la parcelle 957/2630	Cette parcelle semble faire office de bassin de rétention naturelle dans le hotspot 3. Il y a donc un risque pour le futur aménagement de cette parcelle d'exposition aux pluies torrentielles	aménagement urbain	3	3	3	Transférer	Urbanistique	Mise en place d'un système de protection collectif de la parcelle pour diriger les eaux de ruissellement depuis l'amont vers l'aval sans danger pour les habitations	€25.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_14	H3	Protection individuelle - rue Charles Rausch	Submersion du garage et/ou sol des habitations 5, 7, 8, 10 et 16 de la rue Charles Rausch	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€50.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_15	H3	Protection individuelle - route de Diekirch	Submersion du garage et/ou sol des habitations 36, 38, 39 et 41 route de Diekirch	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€40.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_16	H3	Protection individuelle - rue des Nations Unis	Submersion du garage et/ou sol des habitations 4, 7, 8, 10, 11, 12 et 14 rue des Nations Unis	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€70.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_17	H4	Submersion du souterrain sous les voies CFL	En cas de pluies torrentielles, risque de submersion du souterrain sous les voies CFL qui est un point bas sur une voie d'écoulement principale	Topographie de la zone (point bas)	1	3	2	Réduire	Constructive	Mise en place d'une signalisation pour automobiliste et piétons pour indiquer le risque de submersion en cas d'orage intense	€2.500,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_18	H4	Ruissellement provenant de la zone externe au niveau du CR175	l'écoulement et volume d'eaux de ruissellement trop important provenant de la zone forestière provoquant une surcharge du caniveau de captage en amont de la rue Prince Henry	Topographie de la zone (forte pente) et aménagement de la zone externe	4	2	3	Réduire	Nature	Aménagement des fossés existants le long du CR175 dans la zone forestière pour activer des volumes de rétention en cascade. L'objectif est de ralentir l'écoulement des eaux et activer des volumes de rétention	€437.000,00	Elevée	AC Walfer
Walfer_19	H4	Ilôts de verdure rue Prince Henry	Les bordures autour des îlots de verdure ont pour conséquence de dévier les eaux dans la rue et ne permettent pas l'infiltration dans les îlots	Conception de l'aménagement urbain	3	2	1	Accepter	Nature	Suppression des bordures autour des îlots de verdure dans la rue Prince Henry pour faciliter l'écoulement des eaux à travers ces derniers	€100.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_20	H4	Protection individuelle - rue Prince Henry	Submersion du garage et/ou sol des habitations 5, 13, 14, 41 et 94 rue Prince Henry	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€50.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_21	H4	Protection individuelle - route de Diekirch	Submersion du garage et/ou sol des habitations 19 et 21 route de Diekirch	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€70.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_22	H5	Croisement rue des sources et rue du chemin de fer	Le croisement entre la rue des sources et la rue du chemin de fer présente un point bas topographique et situé en aval d'une voie d'écoulement de pluies torrentielles	Topographie de la zone (point bas)	3	2	2	Transférer	Constructive	Réaménagement du croisement entre la rue des sources et la rue du chemin de fer pour permettre une plus grande absorption des débits de crues subites dans cette cuvette topographique (remplacement de l'aco-drain sous-dimensionné, ajout de deux aco-drains traversaux supplémentaires et d'un siphon au point le plus bas)	€50.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_23	H5	Transfert des eaux pluviales vers le réseau de canalisation des eaux pluviales dans la rue de l'Eglise	Capacité insuffisante d'absorption des eaux de ruissellement dans la rue de l'Eglise qui peut provoquer une surcharge de la rue	Topographie de la zone (point bas)	4	3	2	Accepter	Constructive	Mise en place d'aco-drains le long des bordures dans la rue de l'Eglise entre les numéros 35 et 19 côté impair et 44 et 36 côté pair pour diminuer l'effet cuvette topographique dans cette zone	€125.000,00	Faible	AC Walfer
Walfer_24	H5	Bâtiments communaux dans une zone à risque de submersion	Une voie d'écoulement importante passe par la rue Josy Welter et présente un risque pour les bâtiments communaux	aménagement urbain	2	4	3	Réduire	Constructive	Remplacement des poteaux « Accès pompier » entre la mairie et la rue Josy Barthel par un muret avec portail élanche (qui garantit l'accès pompier) pour laisser les eaux s'écouler par la rue Josy Welter et vers l'Alzette sans transiter par les bâtiments communaux	€80.000,00	Elevée	AC Walfer
Walfer_25	H5	Faible nombre de siphons dans la rue Josy Welter	Capacité insuffisante d'absorption des eaux de ruissellement dans la rue Josy Welter qui peut provoquer une surcharge de la rue	Topographie de la zone (point bas)	4	3	2	Transférer	Constructive	Augmentation du nombre de siphons dans la rue Josy Welter	€35.000,00	Faible	AC Walfer
Walfer_26	H5	Ilôts de verdure rue de l'Eglise	Les bordures autour des îlots de verdure ont pour conséquence de dévier les eaux dans la rue et ne permettent pas l'infiltration dans les îlots	Conception de l'aménagement urbain	3	2	1	Transférer	Nature	Suppression des bordures autour des îlots de verdure dans la rue de l'Eglise pour faciliter l'écoulement libre des eaux	€50.000,00	Moyenne	AC Walfer

