



Communauté  
de Communes  
de Sélestat

# Dossier de labellisation PSR

## projet de digues commune de Sélestat

Baldenheim  
Châtenois  
Dieffenthal  
Ebersheim  
Ebersmunster  
Kintzheim  
La Vancelle  
Mussig  
Muttersholtz  
Orschwiller  
Scherwiller  
Sélestat

B.P.20195 • 1 rue Louis Lang 67604 Sélestat cedex  
Tél. 03 88 58 01 60 • Fax 03 88 82 99 30 • [contact@cc-selestat.fr](mailto:contact@cc-selestat.fr)  
[www.cc-selestat.fr](http://www.cc-selestat.fr)

## CONTENU

I. INTRODUCTION .....	1
II. IDENTIFICATION DE LA ZONE PROTEGEE OU A PROTEGER.....	1
III. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES DIGUES ET OBJECTIF DE PROTECTION .....	1
A. caractéristiques techniques des digues .....	2
B. digue n°1 .....	3
C. digue n°2 .....	5
IV. IDENTIFICATION DU MAITRE D'OUVRAGE .....	7
V. CLASSEMENT DE L'OUVRAGE .....	7
VI. ANALYSE DE LA VULNERABILITE DES OUVRAGES EXISTANTS .....	8
VII. ETUDE DE DANGER DES DIGUES PROJET .....	9
VIII. ANALYSE COUT-BENEFICE .....	9
IX. ETAT D'AVANCEMENT DU PPRI DE SELESTAT .....	9
X. MODALITE DE FINANCEMENT .....	9
ANNEXES .....	11
<u>Annexe 1</u> : arrete prefectoral d'autorisation loi eau	
<u>Annexe 2</u> : etude de danger des digues projet	
<u>Annexe 3</u> : analyse cout-benefice	
<u>Annexe 4</u> : modification de la zone de protection des digues projet	

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : zones de protection des futures digues .....	1
Figure 2 : coupe type de la digue .....	2
Figure 3 : hauteurs et zones de protection des digues .....	3
Figure 4 : vue de l'ouvrage de décharge.....	4
Figure 5 : vue en coupe schématique du mur de protection (tronçon de digue 5).....	6
Figure 6 : localisation des digues existantes.....	8
Figure 7 : ravinement au pied de la digue H et irrégularités de crête de la digue E.....	9

## LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau I : devis du coût des travaux de réalisation des digues de protection contre une crue centennale.....</i>	<i>10</i>
--	-----------

## I. INTRODUCTION

La ville de Sélestat est actuellement protégée par environ 5000ml de digues, permettant d'écouler des débits inférieurs à une période de retour estimée de l'ordre de 10ans.

La crue de février 1990 a clairement démontré **la fragilité du dispositif de protection de la ville contre les crues**. Les débordements du Giessen ont provoqué de nombreux dégâts dans la ville : les dégâts les plus importants ont été observés entre l'autoroute A35 et la RD1083. Le débit maximum instantané de la crue de février 1990 correspondait à une période de retour estimée entre 30 à 50 ans.

## II. IDENTIFICATION DE LA ZONE PROTEGEE OU A PROTEGER

Les zones de protection des futures digues ont été définies à partir des modélisations des aléas réalisées par la DDT 67 pour le PPRi de Sélestat.

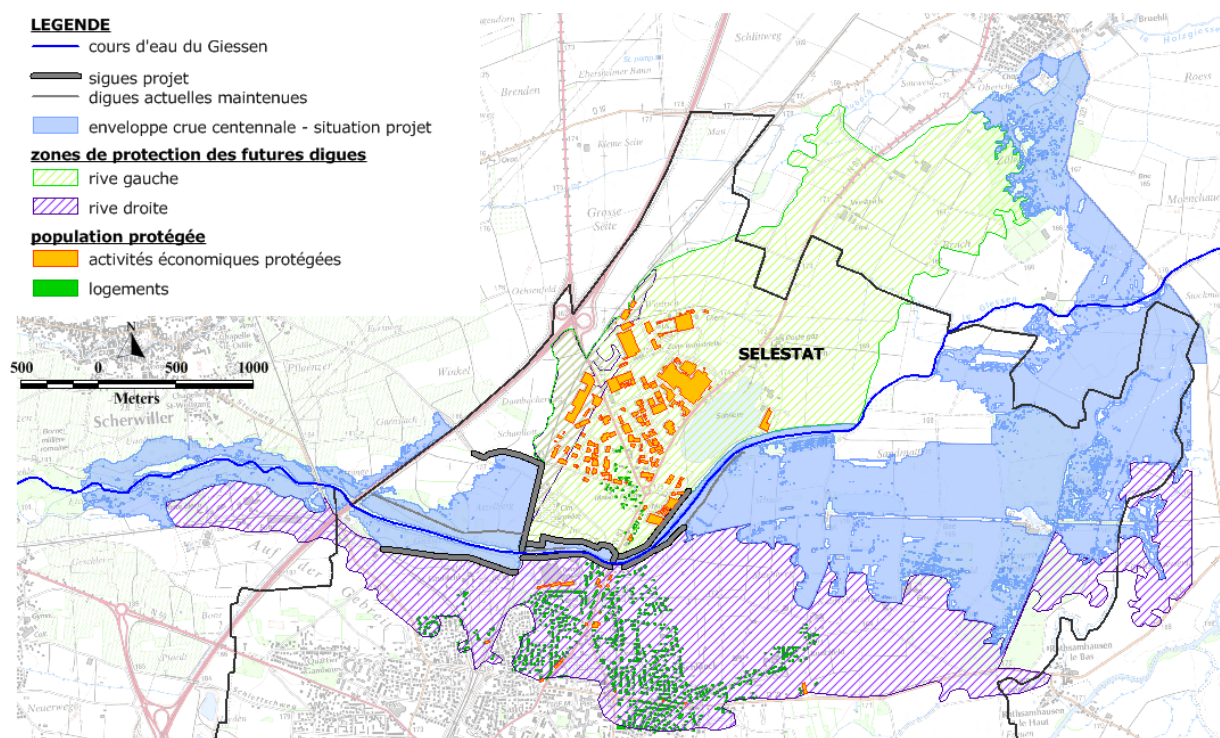


Figure 1 : zones de protection des futures digues

La mise en place des ouvrages de protection permettra de protéger l'ensemble des logements et activités situés en zone inondable pour une crue centennale sur la commune de Sélestat.

## III. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES DIGUES ET OBJECTIF DE PROTECTION

Les digues permettront de protéger la commune de Sélestat vis-à-vis de la crue centennale, avec une revanche de sécurité de 50 cm. Leurs dimensions (hauteur et longueur) et leur localisation sont présentées sur la figure 4.



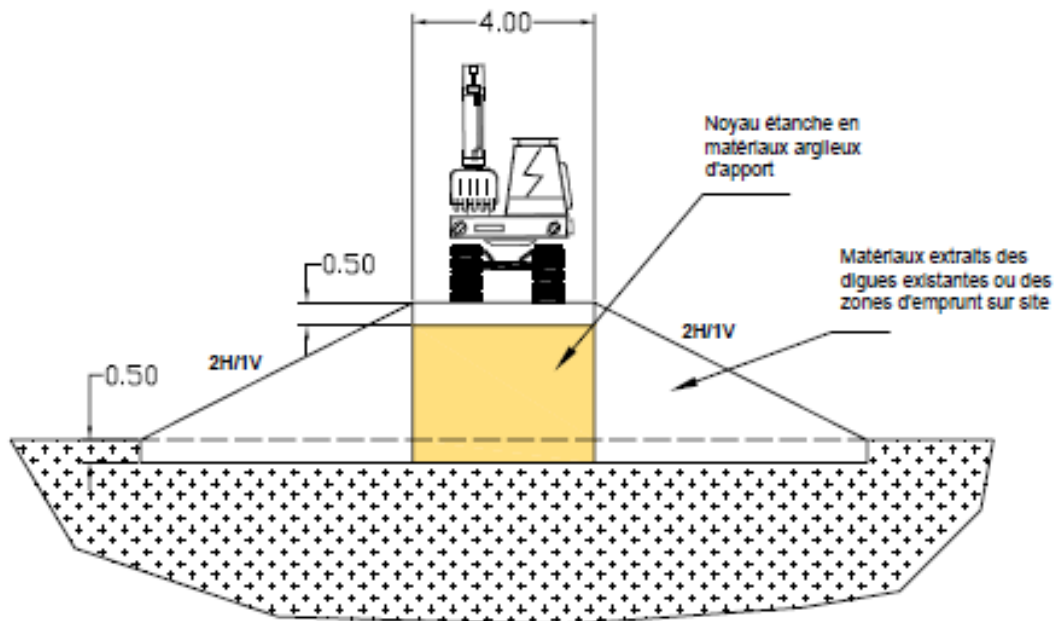
## A. Caractéristiques techniques des digues

La longueur totale des digues après des travaux est estimée à 4 477 ml (dont 222 ml de mur béton au niveau du tronçon 1.2).

A l'exception de 222 ml de digues qui seront constituées d'un mur en béton armé (rive droite en amont du pont de la RD1083, hauteur apparente maximale d'environ 1,40m) par manque de place, toutes les autres digues auront les caractéristiques suivantes (figure 2) :

- elles seront constituées de matériaux de remblais : noyau argileux central en matériau d'apport sur 4m de largeur et pour le reste de matériaux extraits des remblais existants,
- la largeur au sommet de 4m,
- elles seront circulables,
- le fruit des talus sera de 2H/1V,
- les talus seront ensemencés et entretenus régulièrement,

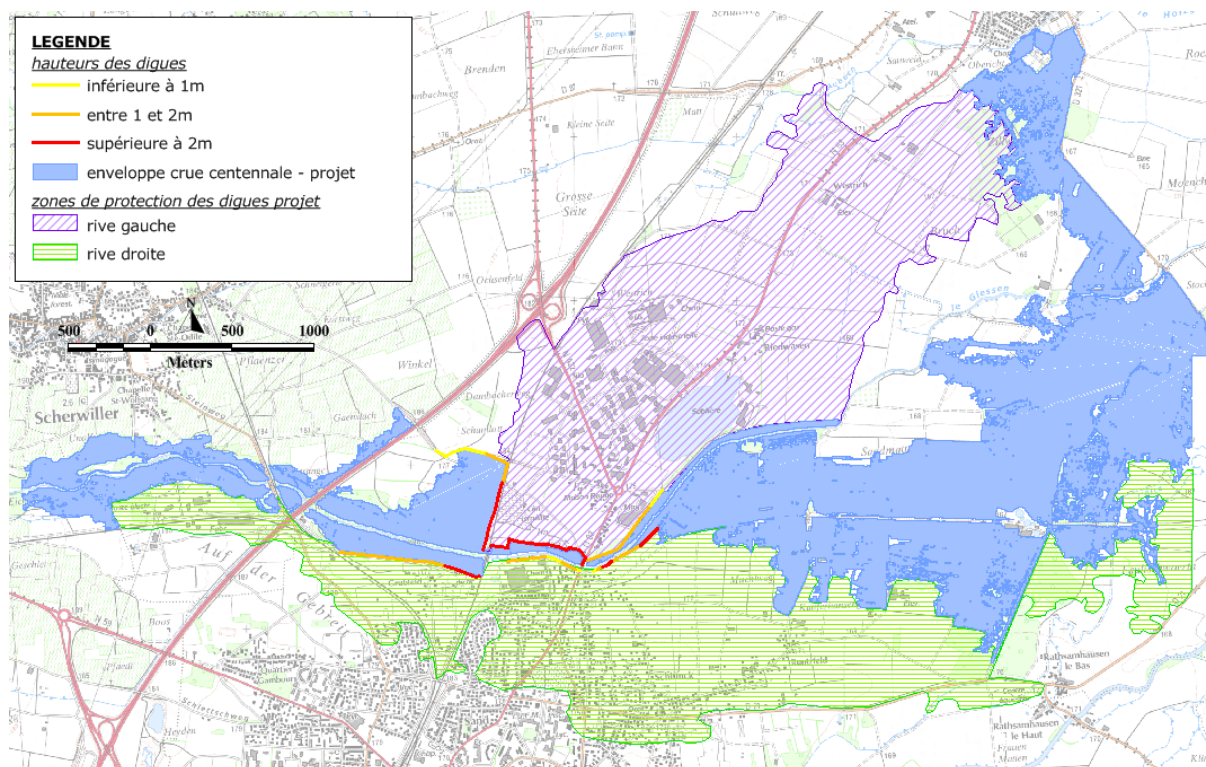
Compte tenu du fait que les digues existantes sont arborées et qu'elles sont constituées de matériaux non-étanches, il est prévu, non seulement de rehausser les digues dont la hauteur est insuffisante, mais également de refaire entièrement le corps de toutes les digues y compris les tronçons (minoritaires) dont la hauteur est suffisante.



**Figure 2** : coupe type de la digue

Les talus des digues seront ensemencés et devront être entretenus régulièrement pour empêcher le développement des arbres et arbustes dont l'arrachage pourrait déstabiliser la digue et dont les racines pourraient favoriser les phénomènes de renards hydrauliques. On favorisera au contraire la reprise de la végétation arborée à distance du pied de talus côté Giessen pour bénéficier d'une protection mécanique naturelle contre l'érosion due aux écoulements en crues.

Les digues permettront de protéger la commune de Sélestat jusqu'à concurrence d'une crue centennale, aucune gestion particulière (manœuvres de vannes, interventions particulières,...) n'étant nécessaire au fonctionnement des ouvrages de protection.



**Figure 3 : hauteurs et zones de protection des digues**

## **B. Digue n°1**

La digue n°1 est située en rive gauche du Giessen et permet de protéger :

- La voie ferrée ;
- Le quartier Maison rouge, le cimetière israélite, les habitations ainsi que l'ensemble de la zone d'activité située entre la voie ferrée et la RD1083 ;
- La zone d'activité en aval de la RD1083.

### Tronçon 1.1

Le tronçon de digue n°1.1 est situé entre l'autoroute A35 et la voie ferrée :

- 480 ml longitudinaux au Giessen en lit majeur (à environ 620 m du cours d'eau), correspondant partiellement à une rehausse du chemin rural dit du Steinweg ;
- 570 ml longeant la voie ferrée, transversaux au Giessen.

La crête de digue sera fixée, sur tout le linéaire de protection, à la cote 177,88 m, permettant ainsi d'assurer une protection jusqu'à concurrence d'une crue centennale, avec une marge d'environ 50 cm.

Un organe de vidange (du lit majeur endigué) sera aménagé pour permettre le franchissement du merlon existant, et un retour des écoulements au lit mineur lors de la décrue.

Deux canalisations en béton (diamètre 1 000 mm) en parallèle, permettront le franchissement du merlon existant. Des vannes et des clapets permettront la régulation des débits et une vidange du casier en décrue. Les vannes seront manoeuvrées de manière à limiter le débit de sortie et surtout la vitesse de l'eau dans les canalisations à des valeurs ne mettant pas en péril leur structure (maximum 4m/s pour des canalisations en béton par analogie avec les préconisations utilisées en assainissement). La gestion de l'ouvrage sera active et manuelle.