Identification du risque					Evaluation				Mesures préconisées				
Ref	Hotspot	Titre	Description	Origine	Probabilité	Coût	Environnement	Décision	Type	Description	Coût total estimé	Efficacité estimée/priorité	Propriétaire
Walfer_27	H5	Zone de PAP entre la rue des sources et la rue des champs	Dans le cadre de l'aménagement de ce PAP, présence d'un risque de voies d'écoulement de pluies torrentielles à travers cette zone.	aménagement urbain	3	4	4	Transférer	Urbanistique	Mise en place d'un système de protection collectif de la zone pour diriger les eaux de ruissellement depuis l'amont vers l'aval sans danger pour les habitations	€150.000,00	Elevée	Promoteur PAP
Walfer_28	H5	Protection individuelle - rue de Dommeldange	Submersion du garage et/ou sol des habitations 6, 8 et 13 rue des sources	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€30.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_29	H5	Protection individuelle - rue de l'Eglise	Submersion du garage et/ou sol des habitations 7, 5, 9, 33, 42, 44, 44a, 46, 46a, 48, 50, 57, 53, 54, 55, 56 et 58 rue de l'Eglise	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€170.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_30	H5	Protection individuelle - rue Josy Welter	Submersion du garage et/ou sol des habitations 12a, 14 et 30 rue Josy Welter	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€30.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_31	H6	Ruissellement provenant de la zone externe en amont de la rue de la montagne	Débit et volume d'eaux de ruissellement trop important provenant de la zone forestière provoquant une surcharge du caniveau de captage en amont de la rue de la montagne	Topographie de la zone (forte pente) et aménagement de la zone externe	4	2	3	Réduire	Nature	Aménagement des fossés existants le long du chemin dans la zone forestière pour activer des volumes de rétention en cascade. L'objectif est de ralentir l'écoulement des eaux et activer des volumes de rétention	€336.000,00	Elevée	AC Walfer
Walfer_32	H6	Submersion de l'habitation au 25 rue de la montagne	La voie d'écoulement importante provenant des zones externes peut entraîner une submersion de l'habitation 25 rue de la montagne	Topographie de la zone (forte pente) et aménagement de la zone externe	3	3	2	Réduire	Nature	Mise en place d'une digue pour protection de la maison 25 rue de la montagne	€25.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_33	H6	Champs derrière la rue de la Montagne	Les champs en amont du Hotspot 6, dans leur aménagement actuel, favorise une arrivée soudaine et subites des eaux de ruissellement	Aménagement urbain	4	3	4	Réduire	Nature	Végétalisation des voies d'écoulement sur les parcelles agricoles en amont de la rue de la Montagne	€350.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_34	H6	Zone de PAP entre la rue de la montagne et l'est des voies CFL	Dans le cadre de l'aménagement de ce PAP, présence d'un risque de voies d'écoulement de pluies torrentielles à travers cette zone.	Aménagement urbain	3	4	4	Transférer	Urbanistique	Mise en place d'un système de protection collectif de la zone pour diriger les eaux de ruissellement depuis l'amont vers l'aval sans danger pour les habitations	€300.000,00	Elevée	Promoteur PAP
Walfer_35	H6	Protection individuelle - rue de la montagne	Submersion du garage et/ou sol des habitations 23, 25, 38 et 45 rue de la montagne	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€40.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_36	H7	Voie d'écoulement à travers les bâtiment communaux dans la rue de l'Eglise	Dans le cadre de l'aménagement de ce PAP, présence d'un risque de voies d'écoulement de pluies torrentielles à travers cette zone.	Aménagement urbain	3	3	3	Réduire	Urbanistique	Aménagement d'un axe d'eaux pluviales ou fossé urbain pour diriger les eaux pluviales à travers la zone des bâtiments communaux et directement vers l'Alzetta	€160.920,00	Elevée	AC Walfer
Walfer_37	H8	Submersion de la zone de livraison du Cactus	Une voie d'écoulement importante passe devant l'entrée de la zone de livraison du Cactus de Bereldange qui est lui-même dans une zone avec point bas	Aménagement urbain	3	1	1	Réduire	Constructive	Mise en place d'un caniveau / aco-drain haute absorption devant l'entrée livraison du Cactus	€20.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_38	H8	Ruissellement des eaux de surface à la limite entre AC Walfer et Ville de Luxembourg	Voie d'écoulement provenant des zones externes dans la ville de Luxembourg qui provoque des surcharges à l'arrière des habitations de la rue Roger Barthel	Topographie de la zone et aménagement de la zone externe	3	2	3	Transférer	Nature	Aménagement d'une digue + fossé sur les parcelles cadastrées 529 / 528/212 / 526/925 / 526/924 / 526/923 / 526/922 / 526/921 / 525/920 / 524/919 / 523/1938 (Ville de Luxembourg) pour capter la voie d'écoulement provenant de la zone externe et protéger les jardins des maisons de la rue Roger Barthel	€75.000,00	Moyenne	Ville de Luxembourg
Walfer_39	H8	Protection individuelle - rue Roger Barthel	Submersion du garage et/ou sol des habitations 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 42, 43, 59 et 69 rue Roger Barthel	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€180.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_40	H8	Protection individuelle - rue des jardins	Submersion du garage et/ou sol des habitations 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 et 15 rue des Jardins	Présence d'une rampe de garage ou de sous sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€80.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_41	H9	Voie d'écoulement en amont de la rue de l'Europe	Une voie d'écoulement importante provenant de la zone externe (forêt) entraîne l'arrivée d'un volume important d'eaux de ruissellement qui impacte les habitations en aval	Aménagement urbain	2	4	3	Transférer	Constructive	Construction d'un bassin de rétention au niveau de la parcelle cadastrée 557/2478 de 1 ou ~ 350 m3 (aménagement du terrain de football existant) et connexion du drain DN150 provenant des zones externes ainsi que la canalisation DN300 provenant de la rue de la paix. Cela permettra d'ajouter un volume de rétention et de tamponner les à-coups de débit des pluies torrentielles	€500.000,00	Elevée	AC Walfer
Walfer_42	H9	Ilôts de verdure rue de l'Europe	Les bordures autour des îlots de verdure ont pour conséquence de dévier les eaux dans la rue et ne permettent pas l'infiltration dans les îlots.	Conception de l'aménagement urbain	3	2	1	Accepter	Nature	Suppression des bordures autour des îlots de verdure dans la rue de l'Eglise pour faciliter l'écoulement libre des eaux	€50.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_43	H9	Ruissellement des eaux de surface entre la rue de la paix et la rue de Bridel	Une majeure partie des eaux de ruissellement transitant par la rue de la paix sont issues de la zone externe entre la rue de la paix et la rue de Bridel et présente donc un risque de surcharge	Topographie de la zone (forte pente) et aménagement de la zone externe	4	2	2	Réduire	Nature	Aménagement d'un fossé drainant le long de la rue de Bridel en direction de la rue de la paix	€10.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_44	H9	aménagement des parcelles 365/2521 et 365/2822	Ces parcelles se situent dans une zone sensible aux écoulements des pluies torrentielles. Il y a donc un risque pour le futur aménagement de cette parcelle	Aménagement urbain	3	3	3	Transférer	Urbanistique	Mise en place d'un système d'une protection des parcelles pour diriger les eaux de ruissellement depuis l'amont vers l'aval sans danger pour les habitations projetées	€35.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_45	H9	Protection individuelle - rue de l'Europe	Submersion du garage et/ou sol des habitations 1c, 10, 11, 13, 17, 19 et 20 rue de l'Europe	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€70.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_46	H9	Protection individuelle - rue de l'Orée du bois	Submersion du garage et/ou sol des habitations 2, 3, 6, 12 et 14 rue de l'Orée du bois	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€50.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_47	H9	Protection individuelle - rue de Bridel	Submersion du garage et/ou sol des habitations 71, 73, 79, 82, 82a et 92 rue de Bridel	Présence d'une rampe de garage ou de sous sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€60.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_48	H10	Voie d'écoulement en amont de la rue Michel Lentz	Une voie d'écoulement importante provenant de la zone externe entraîne l'arrivée d'un volume important d'eau de ruissellement qui impacte les habitations en aval (An de Spätzlecken)	Aménagement urbain	4	4	3	Réduire	Constructive	Construction d'un bassin de rétention d'environ 3.000 m3 sur les parcelles cadastrées 639/3145 et 638/3144 pour permettre de tamponner les à-coups de débits des pluies torrentielles.	€750.000,00	Elevée	AC Walfer
Walfer_49	H10	Champs de culture en amont du "An De Spätzlecken"	Les champs de culture en amont du Hotspot 10, dans leur aménagement actuel, favorise une arrivée soudaine et subites des eaux de ruissellement	Aménagement urbain	4	3	4	Réduire	Nature	Végétalisation des voies d'écoulement sur les parcelles agricoles en amont de la cité « Aline Mayrisch »	€500.000,00	Moyenne	AC Walfer
Walfer_50	H10	Zone de PAP sur les parcelles 745/724, 745/726, 745/1051, 745/694 et 745/1050	Dans le cadre de l'aménagement de ce PAP, présence d'un risque de voies d'écoulement de pluies torrentielles au sud de cette zone.	Aménagement urbain	3	4	4	Transférer	Urbanistique	Mise en place d'un système de protection collectif de la zone pour diriger les eaux de ruissellement depuis l'amont vers l'aval sans danger pour les habitations	€150.000,00	Elevée	Promoteur PAP
Walfer_51	H10	Protection individuelle - rue An Der Spätzlecken	Submersion du garage et/ou sol des habitations 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 21 et 23 An Der Spätzlecken	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€90.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_52	H10	Protection individuelle - rue Batty Weber	Submersion du garage et/ou sol des habitations 10 et 14 rue Batty Weber	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€20.000,00	Elevée	Propriétaire