L'ouvrage sera réalisé dans un tronçon de digue perpendiculaire au tronçon 1.1, comme le montre la figure ci-après :



**Figure 4** : vue de l'ouvrage de décharge

Le tronçon de digue dans lequel sera implanté l'ouvrage sera raccordé au merlon existant. Les ouvrages transversaux de ce type peuvent être la source d'érosion régressive en favorisant les circulations internes et les fuites. Cependant, du fait de sa situation (dans un tronçon perpendiculaire à la digue), l'ouvrage n'augmentera pas sensiblement le risque de rupture du tronçon 1.1. Par ailleurs, le remblai de la voie ferrée, au niveau de l'ouvrage, sera environ 10 cm au-dessus de la crête de la digue projetée, limitant ainsi le risque en cas de rupture.

La digue, dans sa partie amont, sera support du chemin rural du Steinweg, sur un linéaire d'environ 340 ml. Le chemin permet de relier Sélestat à Scherwiller mais la circulation reste limitée. En outre, les enjeux en arrière de ce tronçon seront très faibles (uniquement des champs).

La digue ne présente aucun point de raccordement sensible en amont ou en aval.

### Tronçon 1.2

D'une longueur de 680 m, la digue n°1.2 protégera le secteur confiné entre la voie ferrée et la RD1083, mais également en aval de la route, en rive gauche du Giessen, incluant notamment le cimetière israélite et le quartier Maison Rouge.

La crête de digue sera fixée à la cote 177,44 m à l'amont, et à 176,90 m à l'aval. La digue assurera une protection contre la crue centennale avec une marge minimale de 50 cm par rapport aux niveaux de crue Q100 en lit mineur.

Aucun ouvrage particulier ne sera construit sur la digue.

La digue sera raccordée au remblai de la voie ferrée en amont. En aval, la sensibilité du point d'arrêt de la digue sera moindre, puisque le raccordement se fera longitudinalement à la RD1083.

En outre, au niveau du pont de la RD1083, la digue présente une revanche sécuritaire de 70 cm, limitant ainsi le risque de surverse induit par d'éventuels embâcles au niveau du pont.

### Tronçon 1.3

Ce tronçon de digue permettra de protéger le secteur en aval du pont de la RD1083, en rive gauche du Giessen, jusqu'à concurrence d'une crue centennale.

La cote de crête variera linéairement entre 175,50 m à l'amont et 174,44 m à l'aval, offrant une marge de 50 cm par rapport aux niveaux de crue centennaux en lit mineur du Giessen.

Aucun ouvrage ne sera implanté sur les digues.

La digue ne présente pas de point d'arrêt aggravant le risque de rupture, en amont ou en aval, étant raccordée progressivement au terrain naturel.

## **C. Digue n°2**

La digue n°2 protégera la rive droite du Giessen contre les crues, jusqu'à concurrence d'une crue centennale. La zone de protection englobe :

- Le quartier du Grubfeld (zone d'activités sportives, tissu urbain discontinu) entre l'autoroute A35 et la voie ferrée ;
- La zone d'habitations localisée entre la voie ferrée et la RD1083 ;

### Tronçon 2.1

La digue n°2.1 est localisée en rive gauche du Giessen, entre l'autoroute A35 à l'amont et la voie ferrée à l'aval. Elle protégera directement le quartier du Grubfeld, notamment le centre équestre, sur un linéaire de 910 m.

La cote de crête de digue variera entre 179,36 m à l'amont et 177,87 m à l'aval (au droit du pont de la voie ferrée), offrant une protection contre la crue centennale, en intégrant une revanche sécuritaire minimale de 50 cm par rapport à la cote Q100.

Le tronçon 2.1 ne présente pas de point d'arrêt particulièrement vulnérable au risque de rupture :

- en amont, la digue rattrapera le terrain naturel,
- en aval, une digue en retour parallèle à la voie ferrée assurera la stabilité de la digue.

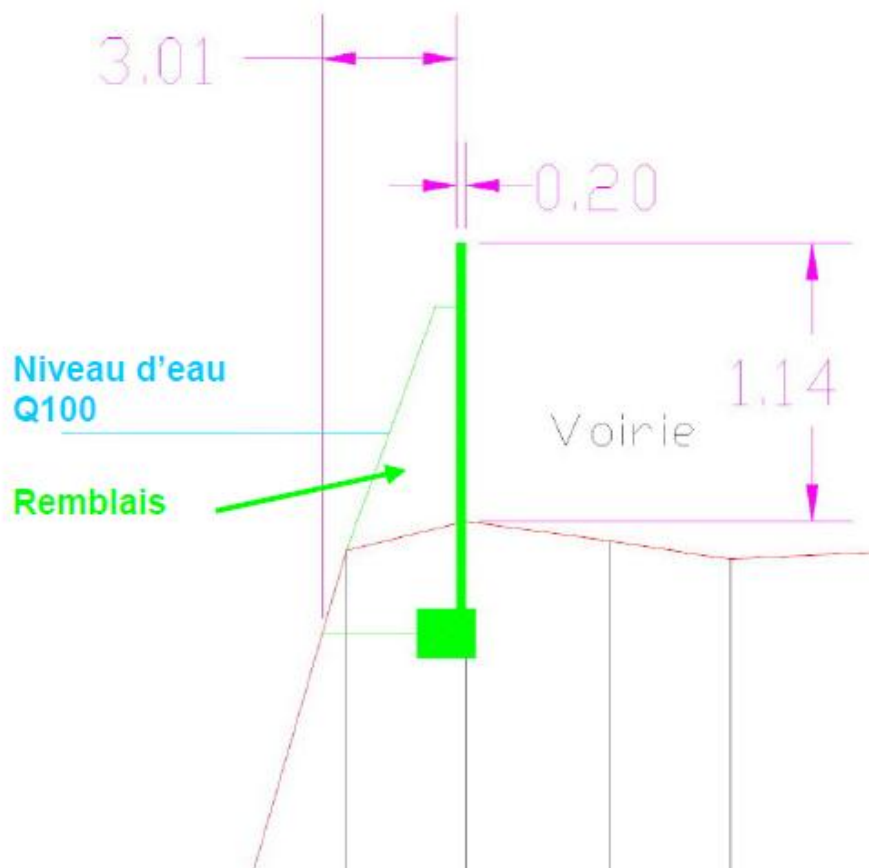
### Tronçon 2.2

Il s'agit du tronçon de digue qui assurera la protection directe du secteur urbanisé en rive droite du Giessen, entre la voie ferrée et la RD1083.

La crête de digue sera fixée à des cotes identiques à la digue n°1.2, offrant ainsi une marge minimale de 50 cm par rapport aux niveaux de crue centennaux en lit mineur.

D'une longueur totale de 573 ml, la digue sera constituée comme suit :

- 351 ml de digue en remblai à partir du pont de la voie ferrée ;
- 222 ml de mur en béton armé en amont du pont de la RD1083, d'épaisseur minimale 20 cm et de hauteur 1,60 m.



**Figure 5** : vue en coupe schématique du mur de protection (tronçon de digue 5)

Aucun ouvrage particulier ne sera implanté sur la digue.

Le remblai sera raccordé en amont perpendiculairement à la voie ferrée.

Le point de raccord de la digue au mur en béton en aval immédiat de la filature, sera un point légèrement plus sensible à l'érosion.

En outre, au niveau du pont de la RD1083, le mur présente une revanche sécuritaire de 70 cm, limitant ainsi le risque de surverse induit par d'éventuels embâcles au niveau du pont.

### Tronçon 2.3

La digue n°2.3 sera implantée en aval du pont de la RD1083, pour protéger les zones urbanisées en rive droite du Giessen, sur un linéaire total de 642 m.

Sa cote de crête variera entre 175,50 m à l'amont et 174,44 m à l'aval, niveaux offrant une marge de 50 cm par rapport aux niveaux de crue centennale du Giessen.

Le tronçon 2.3 sera raccordé progressivement au terrain naturel, en amont (vers la RD1083) et en aval.

## IV. IDENTIFICATION DU MAITRE D'OUVRAGE

L'aménagement sera conduit par la Communauté de Communes de Sélestat (maître d'ouvrage). La maîtrise d'œuvre des travaux de construction des digues sera assurée par le bureau d'études Hydratec.

## V. CLASSEMENT DE L'OUVRAGE - arrêté préfectoral (annexe 1)

L'arrêté préfectoral d'autorisation des digues classe les digues 1 et 2 en catégorie B sur la base de la population en zones de protection telles que définies dans l'étude de danger :

*« La hauteur maximale de la digue n°1, en rive gauche du Giessen, est égale à 3,08m. Elle protège une population estimée par la Communauté de communes de Sélestat à 217 habitants résidants dans le secteur. Si l'on tient compte des activités commerciales et industrielles du secteur, la population protégée est supérieure à 1000 habitants.*

*La hauteur maximale de la digue n°2, en rive droite du Giessen, est égale à 3,13m. Elle protège une population estimée par la Communauté de communes de Sélestat à 1128 habitants résidants dans le secteur. Si l'on tient compte des activités commerciales et industrielles du secteur, la population protégée est supérieure à 1000 habitants.*

*Au vu de ces caractéristiques, la digue n°1, en rive gauche du Giessen, et la digue n°2 en rive droite du Giessen sont classées en B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'Environnement. »*

La révision des zones de protection des futures digues dans le cadre de l'instruction de ce dossier a permis de redéfinir le classement des digues en fonction des nouveaux zonages (cf. annexe 4). Il est apparu que le classement des digues n°1 et n°2 en catégorie B ne se trouve pas modifié par l'utilisation des nouveaux zonages.



## VI. ANALYSE DE LA VULNERABILITE DES OUVRAGES EXISTANTS

Un certain nombre de digues permettent de protéger actuellement Sélestat contre les crues fréquentes du Giessen.

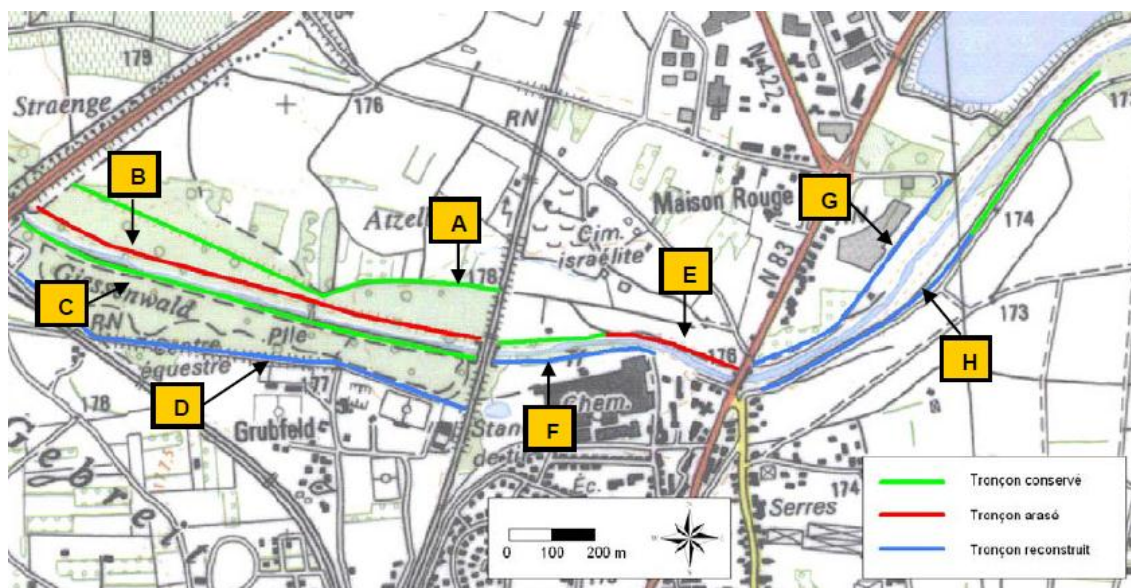


Figure 6 : localisation des digues existantes

En amont du pont de la RD 1083, la digue E en rive gauche, correspondant à la berge du cours d'eau, sera arasée sur une longueur de 327m. Après décaissement, la berge aura une hauteur minimale de 2m côté Giessen afin de ne pas trop perturber le transport solide du Giessen.

De la même façon, le bourrelet de berge B, en rive gauche amont de la voie ferrée sera arasé pour favoriser l'expansion des crues.

Contrairement aux digues projetées, qui seront créées dans les règles de l'art (noyau argileux, enherbement,...), les digues existantes sont formées de matériaux hétéroclites et présentent une végétation arborée abondante n'assurant pas la stabilité et la pérennité de l'ouvrage. Un risque de rupture de digue serait à prévoir si des travaux ne sont pas entrepris rapidement. Ce risque, non négligeable, est à l'origine du présent projet de digues.

Différents constats ont pu être réalisés lors des visites de terrain :

- Toutes les digues sont recouvertes d'une végétation arborée mais également d'espèces exotiques type Renouée du Japon (les racines se sont développées au sein même du talus)
- Les talus sont légèrement érodés par la rivière
- La digue H, en rive droite en aval de la RD 1083, présente un ravinement des sols en pieds de talus côté rivière
- Les digues A, C, G et H présentent des irrégularités marquées sur le profil en long de leur crête, dues à des surverses passées ou à des phénomènes d'érosion interne.





**Figure 7** : ravinement au pied de la digue H et irrégularités de crête de la digue E

Les observations indiquent une instabilité des digues existantes, essentiellement due à l'absence de matériaux étanches, aux crues du Giessen et au manque d'entretien.

#### VII. ETUDE DE DANGER DES DIGUES PROJET

Cf. Annexe 2

La modification des zones de protection, selon les modélisations fournies par la DDT 67 dans le cadre du PPRI de Sélestat est disponible en annexe 4.

#### VIII. ANALYSE COUT-BENEFICE

Cf. Annexe 3

#### IX. ETAT D'AVANCEMENT DU PPRI DE SELESTAT

Le PPRI de Sélestat a été approuvé par arrêté préfectoral le 28 mai 2014.

#### X. MODALITE DE FINANCEMENT

Un devis estimatif du coût du projet de digues a été réalisé par le bureau d'études Hydratech (maître d'œuvre des digues). Le montant total du des digues s'élève à 2 914 000€ HT (tableau I).

Les travaux seront financés à hauteur de 40% par l'Etat via le fond Barnier. Les 60% restant seront à la charge de la Communauté de Communes de Sélestat.

**Tableau I** : devis du coût des travaux de réalisation des digues de protection contre une crue centennale

PROTECTION DE SELESTAT CONTRE LES CRUES										
DESIGNATION TRAVAUX	RD - Amont SNCF	RG - Amont SNCF	RD - SNCF_RN83	RG - SNCF_RN83	RD - Aval RN83	RG - Aval RN83	TOTAL	ARROND I	P.U.	MOTANT
linéaire de digues (ml)	868,25	1054,07	574,028	685,455	550	623,31	<b>4 355</b>			
Terrassement (m³)	10446,34432	7727,0218	6984,83976	5668,634545	6690,90755	7981,28841	<b>45 499</b>	<b>45 500</b>	10,00 €	455 000,00 €
Noyau d'argile A3 (m³)	7017,45013	10345,64916	5581,15101	9795,287605	5647,282585	4975,69958	<b>43 363</b>	<b>43 500</b>	20,00 €	870 000,00 €
Matériaux terreux (m³)	7874,369535	13047,62105	5782,15325	13227,08725	6096,34388	4463,374735	<b>50 491</b>	<b>50 500</b>	10,00 €	505 000,00 €
Terre végétale (m³)	907,687015	1367,53755	646,45851	1253,077465	662,663275	533,727915	<b>5 371</b>	<b>5 500</b>	10,00 €	55 000,00 €
Enkamat (m²)	9524,246767	13333,197	6605,8354	11095,66977	4417,755167	6051,4261	<b>51 028</b>	<b>51 000</b>	10,00 €	510 000,00 €
Hydromulching (m²)	9524,246767	13333,197	6605,8354	11095,66977	4417,755167	6051,4261	<b>51 028</b>	<b>51 000</b>	4,00 €	204 000,00 €
Ouvrages (Forfait)								<b>3</b>	70 000,00 €	210 000,00 €
grave pour chemin (m³)	1302,375	1581,105	861,042	1028,1825	825	934,965	<b>6 533</b>	<b>7 000</b>	15,00 €	105 000,00 €
										<b>2 914 000,00 €</b>

## ANNEXES

**Annexe 1** : Arrêté préfectoral d'autorisation au titre de la loi eau

**Annexe 2** : Etude de danger des digues projet

**Annexe 3** : Analyse Coût Bénéfice

**Annexe 4** : Modification de la zone de protection des digues projet

# ANNEXE 1

ARRETE PREFECTORAL D'AUTORISATION LOI EAU

---

**PREFET DU BAS-RHIN**

**DIRECTION DES COLLECTIVITES LOCALES**  
**Bureau de l'Environnement**  
**et des Procédures Publiques**

**INSTALLATION SOUMISE A AUTORISATION ADMINISTRATIVE**  
**DANS LE DOMAINE DE L'EAU**

**Communauté de Communes de Sélestat**

**Aménagements hydrauliques nécessaires à la**  
**protection de Sélestat contre les crues du Giessen**

**ARRETE PREFECTORAL**

**Portant Déclaration d'Intérêt Général en application de**  
**l'article L.211-7 du Code de l'Environnement et valant**  
**autorisation au titre des articles L.214-1 et suivants du Code**  
**de l'Environnement des aménagements hydrauliques**  
**nécessaires à la protection de Sélestat contre les crues du**  
**Giessen**

**Le Préfet de la Région Alsace,  
Préfet du Bas-Rhin**

- VU la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 ;
- VU le code Civil, et notamment ses articles 1382, 1383, 1384, 1386, 1792 et 2270 portant sur la responsabilité du propriétaire d'un ouvrage ;
- VU le Code de l'Environnement ;
- VU le Code général des collectivités territoriales ;
- VU le Code de l'expropriation et notamment les articles R.11- 14-1 à R.11-14-15 ;
- VU l'arrêté ministériel du 29 février 2008 fixant les prescriptions relatives à la sécurité et à la sûreté des ouvrages hydrauliques ;
- VU l'arrêté ministériel du 12 juin 2008 définissant le plan de l'étude de dangers de barrages et des digues et en précisant le contenu ;
- VU l'arrêté ministériel du 16 juin 2009 modifiant l'arrêté du 29 février 2008 fixant des prescriptions relatives à la sécurité et à la sûreté des ouvrages hydrauliques
- VU l'arrêté ministériel du 21 mai 2010 définissant l'échelle de gravité des événements ou évolutions concernant un barrage ou une digue ou leur exploitation et mettant en cause ou étant susceptibles de mettre en cause la sécurité des personnes ou des biens et précisant les modalités de leur déclaration
- VU l'arrêté de prescriptions générales du 13 février 2002 applicable aux IOTA relevant de la rubrique 3.2.2.0 ;
- VU l'arrêté de prescriptions générales du 13 février 2002 applicable aux IOTA relevant de la rubrique 3.1.4.0 ;
- VU l'arrêté de prescriptions générales du 28 novembre 2007 applicable aux IOTA relevant de la rubrique 3.1.2.0 ;
- VU l'arrêté du Préfet Coordonnateur de Bassin en date du 27 novembre 2009, portant approbation des S.D.A.G.E. Rhin - Meuse ;
- VU la demande d'autorisation complète déposée au titre de l'article L.214-3 du Code de l'Environnement, et de l'article L.211-7 de ce même Code, reçue le 16 octobre 2009, par la Communauté de Communes de Sélestat, enregistrée sous le n° 67-2009-00274 et relative à la protection de Sélestat contre les crues du Giessen ;
- VU les avis des services consultés, à savoir les : Direction Régionale de l'Environnement d'Alsace, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques et l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse ;
- VU le document complémentaire au dossier initial produit par le pétitionnaire, reçu le 06 août 2010, prenant en compte les remarques et réserves des services consultés, rendant la demande d'autorisation complète et régulière ;
- VU l'avis de l'autorité environnementale daté du 28 décembre 2010,

VU l'enquête publique réglementaire qui s'est déroulée du 18 avril 2011 au 19 mai 2011 inclus, le dossier ayant été déposé en mairie de SELESTAT ;

VU l'avis du Conseil Municipal de Sélestat du 26 mai 2011 ;

VU le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur reçus le 19 juillet 2011 à la Préfecture du Bas-Rhin ;

VU l'avis favorable du Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques du Bas-Rhin en date du 11 janvier 2012 ;

VU le projet d'arrêté notifié à la Communauté de Communes de Sélestat en date du 16 janvier 2012 ;

VU la réponse formulée par la Communauté de Communes de Sélestat en date du 18 janvier 2012 ;

CONSIDERANT la prise en compte des remarques des services consultés et de l'avis de l'autorité environnementale ;

CONSIDERANT l'avis du Service du Contrôle de la Sécurité des Ouvrages Hydrauliques (SCSOH) de la Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Alsace sur le projet d'arrêté sur les aspects liés à la sécurité des ouvrages ;

CONSIDERANT les prescriptions des articles 3 à 6 du présent arrêté ;

Sur proposition du Secrétaire Général de la Préfecture du Bas-Rhin ;

## ARRETE

### Titre I : OBJET DE L'AUTORISATION ET DE LA DECLARATION D'INTERET GENERAL

#### ARTICLE 1 - OBJET DE L'AUTORISATION ET DE LA DECLARATION D'INTERET GENERAL :

En application de l'article L.214-3 du Code de l'Environnement, la Communauté de Communes de Sélestat, ci-après dénommée le pétitionnaire, est autorisée, sous réserve des prescriptions énoncées aux articles suivants, à réaliser les travaux de protection de Sélestat contre les crues du Giessen.

En application de l'article L.211-7 du Code de l'Environnement, les travaux de protection de Sélestat contre les crues du Giessen, effectués par la Communauté de Communes de Sélestat, sont déclarés d'intérêt général.

Les caractéristiques principales des ouvrages précités sont données à l'article 2 ci-après.

La présente autorisation s'inscrit dans la nomenclature de l'article R.214-1 au titre des rubriques suivantes :



Rubrique	Intitulé	Régime
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :  1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à plein bord avant débordement	Autorisation
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :  2° sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m	Déclaration
3.2.2.0	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° surface soustraite supérieure ou égale à 10.000 m <sup>2</sup> Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.	Autorisation
3.2.6.0	Digues à l'exception de celles visées à la rubrique 3.2.5.0 :  1° de protection contre les inondations et submersion	Autorisation

## ARTICLE 2 - CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES :

Les aménagements hydrauliques projetés sont dimensionnés pour les niveaux d'eau maximum atteints en crue centennale<sup>1</sup>, augmentés d'une marge de sécurité de 50 cm.

Les cartes fournies en annexe 1 permettent de localiser l'ensemble des aménagements projetés et notamment les futures digues n°1 et n°2, respectivement en rive gauche et en rive droite du Giessen.

Les installations, ouvrages, travaux, activités ont les caractéristiques principales suivantes :

### 2.1- Construction et rehausse de digues :

A l'exception de 222 ml de digues qui seront constituées d'un mur en béton armé (rive droite en amont du pont de la RD1083) par manque de place, toutes les autres digues seront des digues en remblai, circulables en crête et en pieds.

La hauteur maximale de la digue n°1, en rive gauche du Giessen, est égale à 3,08m.

La hauteur maximale de la digue n°2, en rive droite du Giessen, est égale à 3,13m.

La hauteur maximale de la portion en mur béton armé de la digue n°1 est égale à 1,40m.

<sup>1</sup> L'étude se base sur une estimation du débit de pointe de crue centennale égale à 170 m<sup>3</sup>/s.

### 2.1.1 Rehausse de digues existantes :

L'arasement de digues existantes, en mauvais état (arborées et constituées de matériaux non-étanches), et leur reconstruction au même emplacement à une cote supérieure est autorisé : il s'agit des merlons nommés D, F, G et H sur la première carte de l'annexe 1, remplacés par les futurs tronçons de digues nommés 2.1, 2.2, 2.3 et 1.3 sur la deuxième carte de l'annexe 1.

Le tronçon de digue 2.3 n'est autorisé qu'entre :

- le pont de la RD1093, comme le prévoit la deuxième carte de l'annexe 1,
- le chemin rural indiqué sur la deuxième carte de l'annexe 1, soit environ 150 m en amont du point d'arrêt demandé par la Communauté de Communes de Sélestat dans le dossier d'enquête publique.

### 2.1.2 Déplacement de digues existantes :

L'arasement de digues existantes, en mauvais état, et leur reconstruction à un autre emplacement et à une cote supérieure est autorisé : il s'agit du merlon nommé E sur la première carte de l'annexe 1, remplacé par le futur tronçon de digue nommé 1.2 sur la deuxième carte de l'annexe 1.

### 2.1.3 Création de nouvelles digues :

La création d'une nouvelle digue est autorisée : il s'agit du futur tronçon de digue nommés 1.1 sur la deuxième carte de l'annexe 1.

### 2.2- Amélioration des conditions d'écoulement en amont du pont de la RD1083 :

En amont du pont de la RD1083 la berge rive gauche du Giessen sera :

- arasée sur 327 m en amont du pont pour atteindre une hauteur de 2m depuis le fond du lit mineur du Giessen,
- rectifiée (élargissement du lit mineur du Giessen) sur 100m en amont du pont de manière à dégager l'arche du pont.

### 2.3- Arasement compensatoire d'un merlon existant :

Le merlon existant en berge rive gauche du Giessen entre l'autoroute et la voie ferrée, nommé B sur la première carte de l'annexe 1 sera arasé.

Cette mesure compensatoire participera à l'élargissement de l'espace de mobilité du Giessen et permettra de regagner de la surface pour le champs d'expansion des petites crues, entre la berge rive gauche du Giessen et le merlon de second rang nommé A sur la première carte de l'annexe 1.

## Titre II : PRESCRIPTIONS

### ARTICLE 3 : PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA REALISATION DES OUVRAGES

#### 3.1- Prescriptions générales :

Les ouvrages seront exécutés conformément aux plans du dossier d'enquête et devront respecter les règles de l'art en matière d'ouvrages en terre destinés à la protection contre les inondations.

Préalablement à la réalisation des travaux autorisés dans le présent arrêté, la Communauté de Communes de Sélestat transmettra pour validation au SCSOH (Service de Contrôle de la Sécurité

des Ouvrages Hydrauliques) de la DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) Alsace, dans un délai de 6 mois suivant la signature de l'arrêté d'autorisation, un dossier au stade avant-projet des ouvrages de protections contre les inondations.

Ce dossier comprendra :

- Un plan parcellaire d'implantation des ouvrages
- Une étude géotechnique au stade d'avant-projet mission G12 de la norme NFP94500 comprenant notamment une analyse des fondations, précisant la nature exacte des matériaux mis en œuvre pour la construction des ouvrages, les calculs de stabilité d'ensemble, la définition de la géométrie des ouvrages, l'intégration des ouvrages annexes comme les organes hydrauliques, les profils en long et en travers.
- Une description précise des points de raccordement notamment au pont de franchissement du Giessen par la RD1083.

L'ensemble des aménagements autorisés dans le présent arrêté devra être entièrement implanté sur des terrains en pleine et entière propriété de la Communauté de Communes de Sélestat ou de la Ville de Sélestat.

Les travaux seront conduits de manière à écarter tout risque de pollution de l'eau et du sol.

Le pétitionnaire devra apporter un soin particulier à l'intégration paysagère des aménagements réalisés.

### 3.2- Raccourcissement de la digue rive droite à l'aval de la RD1083 :

La Communauté de Communes de Sélestat n'est autorisée à construire le tronçon de digue nommé 2.3 que jusqu'au point d'arrêt identifié sur la deuxième carte de l'annexe 1 au présent arrêté, soit environ 150 m en amont du point d'arrêt figurant dans le dossier d'enquête publique.

### 3.3- Matériaux utilisés pour la réalisation des digues :

Le pétitionnaire veillera à utiliser des matériaux non contaminés par les espèces végétales invasives que l'on retrouve dans le Bas-Rhin, type Renouée du Japon et Balsamine.

### 3.4- Mesures de sécurité en phase chantier :

Le pétitionnaire devra veiller à la stricte application des mesures prévues dans le dossier d'enquête en phase de chantier afin d'éviter ou réduire efficacement tout impact sur le milieu naturel.

### 3.5- Transmission du plan de récolement et caractéristiques principales des ouvrages achevés :

Dès l'achèvement des travaux, le pétitionnaire en informe le Préfet du Bas-Rhin (Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin) et le SCSOH de la DREAL Alsace et lui fait connaître la date de la visite de récolement des travaux.

Dans un délai de trois mois à compter de l'achèvement des travaux, le pétitionnaire transmet au Préfet du Bas-Rhin (Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin) et au SCSOH de la DREAL Alsace le plan de récolement des ouvrages.

## ARTICLE 4 : PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX MESURES COMPENSATOIRES :

### 4.1- Création d'une diffluence du Giessen au niveau du Giessenwald :

La Communauté de Communes de Sélestat devra réaliser les études d'avant-projet concernant la création d'une diffluence du Giessen selon les principes décrits dans l'étude d'impact présentée à l'enquête publique.

Les aménagements dimensionnés suite à ces études devront faire l'objet d'une demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau adressée par la Communauté de Communes de Sélestat à la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin dans un délai de 18 mois suivant la notification du présent arrêté. Le dossier de demande inclura un programme de suivi pour vérifier in situ l'efficacité des aménagements réalisés.

### 4.2- Augmentation de la capacité hydraulique du franchissement du Giessen par la RD1083 :

La Communauté de Communes de Sélestat devra fournir à la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin, dans un délai de 18 mois suivant la notification du présent arrêté, une étude de faisabilité technique et juridique de l'augmentation de la capacité hydraulique du franchissement du Giessen par la RD1083, visant à supprimer les problèmes actuels de mise en charge du pont de la RD1083 pour une crue centennale et sa sensibilité à la formation d'embâcles. La fermeture des ouvrages de protection se faisant sur le franchissement de la RD1083, le dossier devra également être transmis pour avis au SCSOH de la DREAL Alsace.

La Communauté de Communes de Sélestat assumera le coût financier des études et des travaux qui s'en suivront sans préjudice des subventions qu'elle pourrait obtenir.

### 4.3- Amélioration des franchissements piscicoles :

La Communauté de Communes de Sélestat devra réaliser les travaux concernant l'amélioration du franchissement piscicole de 12 seuils en lit mineur du Giessen et de la Liepvrette selon les principes, et notamment l'échéancier, décrits dans l'étude d'impact présentée à l'enquête publique.

Ces aménagements devront faire l'objet d'une demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau adressée par la Communauté de Communes de Sélestat à la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin.

### 4.4- Mesures hydrauliques de compensation de la perte de 350 000 m<sup>3</sup> de champ d'expansion de crue du Giessen à Sélestat :

La Communauté de Communes de Sélestat est tenue de réaliser des mesures hydrauliques de compensation de la perte de 350 000 m<sup>3</sup> de champ d'expansion de crue du Giessen à Sélestat afin de rendre compatible avec le SDAGE approuvé le 27 novembre 2009 les travaux autorisés par le présent arrêté.