Identification du risque					Evaluation				Mesures préconisées				
Ref	Hotspot	Titre	Description	Origine	Probabilité	Coût	Environnemental	Décision	Type	Description	Coût total estimé	Efficacité estimée/ priorité	Propriétaire
Walfer_53	H11	Faible nombre de siphons dans la route de Luxembourg	Capacité insuffisante d'absorption des eaux de ruissellement dans la route de Luxembourg qui peut provoquer une surcharge de la rue	Topographique de la zone (point bas)	5	2	2	Accepter	Constructive	Augmentation du nombre de siphons dans la route de Luxembourg	€35.000,00	Faible	P&Ch
Walfer_54	H11	Zone de PAP entre la rue de Steinsel et l'Alzette	Dans le cadre de l'aménagement de ce PAP, présence d'un risque de voies d'écoulement de pluies torrentielles au sud de cette zone	Aménagement urbain	3	4	4	Transférer	Urbanistique	Mise en place d'un système de protection collectif de la zone pour diriger les eaux de ruissellement depuis l'amont vers l'aval sans danger pour les habitations	€150.000,00	Elevée	Promoteur PAP
Walfer_55	H11	Protection individuelle - route de Luxembourg	Submersion du garage et/ou sol des habitations 4, 9 et 36 (PAP Balzac) route de Luxembourg	Présence d'une rampe de garage ou de sous-sol avec forte pente	2	3	2	Transférer	Individuelle	Installation d'un système de protection individuelle	€30.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_56	CP1	Ecole de Bereldange	Risque de submersion d'un point bas et/ou garage et/ou sous-sol	Aménagement urbain	2	3	2	Réduire	Individuelle	Mise en place d'une protection contre les crues subites au niveau de la rampe d'accès au parking souterrain, comme par exemple, un batardeau automatique ou mobile	€30.000,00	Elevée	AC Walfer
Walfer_57	CP2	113, route de Luxembourg - Immeuble "les Nalades"	Risque de submersion d'un point bas et/ou garage et/ou sous-sol	Aménagement urbain	2	3	2	Accepter	Individuelle	Mise en place d'une protection contre les crues subites au niveau du parking souterrain	€30.000,00	Elevée	Propriétaire
Walfer_58	CP3	78, rue Jean Mercatoris	Risque de submersion d'un point bas et/ou garage et/ou sous-sol	Aménagement urbain	2	3	2	Transférer	Individuelle	Mise en place d'une protection contre les crues subites au niveau de la rampe d'accès au garage, comme par exemple, un batardeau automatique ou mobile	€20.000,00	Elevée	Propriétaire