La Communauté de Communes de Sélestat devra fournir à la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin, dans un délai de trois ans suivant la notification du présent arrêté, les études d'avant-projet de réalisation de mesures compensatoires hydrauliques à la perte de 350000m<sup>3</sup> de champs d'expansion de crue du Giessen à Sélestat.

Les solutions consisteront en tout ou partie des mesures suivantes :

- des opérations de prévention des inondations (ralentissement dynamique) ou de compensation au-delà des limites communales de Sélestat, dans le cadre d'une approche globale amont/aval, avec un objectif de compensation a minima de 100% du volume de champs d'expansion de crue du Giessen perdu à Sélestat du fait des aménagements objets du présent arrêté ; les études et la dynamique actuellement en cours dans le cadre du SAGE Giessen - Liepvrette constituent une opportunité d'examiner la faisabilité de telles solutions,
- des mesures alternatives, visant à reconquérir des volumes dans le champ naturel d'expansion des crues du Giessen à Sélestat en rendant inondables des espaces actuellement non urbanisés (essentiellement en rive gauche à l'amont de la RD 1083 voire en rives droite et gauche à l'aval de celle-ci) ; ces espaces ne sont actuellement pas mobilisables par des crues inférieures à la centennale en raison de la présence de merlons existants, dont la tenue mécanique est incertaine.

La Communauté de Communes de Sélestat est soumise à une obligation de résultats : dans un délai de 6 ans suivant la notification du présent arrêté, faute de garanties sérieuses quant à la réalisation de mesures de compensation en volume un pour un au-delà des limites communales de Sélestat, la Communauté de Commune de Sélestat devra réaliser les mesures alternatives mentionnées ci-dessus (arasement des merlons existants à Sélestat).

La Communauté de Communes de Sélestat assumera le coût financier des études et des travaux sans préjudice des subventions qu'elle pourrait obtenir.

## ARTICLE 5 : PRESCRIPTIONS RELATIVES A LA SECURITE DES OUVRAGES :

### 5.1-Classement des ouvrages :

La hauteur maximale de la digue n°1, en rive gauche du Giessen, est égale à 3.08m. Elle protège une population estimée par la Communauté de Communes de Sélestat à 217 habitants résidants dans le secteur. Si l'on tient compte des activités commerciales et industrielles du secteur la population protégée est supérieure à 1000 habitants.

La hauteur maximale de la digue n°2, en rive droite du Giessen, est égale à 3.13m. Elle protège une population estimée par la Communauté de Communes de Sélestat à 1128 habitants résidants dans le secteur. Si l'on tient compte des activités scolaires, commerciales et industrielles du secteur la population protégée est supérieure à 1000 habitants.

Au vu de ces caractéristiques, la digue n°1, en rive gauche du Giessen, et la digue n°2 en rive droite du Giessen sont classées en B au sens de l'article R.214-112 du Code de l'Environnement,

Le responsable de l'ensemble de ces ouvrages est la Communauté de Communes de Sélestat.

### 5.2-Dossier des ouvrages :

#### 5.2.1 Contenu du dossier :

Dès la notification du présent arrêté, le responsable constitue un «DOSSIER DE L'OUVRAGE» contenant toutes les données administratives et techniques des digues visées à l'article 5.1.

Le contenu du dossier des ouvrages est précisé en annexe 2 du présent arrêté :

Les pièces suivantes seront réunies à compter de la notification du présent arrêté :

- documents administratifs,
- documents relatifs à la situation des ouvrages,
- documents relatifs à la description technique des ouvrages.

Les pièces suivantes seront réunies au fur et à mesure de leur production :

- documents relatifs à la construction des ouvrages,
- documents relatifs aux travaux ou interventions sur les ouvrages,
- documents relatifs à la surveillance et à l'exploitation des ouvrages,

*notamment les consignes écrites, dont le contenu est précisé en annexe 3 du présent arrêté,*

- documents relatifs au suivi des ouvrages.

### 5.2.2 Actualisation et mise à disposition :

Le dossier des ouvrages est conservé dans un endroit permettant son accès et son utilisation en toutes circonstances notamment en crue.

Ce dossier est tenu à la disposition du SCSOH de la DREAL Alsace.

Un exemplaire de ce dossier est obligatoirement conservé sur support papier.

Le responsable tient à jour ce dossier ; en particulier :

- il tient à jour les plans des ouvrages à l'occasion des travaux effectués si ceux-ci modifient les profils en long et/ou en travers,
- il intègre au dossier les comptes-rendus des travaux, l'analyse granulométrique des matériaux et les essais de compactage en cas de confortement,
- il intègre au dossier les rapports de visite approfondie et de revue de sûreté des ouvrages,
- il intègre au dossier les mises à jour des consignes écrites et de l'étude de dangers des ouvrages.

Toute mise à jour des consignes écrites est soumise à l'approbation préalable du SCSOH de la DREAL Alsace.

### 5.3-Dispositif de surveillance :

#### 5.3.1 Visites régulières et rapport de surveillance :

Le responsable des ouvrages est tenu de mettre en place un dispositif de surveillance et d'entretien adapté à la nature et aux dimensions des ouvrages.

A ce titre, le responsable :

- organise des visites de surveillance régulières et des visites consécutives à des événements particuliers, selon des modalités définies par les consignes écrites ; ces visites portent notamment sur le contrôle de la végétation, l'entretien des accès et la vérification du bon fonctionnement des organes de sécurité,
- adresse au SCSOH de la DREAL Alsace la première fois dans un délai de 5 ans suivant l'achèvement des travaux autorisés par le présent arrêté, puis tous les cinq ans un rapport de surveillance comportant les renseignements synthétiques définis par les consignes écrites.

Dans le cadre de ce dispositif de surveillance, le responsable des ouvrages demande, le cas échéant, aux tiers propriétaires de réseaux ou d'ouvrages traversant d'assurer un entretien et une surveillance régulière de ces derniers afin de ne pas affaiblir la sécurité générale des ouvrages objet du présent arrêté.

### 5.3.2 Déclaration des événements importants pour la sûreté hydraulique :

En application de l'arrêté ministériel du 21 mai 2010 susvisé, le responsable des ouvrages déclare au Préfet (DREAL Alsace) les événements importants pour la sûreté hydraulique (EISH) relatifs à une action d'exploitation, au comportement intrinsèque de l'ouvrage ou à une défaillance d'un de ses éléments, lorsque de tels événements ont au moins l'une des conséquences suivantes :

- atteinte à la sécurité des personnes (accident, mise en danger ou mise en difficulté) ;
- dégâts aux biens (y compris lit et berges de cours d'eau et retenues) ou aux ouvrages hydrauliques.

Toute déclaration d'un EISH est accompagnée d'une proposition de classification selon le niveau de gravité conforme à l'échelle suivante :

- a) Sont classés en « accidents » - couleur rouge, les événements à caractère hydraulique ou consécutifs à une crue ayant entraîné :
  - soit des décès ou des blessures graves aux personnes ;
  - soit une inondation totale ou partielle de la zone protégée suite à une brèche.
- b) Sont classés en « incidents graves » - couleur orange, les événements :
  - à caractère hydraulique ou consécutifs à une crue ayant entraîné une mise en danger des personnes sans qu'elles aient subi de blessures graves ;
  - ayant entraîné des dégradations importantes de l'ouvrage, quelles que soient leurs origines, mettant en cause sa capacité à résister à une nouvelle crue et nécessitant une réparation en urgence.
- c) Sont classés en « incidents » - couleur jaune, les événements ayant conduit à une dégradation significative de la digue nécessitant une réparation dans les meilleurs délais, sans mise en danger des personnes.

La déclaration d'un EISH, à compter de la date à laquelle le responsable des ouvrages a pris connaissance de l'événement, s'effectue :

- de façon immédiate pour les événements de couleur rouge ;
- dans les meilleurs délais pour les événements de **couleur orange**, sans toutefois excéder une semaine ;
- les EISH de couleur jaune font l'objet d'une déclaration annuelle auprès du préfet.

### 5.4-Visites Techniques approfondies :

Le responsable organise une première visite technique approfondie des ouvrages dans l'année suivant l'achèvement des travaux autorisés par le présent arrêté. Il renouvelle ensuite cette visite tous les ans.

Ces visites détaillées des ouvrages, dont les modalités sont définies par les consignes écrites, ont pour objectif d'inspecter toutes les parties des ouvrages et leurs organes annexes. Elles sont menées par un personnel compétent notamment en hydraulique, en électromécanique, en géotechnique et en génie-civil et ayant une connaissance suffisante du dossier de l'ouvrage.



Le responsable informe la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Alsace, service chargé du contrôle, de la date prévue pour la visite, **au moins** 2 mois à l'avance. Le service de contrôle peut y participer.

Le responsable établit un compte-rendu de visite qui précise, pour chaque partie de l'ouvrage et de ses abords les constatations, les éventuels désordres observés, leurs origines possibles et les suites à donner en matière de surveillance, d'entretien, de diagnostic ou de confortement.

Le responsable transmet le compte-rendu de visite au SCSOH de la DREAL Alsace, dans les 3 mois qui suivent la visite.

#### 5.5- Revue de sûreté et examen technique complet:

Le responsable organise une première revue de sûreté des ouvrages et des organes de sécurité associés, précédée d'un examen technique complet, dans un délai de 5 ans suivant l'achèvement des travaux autorisés par le présent arrêté. Il renouvelle ensuite la revue de sûreté et l'examen technique complet des ouvrages tous les 10 ans.

La revue de sûreté et l'examen technique complet visent à dresser un constat du niveau de sûreté de l'ouvrage et des ouvrages de sécurité associés. Leur contenu est précisé en annexe 4 du présent arrêté.

Ils sont conduits par un organisme agréé conformément à l'arrêté du 07 avril 2011 portant agrément d'organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques.

Le responsable établit les modalités de l'examen technique complet et les transmet pour approbation au Service du Contrôle de la Sécurité des Ouvrages Hydrauliques de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Alsace, au moins un an avant la date prévue pour la réalisation de cet examen. Ces modalités comprennent notamment le calendrier et le détail des opérations prévues notamment pour l'examen des parties habituellement noyées ou difficilement accessibles ou observables sans moyens spéciaux.

Le responsable transmet le compte rendu de l'examen technique complet au SCSOH de la DREAL Alsace, dès son achèvement sans attendre la production de la revue de sûreté. Au cas où la qualité des résultats de l'examen technique complet serait jugée insatisfaisante, le service de contrôle pourrait demander des éléments complémentaires ou un nouvel examen y compris par des moyens différents de ceux employés lors du premier examen.

La revue de sûreté est réalisée après l'examen technique complet de l'ouvrage. Elle peut être réalisée en même temps que la visite technique approfondie

Le responsable informe le SCSOH de la DREAL Alsace de la date prévue pour la revue de sûreté, au moins 2 mois à l'avance. Le service de contrôle peut y participer.

Le responsable transmet le rapport de la revue de sûreté au SCSOH de la DREAL Alsace, 3 mois au plus après l'achèvement de l'examen technique complet.

#### 5.6- Etude de Dangers:

Suite à la production par la Communauté de Commune de Sélestat d'un dossier d'avant projet des ouvrages de protection contre les inondations comprenant notamment les caractéristiques exactes des ouvrages projetés et une étude géotechnique, le Service du Contrôle de la Sécurité des Ouvrages hydrauliques de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Alsace, pourra, en application de l'article R.214-117 du Code de l'Environnement, demander une révision de l'étude de dangers visant notamment à prendre en compte les

caractéristiques géotechniques des ouvrages et à définir les crues de dimensionnement et de sécurité des ouvrages en termes de débits et de hauteurs d'eau.

Le cas échéant, le responsable réalise une actualisation de l'étude de dangers des ouvrages dans un délai de 10 ans suivant l'achèvement des travaux autorisés par le présent arrêté. Il l'actualise ensuite au moins tous les 10 ans.

Les actualisations décennales de l'étude de danger sont transmises au SCSOH de la DREAL Alsace.

L'étude de dangers est réalisée par organisme agréé conformément à l'arrêté du 07 avril 2011 portant agrément d'organismes intervenant pour la sécurité des ouvrages hydrauliques.

L'étude de dangers expose les risques que présente l'ouvrage pour la sécurité publique, directement ou indirectement en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'ouvrage. Elle comprend un résumé non technique présentant la probabilité d'occurrence, la cinétique et la gravité des accidents potentiels selon une méthodologie qu'elle explicite ainsi que la cartographie des zones de risques significatifs. Elle définit et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets de ces accidents. Le plan et le contenu de l'étude de dangers sont précisés par l'arrêté ministériel du 12 juin 2008 susvisé.

#### 5.7- Cession et cessation d'exploitation des ouvrages:

En cas de transfert de tout ou partie de la responsabilité des ouvrages visés à l'article 5.1 du présent arrêté à une personne autre que celle qui bénéficie du présent arrêté, le nouveau responsable doit en faire la déclaration à la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin, ainsi qu' à la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Alsace, service chargé du contrôle, dans les trois mois qui suivent la prise en charge de l'ouvrage.

Cette déclaration doit mentionner, s'il s'agit d'une personne physique, les noms, prénoms et domicile du nouveau responsable et s'il s'agit d'une personne morale, sa dénomination ou sa raison sociale, sa forme juridique, l'adresse de son siège social ainsi que la qualité du signataire de la déclaration.

### ARTICLE 6 : PRESCRIPTIONS COMPLEMENTAIRES CONCERNANT LES CONSIGNES DE CRUE :

#### 6.1- Merlons existants non reconstruits :

Les consignes écrites du dossier d'enquête publique ne sont pas approuvées en l'état.

Les merlons existants, nommés A, C, E (partie amont) et H (partie aval) sur la première carte de l'annexe 1, ne protègent pas des secteurs urbanisés. Ils n'ont pas vocation à être classés et entretenus comme des digues.

Aussi, ces merlons doivent être retirés des consignes écrites.

La Communauté de Communes de Sélestat transmettra au SCSOH de la DREAL Alsace, dans un délai de deux mois suivant la notification du présent arrêté, les consignes écrites modifiées suivant la prescription précédente.

Il est à noter que tout confortement ou reconstruction, partielle ou totale, notamment après une crue, des merlons suscités doit faire l'objet d'une demande préalable d'autorisation à adresser à la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin.

#### 6.2- Première mise à jour des consignes écrites :

Dans l'année suivant l'achèvement des travaux autorisés par le présent arrêté, la Communauté de Communes de Sélestat réalisera une première mise à jour des consignes écrites.

La Communauté de Communes de Sélestat transmettra au SCSOH de la DREAL Alsace, dans l'année suivant l'achèvement des travaux autorisés par le présent arrêté, les consignes écrites mises à jour suivant la prescription précédente.

### Titre III – DISPOSITIONS GENERALES

#### ARTICLE 7 : DELAI DE VALIDITE DE LA DECISION :

La présente décision deviendra caduque si les travaux d'aménagement qu'elle concerne n'ont pas fait l'objet d'un commencement de réalisation substantiel dans un délai de cinq (5) ans.

#### ARTICLE 8 : CONFORMITE AU DOSSIER ET MODIFICATIONS :

Les installations, ouvrages, travaux ou activités, objets de la présente autorisation, sont situés, installés et exploités conformément aux plans et contenu du dossier d'enquête publique, dès lors qu'ils ne sont pas contraire aux dispositions de la présente autorisation.