Tableau 2: Registre des risques (version du 13.04.2023)

7 CONCLUSIONS

L'étude de risques relative aux pluies torrentielles pour la commune de Walferdange, sur base des cartes disponibles auprès de l'AGE, démontre la vulnérabilité actuelle de certaines zones de la commune. La topographie singulière de Walferdange ainsi que son aménagement aux creux de la vallée de l'*Alzette* renforcent la dangerosité et les dégâts potentiels d'évènements soudains. Cependant, des actions diverses peuvent être mise en place pour limiter l'impact des pluies torrentielles et leur réalisation dans un horizon à moyen terme semble nécessaire. De plus il est également extrêmement important de continuer les campagnes de communication dans le but d'informer la population sur les risques individuelles très nombreux dans la commune pour engager les habitants dans l'étude et la mise en place de systèmes de protection individuelle. En effet, les mesures collectives, qu'elles soient constructives ou basés sur la nature, ne seront efficaces que si elles sont couplées avec des actions individuelles pour protéger les habitations identifiées à risques.

Annexes

- | | | |
|-----|--|--|
| 1. | Extrait de la DWA M 119 | |
| 2. | Document météoLux du 19.07.2021 | |
| 3. | Formulaire type habitants 14.07.2021 ACW | |
| 4. | Plan (21/973) K-P11: | Carte topographique 1:5000 avec Thalwege et points bas |
| 5. | Plan (21/973) K-P12: | Association des sols |
| 6. | Plan (21/973) K-P14: | Zones de protection |
| | Plan (21/973) K-P13: | Zones de protection eau potable |
| 7. | Plan (21/973) K-P15: | Occupation des sols |
| 8. | Plan (21/973) K-P20: | PAG en vigueur de la commune de Walferdange avec cartes des pluies torrentielles |
| 9. | Plan (02/491) K-003B: | Plan directeur avec mesures de mise en conformité projetées |
| 10. | Plan (21/973) K-P16: | Zones externes et écoulement |
| 11. | Tableau complet des réponses concernant le formulaire inondations de la commune de Walferdange | |
| 12. | Plan (21/973) K-P40 + | |
| | K-P401 à K-P408: | Maisons affectées par les inondations en 2021 |
| | + | |
| | K-P4001 à K-P4003: | Intersection Vitesse d'écoulement et profondeur de l'eau pour les 3 scénarios |