Toute modification apportée aux ouvrages, installations, à leur mode d'utilisation, à la réalisation des travaux ou à l'aménagement en résultant, à l'exercice des activités ou à leur voisinage et entraînant un changement notable des éléments du dossier de demande d'autorisation doit être portée, avant sa réalisation à la connaissance du Préfet du Bas-Rhin, conformément aux dispositions de l'article R.214-18 du code de l'environnement.

#### ARTICLE 9 : CARACTERE DE L'AUTORISATION :

L'autorisation est accordée à titre précaire et révocable sans indemnité de l'État exerçant ses pouvoirs de police.

Faute par le permissionnaire de se conformer dans le délai fixé aux dispositions prescrites, l'administration pourra prononcer la déchéance de la présente autorisation et prendre les mesures nécessaires pour faire disparaître, aux frais du permissionnaire, tout dommage provenant de son fait, ou pour prévenir ces dommages dans l'intérêt de l'environnement, de la sécurité et de la santé publique, sans préjudice de l'application des dispositions pénales relatives aux contraventions au Code de l'Environnement.

Il en sera de même dans le cas où, après s'être conformé aux dispositions prescrites, le permissionnaire changerait ensuite l'état des lieux fixé par la présente autorisation, sans y être préalablement autorisé, ou s'il ne maintenait pas constamment les installations en état normal de bon fonctionnement.

#### ARTICLE 10 : DUREE DE L'AUTORISATION ET CONDITIONS DE RENOUELEMENT

La présente autorisation est accordée pour une durée de trente (30) ans à compter de la date de notification du présent arrêté.

Avant l'expiration de la présente autorisation, le pétitionnaire, s'il souhaite en obtenir le renouvellement, devra adresser au Préfet du Bas-Rhin une demande dans les conditions de délai, de forme et de contenu définis à l'article R.214-20 et suivants du Code de l'Environnement.

#### ARTICLE 11 : REMISE EN ETAT DES LIEUX :

Si à l'expiration de la présente autorisation, le pétitionnaire décide de ne pas en demander le renouvellement, le préfet peut faire établir un projet de remise en état des lieux total ou partiel accompagné des éléments de nature à justifier celui-ci.

#### ARTICLE 12 : ACCES AUX INSTALLATIONS :

Sous réserve de souscrire aux règles de sécurité imposées par les services de sécurité dans le cadre des travaux, les agents chargés de la police de l'eau et des milieux aquatiques auront libre accès aux installations, ouvrages, travaux ou activités autorisés par la présente autorisation, dans les conditions fixées par le Code de l'Environnement. Ils pourront demander communication de toute pièce utile au contrôle de la bonne exécution du présent arrêté.

#### ARTICLE 13 : DECLARATION DES INCIDENTS OU ACCIDENTS :

Dès qu'il en a connaissance, le permissionnaire est tenu de déclarer au Préfet du Bas-Rhin les accidents ou incidents intéressant les installations, ouvrages, travaux ou activités faisant l'objet de la présente autorisation qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L.211-1 du Code de l'Environnement.

Sans préjudice des mesures que pourra prescrire le préfet, le maître d'ouvrage devra prendre ou faire prendre toutes dispositions nécessaires pour mettre fin aux causes de l'incident ou accident, pour évaluer ses conséquences et y remédier.

Le permissionnaire demeure responsable des accidents ou dommages qui seraient la conséquence de l'activité ou de l'exécution des travaux et de l'aménagement.

#### ARTICLE 14 : DROITS DES TIERS :

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

#### ARTICLE 15 : AUTRES REGLEMENTATIONS :

La présente autorisation ne dispense en aucun cas le permissionnaire de faire les déclarations ou d'obtenir les autorisations requises par d'autres réglementations.

#### ARTICLE 16 : PUBLICATION ET INFORMATION DES TIERS :

Un avis au public faisant connaître les termes de la présente autorisation sera publié à la diligence des services de la Préfecture du Bas-Rhin, et aux frais du demandeur, en caractères apparents, dans deux journaux locaux ou régionaux diffusés dans le département du Bas-Rhin.

La présente décision sera mise à la disposition du public sur le site internet de la préfecture du Bas-Rhin pendant une durée d'au moins un an. De plus, un avis sera publié au Recueil des Actes Administratifs de la Préfecture.

Un extrait de la présente autorisation énumérant les motifs qui ont fondé la décision ainsi que les principales prescriptions auxquelles cette autorisation est soumise sera affiché en mairie de Sélestat pendant une durée minimale d'un mois. Cette formalité sera justifiée par un certificat d'affichage du maire concerné.

Une copie de la présente décision sera mise à la disposition du public à la Préfecture du Bas-Rhin, ainsi qu'en mairie de Sélestat.

#### ARTICLE 17 : VOIES ET DELAIS DE RECOURS :

La présente autorisation est susceptible de recours devant le tribunal administratif territorialement compétent à compter de sa notification dans un délai de deux mois par le pétitionnaire et dans un délai d'un an à compter de sa publicité par les tiers dans les conditions de l'article R.514-3-1 du Code de l'Environnement.

Toutefois, si l'objet de la demande n'est pas mis en service dans un délai de six mois à compter de la date de l'affichage ou de la publication de la décision, le délai de recours pour les tiers continue à courir jusqu'à l'expiration d'une période de six mois après cette mise en service.

Dans le même délai de deux mois, le pétitionnaire peut présenter un recours gracieux. Le silence gardé par l'administration pendant plus de deux mois sur la demande de recours gracieux emporte décision implicite de rejet de cette demande conformément à l'article R.421-2 du Code de Justice Administrative.

ARTICLE 18 : EXECUTION :

Le Secrétaire Général de la Préfecture du Bas-Rhin,  
La Sous-Préfète de Sélestat-Erstein,  
Le Président de la Communauté de Communes de Sélestat,  
Le Maire de Sélestat,  
Le Directeur Départemental des Territoires du Bas-Rhin,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

STRASBOURG, le - 4 DEC. 2012

Le Préfet

P. le Préfet,  
Le Secrétaire Général



Christian RIGUET

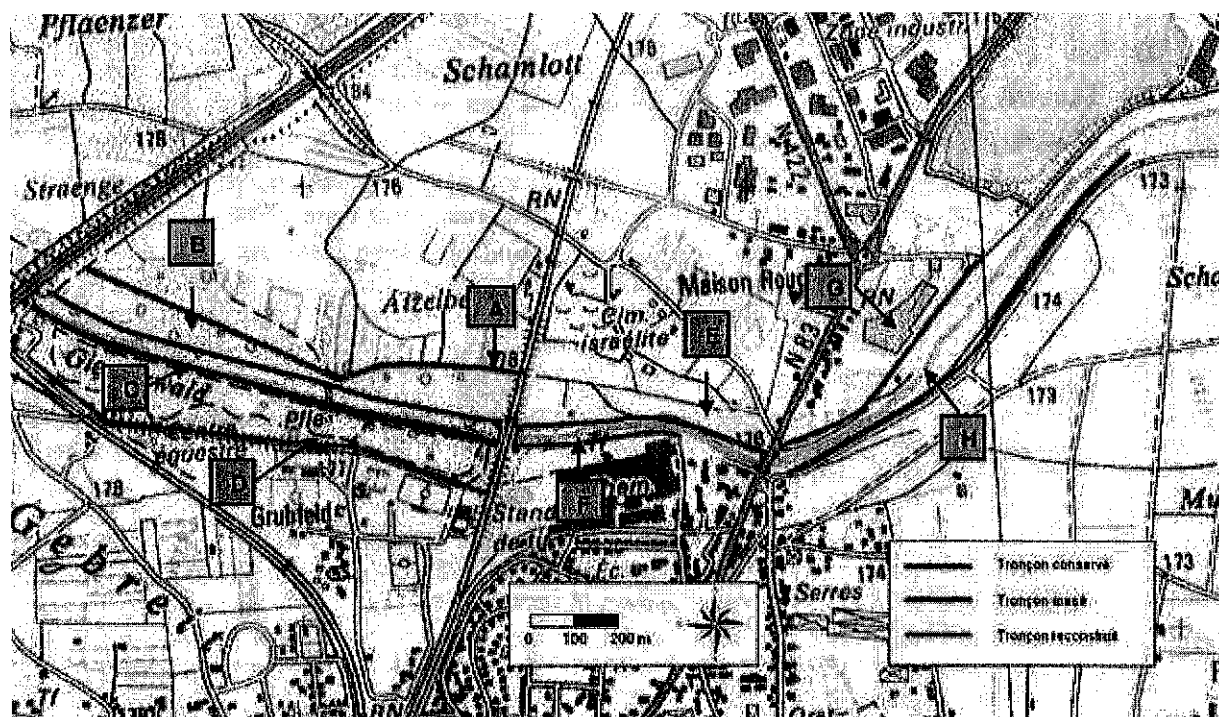
P.J. :

- *Annexe 1 : Plans de localisation des aménagements*
- *Annexe 2 ; Dossier de l'ouvrage*
- *Annexe 3 : Contenu des consignes écrites*
- *Annexe 4 : Revue de sûreté et examen technique complet*

## **Annexe 1 – Plans de localisation des aménagements**



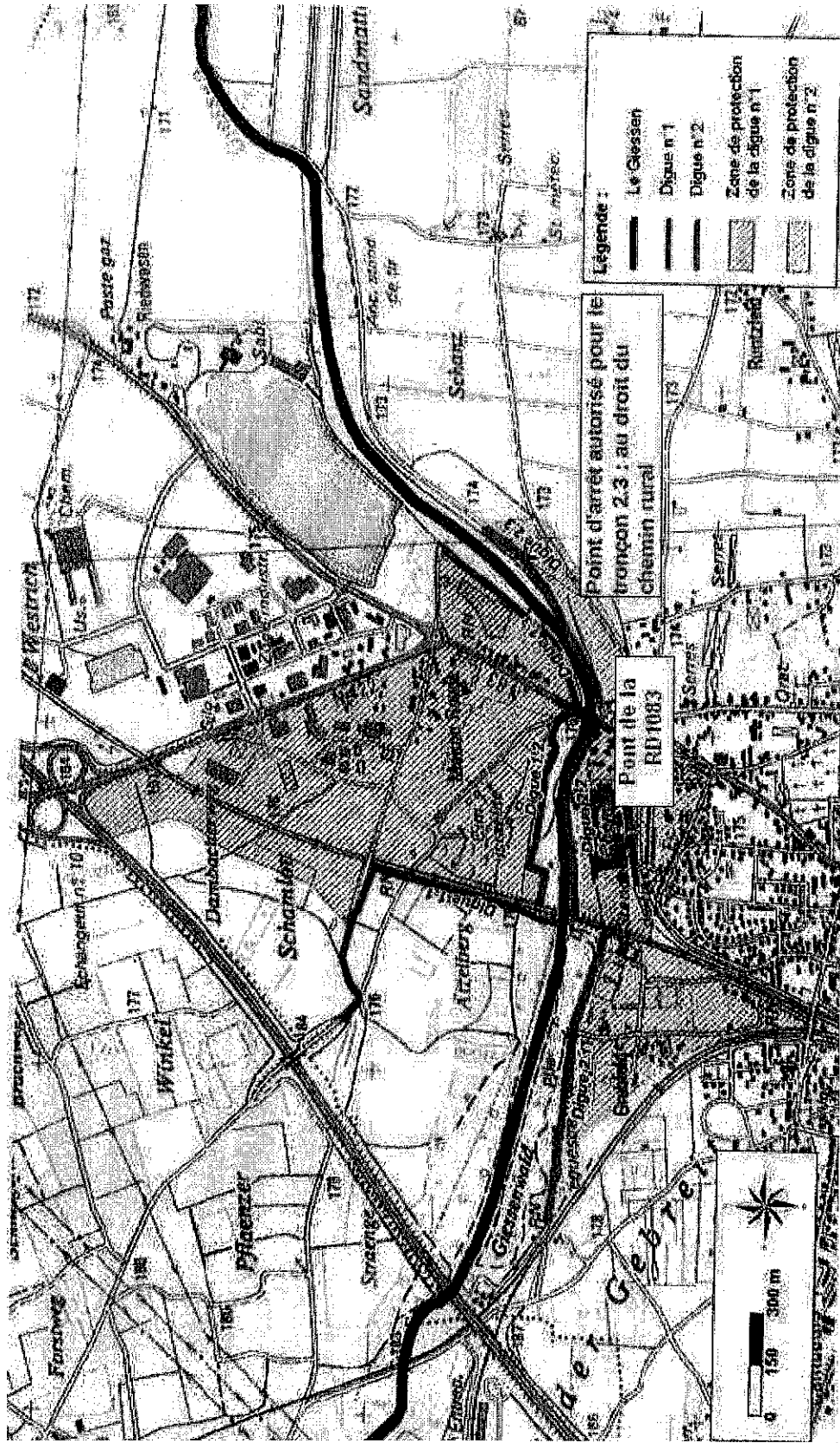
## LOCALISATION DES MERLONS EXISTANTS



Les aménagements objets du présent rapport correspondent à :

- l'arasement complet des merlons existants B, D, F et G figurant sur le plan de localisation 1
- l'arasement partiel des merlons existants E et H figurant sur le plan de localisation 1
  - la construction des digues figurant sur le plan de localisation 2

LOCALISATION DES FUTURES DIGUES





## Annexe 2 – Dossier de l'ouvrage

### Documents administratifs relatifs à l'ouvrage

- Identité et statut du ou des propriétaires ;
- Identité et statut du responsable de l'ouvrage, s'il n'est pas le propriétaire ;
- Textes réglementaires propres à l'ouvrage : arrêtés préfectoraux en vigueur, récépissé de déclaration, reconnaissance de l'antériorité, etc. ;
- Servitudes (de passage, relative aux réseaux... ) ;
- *Si le responsable n'est pas le propriétaire de l'ouvrage, une convention portant sur la surveillance et l'entretien de l'ouvrage signée du ou des propriétaires et du responsable, définissant précisément les compétences de ce dernier (une convention type est jointe en annexe au présent arrêté).*

### Documents relatifs à la situation de l'ouvrage

- Plan de situation sur carte IGN au 1/25 000 et sur fond cadastral ;
- Plans d'accès et chemins de service sur orthophotoplans.

### Documents relatifs à la construction de l'ouvrage

Tout élément d'archive disponible parmi la liste suivante :

- les études préalables à la construction de l'ouvrage, y compris les études de dimensionnement et de stabilité de l'ouvrage,
- les comptes-rendus de réception des fouilles et de chantier, les décomptes de travaux et les bordereaux de livraison,
- les plans conformes à exécution,
- le rapport de fin d'exécution du chantier,
- le contrôle de compactage des matériaux constituant le corps de l'ouvrage,
- l'analyse granulométrique des matériaux de remblais.

### Documents relatifs aux travaux et interventions sur l'ouvrage

*S'il y a eu des travaux sur l'ouvrage ou des dommages constatés :*

- Historique et descriptif des dommages subis ;
- Travaux de réparations et de confortements effectués avec les comptes-rendus des travaux.

### Documents relatifs à la description technique de l'ouvrage

- **Un recensement tenu à jour des ouvrages traversant l'ouvrage<sup>2</sup>, leur implantation sur le plan de l'ouvrage et, le cas échéant, les conventions signées entre l'exploitant de l'ouvrage traversant et le responsable de l'ouvrage<sup>3</sup>;**

<sup>2</sup> Il s'agit des ouvrages singuliers (ouvrages hydrauliques) traversant le corps du barrage, des drains et des réseaux (électricité, eau, gaz, ...) le cas échéant, qui constituent autant de points faibles dans le corps du barrage (apparition d'écoulements préférentiels).