Annexes suite

13. Plan (21/973) K-P19: Limites des hotspots
14. Plan (21/973) K-P601: Classification entrée des garages – Hotspot 1
Plan (21/973) K-P602: Classification entrée des garages – Hotspot 2
Plan (21/973) K-P603: Classification entrée des garages – Hotspot 3
Plan (21/973) K-P604: Classification entrée des garages – Hotspot 4
Plan (21/973) K-P605: Classification entrée des garages – Hotspot 5
Plan (21/973) K-P606: Classification entrée des garages – Hotspot 6
Plan (21/973) K-P607: Classification entrée des garages – Hotspot 7
Plan (21/973) K-P608: Classification entrée des garages – Hotspot 8
Plan (21/973) K-P609: Classification entrée des garages – Hotspot 9
Plan (21/973) K-P610: Classification entrée des garages – Hotspot 10
Plan (21/973) K-P611: Classification entrée des garages – Hotspot 11
15. Document AGE:
Explications relatives aux subventions étatiques des mesures de protection individuelles de bâtiments contre les crues (version du 12.07.2022)
16. Poster "Prévention des crues – Mesures individuelles" ACW
17. Plan (21/973) K-P1001: Plan directeur
Plan (21/973) K-P1002: Plan directeur - Urbanisation

Annexe 1:

Extrait de la DWA M 119

Annexe 2:

Document météoLux du 19.07.2021

Annexe 3:

Formulaire type habitants 14.07.2021 ACW

Annexe 4:

Plan (21/973) K-P11: Carte topographique 1:5000 avec Thalwege et points bas

Annexe 5:

Plan (21/973) K-P12: Association des sols

Annexe 6:

Plan (21/973) K-P14: Zones de protection

Plan (21/973) K-P13: zones de protection eau potable

Annexe 7:

Plan (21/973) K-P15: Occupation des sols

Annexe 8:

Plan (21/973) K-P20: PAG en vigueur de la commune de Walferdange
avec cartes des pluies torrentielles

Annexe 9:

Plan (02/491) K-003B: Plan directeur avec mesures de mise en conformité projetées

Annexe 10:

Plan (21/973) K-P16: Zones externes et écoulement

Annexe 11:

Tableau complet des réponses concernant le formulaire inondations
de la commune de Walferdange

Annexe 12:

Plan (21/973) K-P40 + K-P401 à K-P408: Maisons affectées par les inondations en 2021

+

K-P4001 à K-P4003: Intersection Vitesse d'écoulement et profondeur de l'eau pour les 3 scénarios

Annexe 13:

Plan (21/973) K-P19: Limites des hotspots

Annexe 14:

Plan (21/973) K-P601:	Classification entrée des garages – Hotspot 1
Plan (21/973) K-P602:	Classification entrée des garages – Hotspot 2
Plan (21/973) K-P603:	Classification entrée des garages – Hotspot 3
Plan (21/973) K-P604:	Classification entrée des garages – Hotspot 4
Plan (21/973) K-P605:	Classification entrée des garages – Hotspot 5
Plan (21/973) K-P606:	Classification entrée des garages – Hotspot 6
Plan (21/973) K-P607:	Classification entrée des garages – Hotspot 7
Plan (21/973) K-P608:	Classification entrée des garages – Hotspot 8
Plan (21/973) K-P609:	Classification entrée des garages – Hotspot 9
Plan (21/973) K-P610:	Classification entrée des garages – Hotspot 10
Plan (21/973) K-P611:	Classification entrée des garages – Hotspot 11

Annexe 15:

Document AGE: Explications relatives aux subventions étatiques des mesures de protection individuelles de bâtiments contre les crues (version du 12.07.2022)

Annexe 16:

Poster "Prévention des crues – Mesures individuelles" ACW

Annexe 17:

Plan (21/973) K-P1001: Plan directeur

Plan (21/973) K-P1002: Plan directeur - Urbanisation

Engineering the future together



Schroeder & Associés
13, rue de l'Innovation
L-1896 Kockelscheuer

T +352 44 31 31-1
contact@schroeder.lu
www.schroeder.lu

Société Anonyme
RC Luxembourg B 69336
TVA LU 17890818