<sup>3</sup> Cette convention a pour principal objet de donner à l'exploitant du barrage l'autorisation de procéder à l'inspection des ouvrages traversant par les moyens qu'il jugera appropriés (emploi de caméras par exemple).

### Documents relatifs la surveillance et à l'exploitation de l'ouvrage

- Les notices de fonctionnement et d'entretien des divers organes (évacuateurs de crue, vannes, etc.) ou instruments (piézomètres, etc.) incorporés à l'ouvrage,
- une description de l'organisation mise en place pour assurer l'exploitation et la surveillance de l'ouvrages en toutes circonstances
- Les consignes écrites des ouvrages détaillées en annexe 3.

### Documents relatifs au suivi de l'ouvrage

- a) (sans objet digues nouvelles ??)
- b) Rapports périodiques de surveillance,
- c) Rapports de visites techniques approfondies,
- d) Rapports des études de danger,
- e) Modalités et comptes-rendus des examens techniques complets,
- f) Rapports des revues de sûreté et procès-verbaux des réunions de bilan des revues de sûreté établis par leSCSOH de la DREAL Alsace,
- g) Procès-verbaux des visites d'inspection périodiques établis par le service du contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques,
- h) Rapports des diagnostics de sûreté dits de révision spéciale, *le cas échéant*,
- i) Rapports suite à événements particuliers (crue, séisme, ...), *le cas échéant*.

## Annexe 3 – Contenu des consignes écrites

### Consignes relatives aux visites de surveillance

Les consignes précisent les dispositions relatives aux visites de surveillance programmées et aux visites consécutives à des événements particuliers, notamment les crues et les séismes.

Elles précisent :

- la périodicité des visites,
- le parcours effectué,
- les points principaux d'observation,
- le plan type des comptes rendus de visite,
- le cas échéant, la périodicité, la nature et l'organisation des essais des organes mobiles ;

### Consignes de crue

Les consignes précisent les dispositions spécifiques à la surveillance de l'ouvrage en période de crue, et dans le cas d'un barrage, à son exploitation en période de crue.

Celles-ci indiquent les contraintes et les objectifs à respecter au regard de la sûreté de l'ouvrage et de la sécurité des personnes et des biens. Elles indiquent également :

- les moyens dont dispose le propriétaire ou l'exploitant pour anticiper l'arrivée et le déroulement des crues,
- les différents états de vigilance et de mobilisation du propriétaire ou de l'exploitant pour la surveillance de son ouvrage, les conditions de passage d'un état à l'autre et les règles particulières de surveillance de l'ouvrage par le propriétaire ou l'exploitant pendant chacun de ces états,
- les règles de gestion des organes hydrauliques, notamment les vannes, pendant la crue et la décrue et pendant les chasses de sédiments,
- les conditions entraînant la réalisation d'un rapport consécutif à un épisode de crue important ou un incident pendant la crue,
- les modalités de transmission d'informations vers les autorités compétentes : services et coordonnées du propriétaire ou de l'exploitant chargé de transmettre les informations, nature, périodicité et moyens de transmission des informations transmises, services et coordonnées des destinataires des informations, en particulier du service de prévision des crues.

### Consignes en cas d'événement particulier

Les consignes précisent les dispositions à prendre par le propriétaire ou l'exploitant en cas d'événement particulier, d'anomalie de comportement ou de fonctionnement de l'ouvrage et les noms et coordonnées des différentes autorités susceptibles d'intervenir ou devant être averties, en particulier le service en charge du contrôle de la sécurité de l'ouvrage et les autorités de police ou de gendarmerie.

### Consignes relatives aux visites techniques approfondies

Les consignes précisent les dispositions relatives aux visites techniques approfondies.

Ces visites détaillées de l'ouvrage sont menées par un personnel compétent notamment en hydraulique, en électromécanique, en géotechnique et en génie-civil et ayant une connaissance suffisante du dossier et des résultats d'auscultation de l'ouvrage.

Le compte rendu précise, pour chaque partie de l'ouvrage, de ses abords et de la retenue dans le cas d'un barrage, les constatations, les éventuels désordres observés, leurs origines possibles et les suites à donner en matière de surveillance, d'exploitation, d'entretien, d'auscultation, de diagnostic ou de confortement.

### **Consignes relatives aux rapport de surveillance**

Les consignes précisent le contenu du rapport de surveillance.

Ce dernier rend compte des observations réalisées lors des visites mentionnées au 1 réalisées depuis le précédent rapport de surveillance et comprend des renseignements synthétiques sur :

- la surveillance, l'entretien et l'exploitation de l'ouvrage au cours de la période,
- les incidents constatés et les incidents d'exploitation,
- le comportement de l'ouvrage,
- les événements particuliers survenus et les dispositions prises pendant et après l'événement,
- les essais des organes hydrauliques et les conclusions de ces essais,
- les travaux effectués directement par le propriétaire ou l'exploitant ou bien par une entreprise.

## Annexe 4 – Revue de sûreté et examen technique complet

### Examen technique complet

L'examen technique complet est l'examen de l'ensemble de l'ouvrage y compris des parties habituellement noyées ou difficilement accessibles ou observables sans moyens spéciaux.

L'examen technique complet d'un barrage concerne notamment le parement amont et les organes hydrauliques de sûreté de l'ouvrage.

L'examen technique complet d'une digue concerne notamment le pied des berges en eau dans le cas des digues proches du lit mineur. Il concerne également les ouvrages englobés dans la digue, tels que tuyaux ou câbles, même s'ils appartiennent à un autre propriétaire.

### Revue de sûreté

La revue de sûreté est réalisée après l'examen technique complet de la digue, elle peut être réalisée en même temps que la visite technique approfondie

Cette revue intègre l'ensemble des données de surveillance accumulées pendant la vie de l'ouvrage ainsi que celles obtenues à l'issue de l'examen technique complet.

La revue de sûreté prend également en compte :

- les conclusions de l'étude de danger, et en particulier celles relatives à la sûreté intrinsèque de l'ouvrage et à son dimensionnement,
- le comportement de l'ouvrage lors d'épisodes extrêmes, notamment les crues, les séismes et les mouvements des versants,
- le point des dégradations subies par l'ouvrage et des améliorations apportées depuis la précédente revue de sûreté,
- les modalités de surveillance et d'auscultation mises en place.

La revue de sûreté présente les mesures nécessaires pour remédier aux insuffisances éventuelles constatées.



# ANNEXE 2

ETUDE DE DANGER DES DIGUES PROJET

---



# PROTECTION DE LA VILLE DE SELESTAT CONTRE LES CRUES DU GIESSEN

## DOSSIER D'ENQUETE PUBLIQUE

---



### FASCICULE 6 ETUDE DE DANGERS

CONTENU DU DOSSIER : ARRETE DU 12 JUIN 2008 DEFINISSANT LE PLAN DE L'ETUDE  
DE DANGERS DES BARRAGES ET DES DIGUES ET EN PRECISANT LE CONTENU

DATE : SEPTEMBRE 2009

RAPPORT 4630950




# FASCICULE 6

## ETUDE DE DANGERS

CONTENU DU DOSSIER : ART. R214-6 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

---



 VALPARC 9B rue du Parc 67 205 OBERHAUSBERGEN Tél. : 03 88 27 11 50 Fax : 03 88 27 11 57	N° Affaire	4 63 0950			Etabli par	Vérfié par	Date du contrôle
	Pole	FLU					
	Date	Septembre 2009			SDA	PES	09/2009
	Indice	A	B				

## SOMMAIRE

0. RESUME NON TECNHIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS .....	5
1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS .....	11
1.1. PROPRIETAIRE ET EXPLOITANT DES OUVRAGES .....	12
1.2. REDACTEURS DE LA PRESENTE ETUDE DE DANGERS .....	12
1.3. REFERENCES D'AUTORISATION .....	13
1.4. CARACTERISTIQUES DES DIGUES VISEES A L'ARTICLE R214-113 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT .....	14
2. OBJET DE L'ETUDE .....	15
2.1. NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET .....	16
2.2. PRINCIPES GENERAUX DE L'AMENAGEMENT PROJETE .....	18
2.3. PERIMETRE ET STATUT DE L'ETUDE DE DANGERS.....	18
2.3.1. STATUT DE L'ETUDE DE DANGERS .....	18
2.3.2. DEFINITION DES DIGUES.....	19
2.3.3. PERIMETRE DE L'ETUDE DE DANGERS.....	21
3. ANALYSE FONCTIONNELLE DES OUVRAGES ET DE LEUR ENVIRONNEMENT .....	23
3.1. DESCRIPTION DES OUVRAGES ET DE L'OBJECTIF DE PROTECTION.....	24
3.1.1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES DIGUES.....	24
3.1.2. DIGUE N°1.....	27
3.1.3. DIGUE N°2.....	29
3.2. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DES OUVRAGES .....	31
3.2.1. COURS D'EAU ET BERGES.....	31
3.2.2. DIGUES EXISTANTES .....	34
3.2.3. LIT MAJEUR AMONT DES DIGUES .....	36
3.2.4. ZONES PROTEGEES .....	41
3.2.5. INFRASTRUCTURES .....	44
3.2.6. ESTIMATION DE LA POPULATION RESIDANT DANS LES ZONES PROTEGEES .....	45
4. PRESENTATION DE LA POLITIQUE DE PREVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS ET DU SYSTEME DE GESTION DE LA SECURITE (SGS).....	47
4.1. POLITIQUE DE PREVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS .....	48
4.2. SYSTEME DE GESTION DE LA SECURITE (SGS) .....	48
5. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS .....	50
5.1. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS .....	51
5.1.1. FACTEURS FAVORISANT LA SURVERSE SIMPLE ET LA RUPTURE PAR SURVERSE .....	52
5.1.2. FACTEURS FAVORISANT LA RUPTURE PAR EROSION EXTERNE.....	54
5.1.3. FACTEURS FAVORISANT LA RUPTURE PAR EROSION INTERNE.....	54
5.2. CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS .....	55

5.2.1.	LOCALISATIONS PREFERENTIELLES DES RUPTURES .....	55
5.2.2.	LARGEUR DE BRECHE.....	55
5.2.3.	CINETIQUE DU MECANISME .....	56
<b>6.</b>	<b>CARACTERISATION DES ALEAS NATURELS.....</b>	<b>57</b>
6.1.	LES CRUES.....	58
6.1.1.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE .....	58
6.1.2.	RISQUE INONDATION .....	62
6.2.	LES EROSIONS.....	65
6.3.	LES SEISMES .....	66
<b>7.</b>	<b>ETUDE ACCIDENTOLOGIQUE ET RETOUR D'EXPERIENCE.....</b>	<b>67</b>
7.1.	PRINCIPALES CRUES HISTORIQUES DU GIESSEN .....	68
7.2.	RETOUR D'EXPERIENCE .....	68
<b>8.</b>	<b>IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES RISQUES EN TERMES DE PROBABILITE D'OCCURRENCE, D'INTENSITE ET DE CINETIQUE DES EFFETS, ET DE GRAVITE DES CONSEQUENCES</b>	<b>70</b>
8.1.	DESCRIPTION ET PRINCIPES DE LA METHODOLOGIE EMPLOYEE .....	71
8.1.1.	NOTION D'ANALYSE DE RISQUE .....	71
8.1.2.	APPROCHE DITE EN « NŒUD PAPILLON » .....	71
8.1.3.	CONSTRUCTION DU NŒUD PAPILLON ADAPTE AUX DIGUES DU GIESSEN.....	73
8.1.4.	METHODOLOGIE UTILISEE POUR DETERMINER LES PROBABILITES D'OCCURRENCE DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE .....	74
8.1.5.	EVALUATION DE LA GRAVITE DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE .....	76
8.1.6.	NOTION DE CRITICITE DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE .....	77
8.2.	RECHERCHE DE LOCALISATIONS VRAISEMBLABLES DE DEFAILLANCE .....	77
8.3.	DETERMINATION DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE .....	78
8.3.1.	DEFINITION .....	78
8.3.2.	MODES DE RUPTURE POUVANT ETRE PRIS EN COMPTE POUR L'IDENTIFICATION DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE .....	78
8.3.3.	RISQUE DE RUPTURE RAPIDE .....	80
8.3.4.	BILAN DES RISQUES DE DEFAILLANCE PAR GAMME DE CRUE.....	81
8.3.5.	PRECISIONS RELATIVES A L'ETUDE DE PROPAGATION D'UNE ONDE DE SUBMERSION .....	85
8.4.	INTENSITE ET CINETIQUE .....	98
8.4.1.	RUPTURE DE LA DIGUE N°1.....	98
8.4.2.	RUPTURE DE LA DIGUE N°2.....	103
8.4.3.	SUBMERSION D'UNE DIGUE .....	109
8.5.	GRAVITE DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE.....	110
8.6.	CRITICITE .....	111
8.7.	CONCLUSIONS.....	112
8.7.1.	VALIDITE DE L'ANALYSE ET APPROFONDISSEMENT .....	112
8.7.2.	POINTS SENSIBLES DES DIGUES DU GIESSEN .....	113
<b>9.</b>	<b>ETUDE DE REDUCTION DES RISQUES .....</b>	<b>114</b>
9.1.	MESURES DE REDUCTION DES RISQUES.....	115
9.1.1.	LA SURVEILLANCE DE L'OUVRAGE ET DES CRUES.....	115
9.1.2.	L'INFORMATION ET LA PREVENTION.....	115
9.1.3.	L'EVACUATION PREVENTIVE ET D'URGENCE.....	115
9.1.4.	PROTECTION CONTRE L'EROSION.....	116
9.2.	ANALYSE DE LA REDUCTION DES RISQUES.....	116

10. CARTOGRAPHIE..... 119

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE LOI SUR L'EAU.....	13
TABLEAU 2 : CLASSIFICATION DES DIGUES DE PROTECTION SELON L'ARTICLE R214-113.....	14
TABLEAU 3 : SENSIBILITE DE LA DIGUE ET MECANISMES DE RUPTURE .....	52
TABLEAU 4 : HAUTEURS DE DIGUE ET CHARGE PAR TRONÇON .....	53
TABLEAU 5 : STATION LIMNIMETRIQUE UTILISEE POUR L'ANALYSE STATISTIQUE DES DEBITS.....	58
TABLEAU 6 : DEBITS CARACTERISTIQUES DU GIESSEN A SELESTAT (SOURCE : EST INGENIERIE, 2005).....	59
TABLEAU 7 : NOUVELLE ESTIMATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES DU GIESSEN A SELESTAT .....	59
TABLEAU 8 : ESTIMATION DES DEBITS EXCEPTIONNELS DU GIESSEN A SELESTAT.....	61
TABLEAU 9 : CRUES HISTORIQUES SUR LE GIESSEN ENREGISTREES A LA STATION DE SELESTAT AMONT (SOURCE EST INGENIERIE, 2005-2006).....	61
TABLEAU 10 : DEBITS DE PROTECTION ET DE SURVERSE DES DIGUES DU GIESSEN .....	64
TABLEAU 11 : CALCULS DES PROBABILITES DES DIFFERENTS MODES DE DEFAILLANCE POUR CHAQUE DIGUE .....	83
TABLEAU 12 : CLASSEMENT DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE PAR ORDRE D'OCCURENCE .....	84
TABLEAU 13 : DEFINITION DES CLASSES DE GRAVITE .....	110
TABLEAU 14 : GRAVITE DES DEFAILLANCES DES OUVRAGES .....	110
TABLEAU 15 : MATRICE DE CRITICITE DE LA DIGUE N°1 .....	111
TABLEAU 16 : MATRICE DE CRITICITE DE LA DIGUE N°2 .....	112
TABLEAU 17 : CLASSES DE GRAVITE ATTENDUES APRES MISE EN PLACE DES BARRIERES DE SECURITE.....	117
TABLEAU 18 : MATRICE DE CRITICITE ATTENDUE DE LA DIGUE N°1 APRES MISE EN PLACE DES BARRIERES DE SECURITE.....	117
TABLEAU 19 : MATRICE DE CRITICITE ATTENDUE DE LA DIGUE N°2 APRES MISE EN PLACE DES BARRIERES DE SECURITE.....	118

## LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : LOCALISATION DU PROJET.....	16
FIGURE 2 : PLAN DE PRINCIPE DES AMENAGEMENTS.....	17
FIGURE 3 : PERIMETRE DE L'ETUDE.....	22
FIGURE 4 : COUPE TYPE DE LA DIGUE .....	25
FIGURE 5 : HAUTEURS ET ZONES DE PROTECTION DES DIGUES.....	26
FIGURE 6 : VUE DE L'OUVRAGE DE DECHARGE .....	28
FIGURE 7 : VUE EN COUPE SCHEMATIQUE DU MUR DE PROTECTION (TRONÇON DE DIGUE 5) .....	30
FIGURE 8 : VUE DU GIESSEN AU DROIT DU TRONÇON DE DIGUE 1.1 (A PARTIR DE LA RIVE DROITE) .....	31
FIGURE 9 : FORMATION DE BANCS EN AVAL DE LA RD1083 .....	32
FIGURE 10 : PROTECTION DE LA BERGE RIVE GAUCHE EN AMONT DU PONT DE LA RD1083.....	33

**PROTECTION DE LA VILLE DE SELESTAT CONTRE LES CRUES DU GIESSEN**  
**FASCICULE N° 6 : ETUDE DE DANGERS**

FIGURE 11 : PHOTOGRAPHIE DES BERGES – BERGES ARTIFICIELLES (TRONÇON 2.2 ET AMONT DU TRONÇON 2.3) ET PRESENCE DE RENOUÉE DU JAPON .....	33
FIGURE 12 : LOCALISATION DES DIGUES EXISTANTES .....	34
FIGURE 13 : RAVINEMENT AU PIED DE LA DIGUE H, ET IRREGULARITES DE CRETE DE LA DIGUE E .....	35
FIGURE 14 : OCCUPATION DES SOLS SUR LA COMMUNE DE SELESTAT .....	37
FIGURE 15 : PHOTOGRAPHIE DU LIT MAJEUR EN AMONT DU TRONÇON 1.1 .....	38
FIGURE 16 : MERLON ET BOURRELET DE BERGE EN RIVE GAUCHE – PRINCIPE DE VIDANGE .....	39
FIGURE 17 : PHOTOGRAPHIES DES DIGUES ACTUELLES – TRONÇON 1.1 .....	39
FIGURE 18 : EAUX STAGNANTES AU PIED DE LA DIGUE 2.1 .....	40
FIGURE 19 : VUE DE LA ZONE DE PROTECTION DE LA DIGUE 1 EN AMONT DE LA VOIE FERREE.....	41
FIGURE 20 : VUE DES HABITATIONS SITUEES EN ARRIERE IMMEDIAT DU TRONÇON 1.2 .....	42
FIGURE 21 : PHOTOGRAPHIE DE LA ZONE D'HABITATIONS A L'ARRIERE DU TRONÇON DE DIGUE 2.2.....	44
FIGURE 22 : AJUSTEMENT DES DEBITS DU GIESSEN A SELESTAT (1966-2004).....	60
FIGURE 23 : HYDROGRAMMES DE LA CRUE CENTENNALE DU GIESSEN (SOURCE : EST INGENIERIE, 2006).....	62
FIGURE 24 : LIGNE D'EAU POUR UN DEBIT DE 250 M3/S AU DROIT DU CENTRE COMMERCIAL .....	64
FIGURE 25 : LOCALISATION DES POINTS LES PLUS SENSIBLES A L'EROSION EXTERNE .....	65
FIGURE 26 : ALEA SISMIQUE A SELESTAT .....	66
FIGURE 27 : DIAGRAMME D'ANALYSE DU RISQUE – CAS SPECIFIQUE DES BARRAGES (D'APRES HARTFORD ET BEATCHER, 2004).....	72
FIGURE 28 : NŒUD PAPILLON DU RISQUE D'INONDATION DERRIERE LES DIGUES DE SELESTAT.....	73
FIGURE 29 : MECANISMES DE RUPTURE PAR SURVERSE .....	79
FIGURE 30 : MECANISMES DE RUPTURE PAR EROSION INTERNE .....	79
FIGURE 31 : MECANISMES DE RUPTURE PAR EROSION EXTERNE .....	80
FIGURE 32 : EVALUATION QUALITATIVE DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE POUR LA DIGUE N°1 .....	81
FIGURE 33 : EVALUATION QUALITATIVE DE LA PROBABILITE DE DEFAILLANCE POUR LA DIGUE N°2 .....	82
FIGURE 34 : SCENARIO A - LOCALISATION DE LA BRECHE DANS LE TRONÇON 1.2 .....	99
FIGURE 35 : SCENARIO A – ENJEUX LES PLUS VULNERABLES SUITE A UNE RUPTURE DU TRONÇON 1.2.....	100
FIGURE 36 : SCENARIO A – ZONES SOUMISES A DES CINETIQUES RAPIDE ET LENTE SUITE A UNE RUPTURE DU TRONÇON 1.2 .....	101
FIGURE 37 : SCENARIO B – LOCALISATION DE LA BRECHE SUR LE TRONÇON 1.3 .....	102
FIGURE 38 : SCENARIO B – ZONES SOUMISES A DES CINETIQUES RAPIDE ET LENTE SUITE A UNE RUPTURE DU TRONÇON 1.2 .....	103
FIGURE 39 : SCENARIO C – LOCALISATION DE LA BRECHE SUR LE TRONÇON 2.2 .....	104
FIGURE 40 : SCENARIO C – ENJEUX LES PLUS VULNERABLES SUITE A UNE RUPTURE DU TRONÇON 2.2.....	105
FIGURE 41 : SCENARIO C – ZONES SOUMISES A DES CINETIQUES RAPIDE ET LENTE SUITE A UNE RUPTURE DU TRONÇON 2.2 .....	106
FIGURE 42 : SCENARIO D – LOCALISATION DE LA BRECHE SUR LE TRONÇON 2.3 .....	107
FIGURE 43 : SCENARIO D – ENJEUX LES PLUS VULNERABLES SUITE A UNE RUPTURE DU TRONÇON 2.3.....	108
FIGURE 44 : SCENARIO D – ZONES SOUMISES A DES CINETIQUES RAPIDE ET LENTE SUITE A UNE RUPTURE DU TRONÇON 2.3 .....	109

## LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDEES LORS DE LA CRUE DU GIESSEN EN FEVRIER 1990 (DDAF) .....	122
ANNEXE 2 : ESTIMATION DE LA POPULATION RESIDANT DANS CHAQUE ZONE PROTEGEE (CC SELESTAT, 2009) .....	123
ANNEXE 3 : CONSIGNES ECRITES DES DIGUES.....	124
ANNEXE 4 : PROTOCOLE D'INTERVENTION EN CAS DE CRUE DU GIESSEN .....	125



## 0. RESUME NON TECHNIQUE DE L'ETUDE DE DANGERS

---





La présente étude de dangers est relative au projet de protection de la ville de Sélestat contre les crues du Giessen, via le rehaussement et la création de digues.

L'étude de dangers concerne 2 digues projetées, chacune constituée par 3 tronçons de longueurs comprises entre 573 et 1 050 m, et de hauteurs inférieures à 1 m, comprises entre 1 et 2 m, ou supérieures à 2 m.

Leurs caractéristiques permettent de classer la digue en rive gauche et la digue en rive droite, respectivement en C et B tel que défini par l'article R 214-113 du Code de l'Environnement.

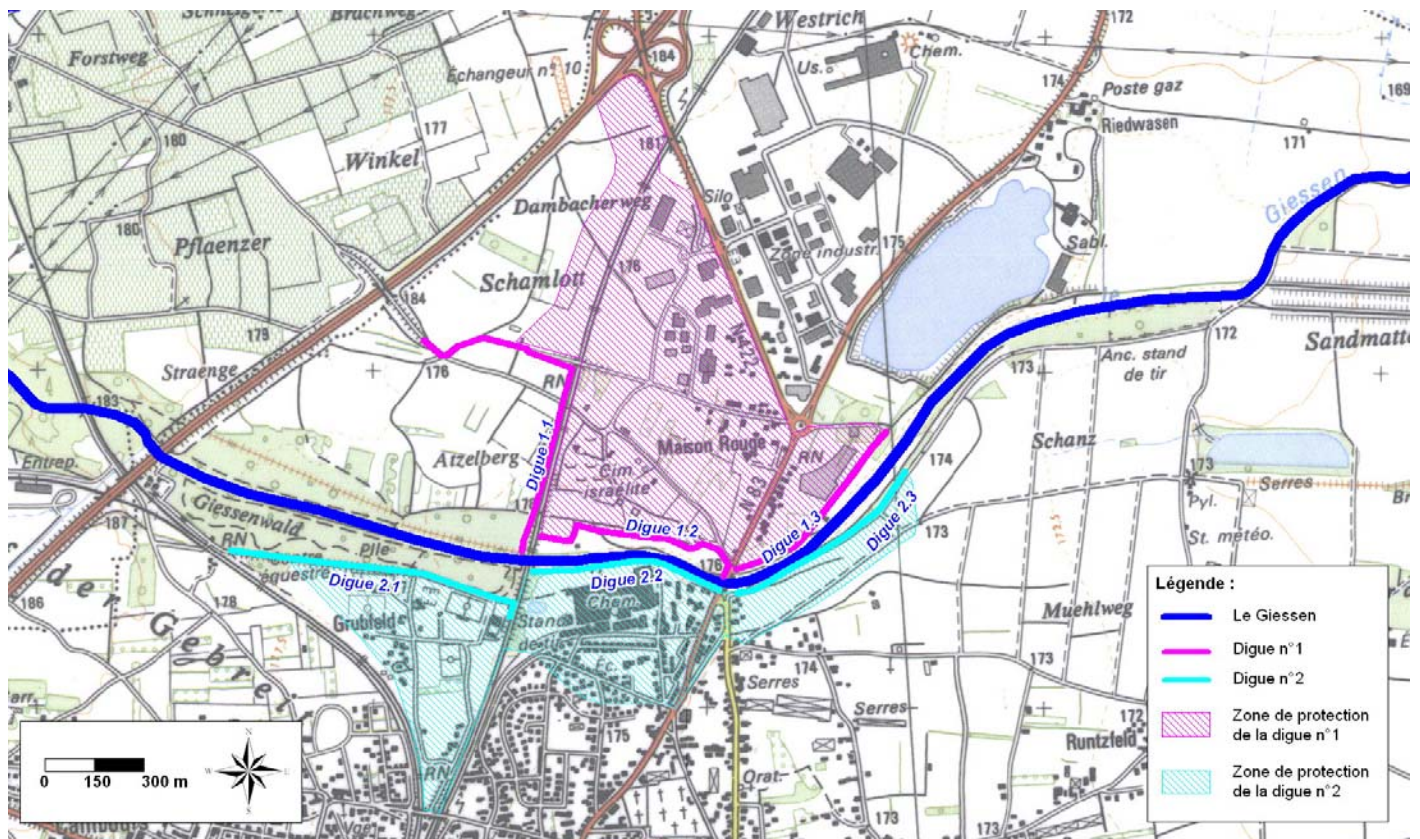
Ces endiguements seront soumis à différents aléas naturels (crues et érosion) pouvant générer des dysfonctionnements (déversement sur la digue, rupture d'une partie de l'ouvrage). Dès lors, il s'agit d'évaluer les risques générés par ces ouvrages, en termes de probabilité et de gravité des défaillances.

### CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES

Le projet prévoit de protéger la ville de Sélestat, entre l'autoroute A35 et le secteur aval de la RD1083, contre les crues du Giessen, jusqu'à un débit de 170 m<sup>3</sup>/s, d'occurrence centennale (i.e. qui a une chance sur cent de se produire chaque année). Les ouvrages disposeront d'une marge de sécurité confortable vis-à-vis des crues du Giessen (revanche de 50 cm par rapport à l'objectif de protection centennal).

Les digues seront réalisées en terre, avec un noyau argileux, et seront circulables.

Elles permettront de protéger des zones d'habitation, des zones industrielles et commerciales, des zones de loisirs, ainsi que des zones agricoles. Les zones protégées compteront environ 217 personnes pour la digue n°1 (rive gauche) et environ 1128 personnes pour la digue n°2 (rive droite).



### EVALUATION DES RISQUES DE DEFAILLANCE

L'analyse des risques générés par les digues projetées du Giessen, a découlé du croisement des dangers identifiés et des conséquences potentielles en cas de défaillance des ouvrages.

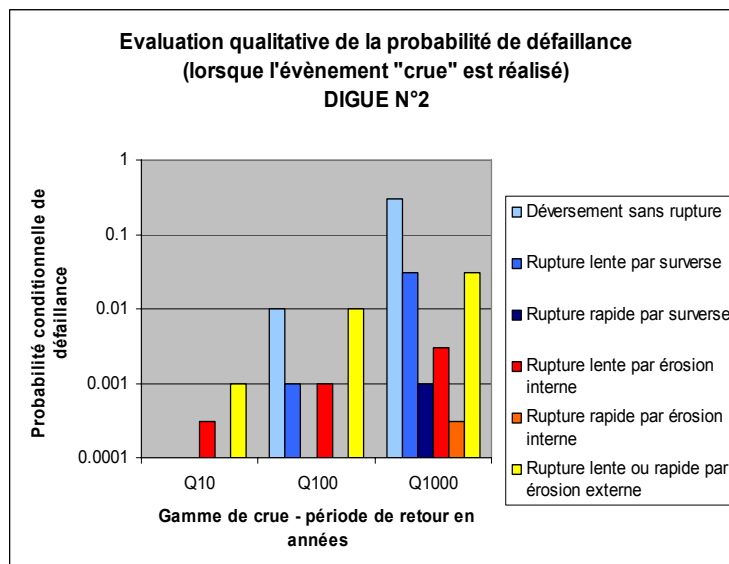
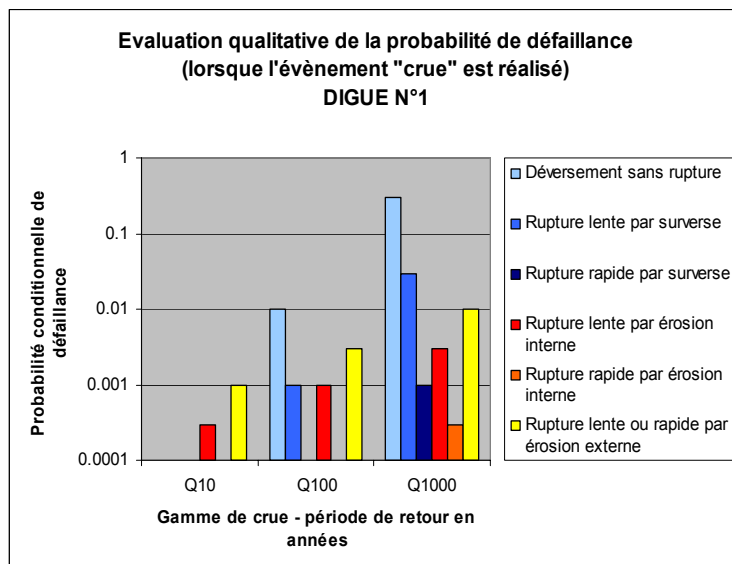
L'aléa naturel prépondérant dans l'analyse des risques est lié à la montée des eaux dans le Giessen. C'est également l'aléa le plus probable.

Quatre dangers ont été répertoriés : la surverse et les ruptures des digues par surverse, par érosion interne et par érosion externe. La probabilité de chaque mode de défaillance a été estimée à partir de l'examen des données disponibles sur les ouvrages projetés (configuration des ouvrages, dimensionnement, ...) ainsi que du retour d'expérience sur des ouvrages similaires.

Le risque de surverse est faible : les digues présenteront une revanche de l'ordre de 0,5 m pour une crue de 170 m<sup>3</sup>/s (gamme de la Q100), et ne devraient déverser qu'à partir de débits de l'ordre de 250 m<sup>3</sup>/s (gamme de la Q1000). En cas de déversement, la structure de la digue n'est pas conçue aujourd'hui pour éviter l'érosion du talus, mais l'enherbement et l'entretien des digues retarderont le processus d'ouverture d'une brèche.

Le risque de rupture par érosion interne est également faible : le noyau argileux devrait limiter les circulations d'eau à l'intérieur des corps de digue, et la surveillance et l'entretien des ouvrages permettront, par exemple, d'éviter les risques de présence de boisement important ou de terriers.

Le risque de rupture par érosion externe est certainement le danger le plus probable pour les ouvrages projetés : les vitesses d'écoulement et la proximité du lit vif du Giessen sont autant de facteurs favorables à un risque de rupture par érosion externe. Néanmoins, ce risque reste relativement modéré.



Le croisement entre la fréquence des crues et le risque de défaillance évalué, pour chaque mode de défaillance et chaque gamme de crue, permet de classer les différents modes de défaillance :

Type d'appréciation qualitative	E	D	C	B	A
		<b>"Evénement possible mais extrêmement peu probable"</b> <i>N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'observations</i>	<b>"Evénement très improbable"</b> <i>S'est déjà produit sur ce type d'ouvrage mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité</i>	<b>"Evénement improbable"</b> <i>Un événement similaire déjà rencontré sur ce type d'ouvrage au niveau mondial sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une réduction significative de sa probabilité</i>	<b>"Evénement probable"</b> <i>S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'ouvrage</i>
Digue n°1	Rupture rapide par érosion interne  Rupture rapide par surverse	Rupture rapide ou lente par érosion externe  Rupture lente par érosion interne  Rupture lente par surverse	Surverse sans rupture		
Digue n°2	Rupture rapide par érosion interne  Rupture rapide par surverse	Rupture rapide ou lente par érosion externe  Rupture lente par érosion interne  Rupture lente par surverse	Surverse sans rupture		
Probabilité quantitative		$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$

### CONSEQUENCES D'UNE DEFAILLANCE

Les conséquences d'une rupture, en termes d'inondation du val (notion d'onde de submersion), ont été évaluées à partir de calculs hydrauliques bidimensionnels menés sur un cours d'eau et des digues aux configurations similaires (morphologie et débits du cours d'eau, hauteurs des digues, pente et aménagements du lit majeur).

Au droit des premiers enjeux à l'arrière de la brèche, l'impact sera **très rapide** après l'apparition de la rupture (de quelques secondes à une minute suivant la localisation des premiers enjeux), et se caractérisera par de **fortes vitesses** (pouvant atteindre 3 m/s lorsque les enjeux sont localisés à l'arrière immédiat des digues) et des hauteurs d'eau relativement élevées (de 0,5 à 1 mètre).

On a pu constater que la gravité des conséquences liées au phénomène de rupture est croissante avec la diminution de la distance des ouvrages aux premiers enjeux.

Les enjeux atteints par de fortes vitesses seraient essentiellement des habitations et des commerces. L'école primaire serait en revanche concernée par une cinétique lente (en termes de durée avant l'impact, vitesses d'écoulement et hauteurs de submersion, suite à la rupture).

Les scénarios de rupture les plus pénalisants, de part la gravité des conséquences estimée (suivant la localisation de la brèche), ont été retenus. L'estimation du nombre de personnes situées dans les zones protégées (zone inondable pour la crue centennale en situation

COMMUNAUTE DE COMMUNES DE SELESTAT  
**PROTECTION DE LA VILLE DE SELESTAT CONTRE LES CRUES DU GIESSEN**  
**FASCICULE N° 6 : ETUDE DE DANGERS**

actuelle, et protégée par les digues projetées) a été réalisée par la Communauté de Communes de Sélestat : 217 personnes pour la digue n°1 et 1128 pour la digue n°2 (sans compter les 250 élèves et personnels de l'école).

Sur cette base a pu être évalué le nombre de personnes soumises au risque de rupture, et de ce fait la gravité des conséquences, selon la grille suivante :

	Nombre de personnes exposées en <b>cinétique rapide</b>	Nombre de personnes exposées en <b>cinétique lente</b>
5 Désastreux	≥1 000	≥10 000
4 Catastrophique	≥100 et <1 000	≥1 000 et <10 000
3 Important	≥10 et <100	≥100 et <1 000
2 Sérieux	≥1 et <10	≥10 et <100
1 Modéré		≥1 et <10

Les conclusions montrent que la gravité d'une défaillance de la digue n°1 serait au maximum de classe « importante », tandis que la gravité d'une défaillance de la digue n°2 serait au maximum de classe « catastrophique ».

#### EVALUATION DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE LES PLUS CRITIQUES

Le croisement entre la probabilité des modes de défaillance et les conséquences de cette défaillance en fonction du nombre de personnes exposées, permet d'établir une « matrice de criticité » du risque d'inondation derrière les digues du Giessen.

Ces matrices permettent d'identifier les scénarios les plus défavorables.

**Il faut noter que l'on ne tient pas compte à ce niveau de l'existence et du développement futur d'un système de gestion de la sécurité (non prise en compte d'une évacuation préventive). Les matrices suivantes sont donc extrêmement pessimistes.**

DIGUE N°1		PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
		"Evènement possible mais extrêmement peu probable"	"Evènement très improbable"	"Evènement improbable"	"Evènement probable"	"Evènement courant"
GRAVITE	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important	Rupture rapide par surverse ou érosion interne	Rupture lente par surverse ou érosion interne Rupture lente ou rapide par érosion externe	Déversement sans rupture		
	Sérieux					
	Modéré					

DIGUE N°2		PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
		"Evènement possible mais extrêmement peu probable"	"Evènement très improbable"	"Evènement improbable"	"Evènement probable"	Evènement courant"
GRAVITE	Désastreux					
	Catastrophique	Rupture rapide par surverse ou érosion interne	Rupture lente par surverse ou érosion interne Rupture rapide ou lente par érosion externe	Déversement sans rupture		
	Important					
	Sérieux					
	Modéré					

#### ETUDE DE REDUCTION DES RISQUES

La réduction des risques sera effective grâce à un système efficace de surveillance de la digue, en dehors et en période de crue. Celle-ci sera faite telle qu'exposée par le Système de Gestion de la Sécurité (SGS) qui sera appliqué pour chaque ouvrage.

La surveillance en crue s'appuiera sur le Protocole d'intervention en cas de crue du Giessen, mis en œuvre actuellement sur la commune de Sélestat.

La mise en place d'un plan d'évacuation en cas de crue du Giessen permettrait également de réduire la gravité d'une défaillance, en la réduisant d'une classe, et donc d'abaisser la criticité des différents scénarios de défaillance.



## 1. RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

---





## 1.1. PROPRIETAIRE ET EXPLOITANT DES OUVRAGES

Le présent document fait suite à la demande de la Communauté de Communes de Sélestat.

Les coordonnées sont les suivantes :

**Communauté de Communes de Sélestat**

1 rue Louis Lang

BP 20195

67 604 Sélestat Cedex

## 1.2. REDACTEURS DE LA PRESENTE ETUDE DE DANGERS

Le présent dossier a été élaboré par :

**SOGREAH Consultants – Agence de Strasbourg**

Valparc – Immeuble Indigo

9B rue du Parc

67 205 Oberhausbergen

***Adresse du siège social :***

*6, rue de Lorraine*

*38130 Echirolles B.P. 172*

*38042 Grenoble Cedex*

*Rédacteurs : Pierre-Etienne SCHNEEGANS, Samuel DEHAN*

### 1.3. REFERENCES D'AUTORISATION

En application des articles L 214-1 à L 214-6 du Code de l'Environnement relatifs à la nomenclature des opérations soumises à Autorisation ou Déclaration, les travaux sont concernés par les rubriques suivantes (article R 214-1 du Code de l'Environnement) :

Rubrique	Intitulé	Aménagement	Régime
3.1.2.0-1 <sup>e</sup>	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur du cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1 <sup>er</sup> - Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m	Aménagement de 5165 ml de digue sur les berges et dans le lit majeur du cours d'eau	A
3.1.4.0-2 <sup>o</sup>	Consolidation ou protection de berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes 2. Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m	Protection de berges en technique végétales sur 100 ml	D
3.2.2.0-1 <sup>er</sup>	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m <sup>2</sup>	Surface inondable soustraite supérieure à 10ha	A
3.2.6.0-1er	Digues à l'exception de celles visées à la rubrique 3. 2. 5. 0 1° De protection contre les inondations et submersions (A) ;	Création de digues de protection sur 4477 ml de berges	A

**Tableau 1 : Rubriques de la nomenclature loi sur l'eau**

Les ouvrages sont donc soumis à autorisation selon la rubrique 3.2.6.0-1. **En application de l'article R214-6 du Code de l'Environnement, les digues étant de classes B ou C, une étude de dangers doit être intégrée au dossier.**



## 1.4. CARACTERISTIQUES DES DIGUES VISEES A L'ARTICLE R214-113 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT

### Article R214-113

Les classes des digues de protection contre les inondations et submersions, et des digues de rivières canalisées, ci-après désignées "digues", sont définies dans le tableau ci-dessous :

CLASSE	CARACTÉRISTIQUES DE L'OUVRAGE et populations protégées
A	Ouvrage pour lequel $H \geq 1$ et $P \geq 50\ 000$
B	Ouvrage non classé en A et pour lequel : $H \geq 1$ et $1\ 000 \leq P < 50\ 000$
C	Ouvrage non classé en A ou B et pour lequel : $H \geq 1$ et $10 \leq P < 1\ 000$
D	Ouvrage pour lequel soit $H < 1$ , soit $P \leq 10$

**Tableau 2 : Classification des digues de protection selon l'article R214-113**

Au sens du présent article, on entend par :

- "H", la hauteur de l'ouvrage exprimée en mètres et définie comme la plus grande hauteur mesurée verticalement entre le sommet de l'ouvrage et le terrain naturel du côté de la zone protégée à l'aplomb de ce sommet ;
- "P", la population maximale exprimée en nombre d'habitants résidant dans la zone protégée, en incluant notamment les populations saisonnières.

### Situation des digues de Sélestat vis-à-vis de la réglementation

L'ensemble des terrains d'assise des digues seront propriété de la Communauté de Communes de Sélestat.

Les caractéristiques intrinsèques des digues du Giessen et les populations qu'elles protègent permettent de les classer en B ou C :

- Environ 217 personnes sont protégées par la digue n°1 ;
- Environ 1 132 personnes sont protégées par la digue n°2 ;
- La hauteur H des digues est supérieure à 2 m.



## 2. OBJET DE L'ETUDE

---



La présente étude de dangers est relative au projet de protection de la ville de Sélestat contre les crues du Giessen, via le rehaussement et la création de digues.

L'étude de dangers concerne 2 digues, chacune constituée par 3 tronçons de longueurs comprises entre 573 et 1 050 m, et de hauteurs inférieures à 1 m, comprises entre 1 et 2 m, ou supérieures à 2 m.

## 2.1. NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET

Dans le cadre de la sécurisation de la ville de Sélestat contre les crues du Giessen, la Communauté de Communes de Sélestat souhaite entreprendre des travaux de protection contre les inondations.

Le projet se situe sur la commune de Sélestat située à 50km au Sud de Strasbourg et 25km au Nord de Colmar.

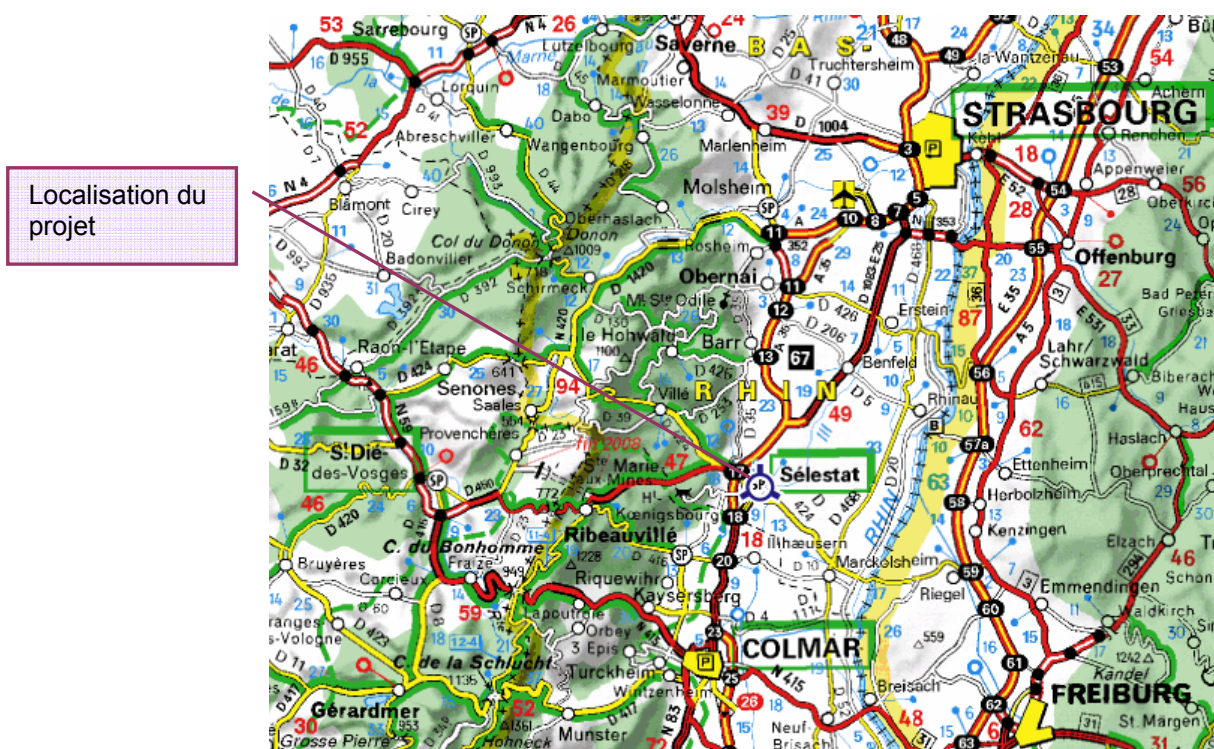


Figure 1 : Localisation du projet

Le périmètre de l'étude correspond au tronçon du Giessen situé entre le pont de l'autoroute A35 à l'amont, et le déversoir de crues du Giessen à l'aval. La carte page suivante présente le schéma de principe des aménagements.

La carte de localisation des digues est présentée en page suivante.



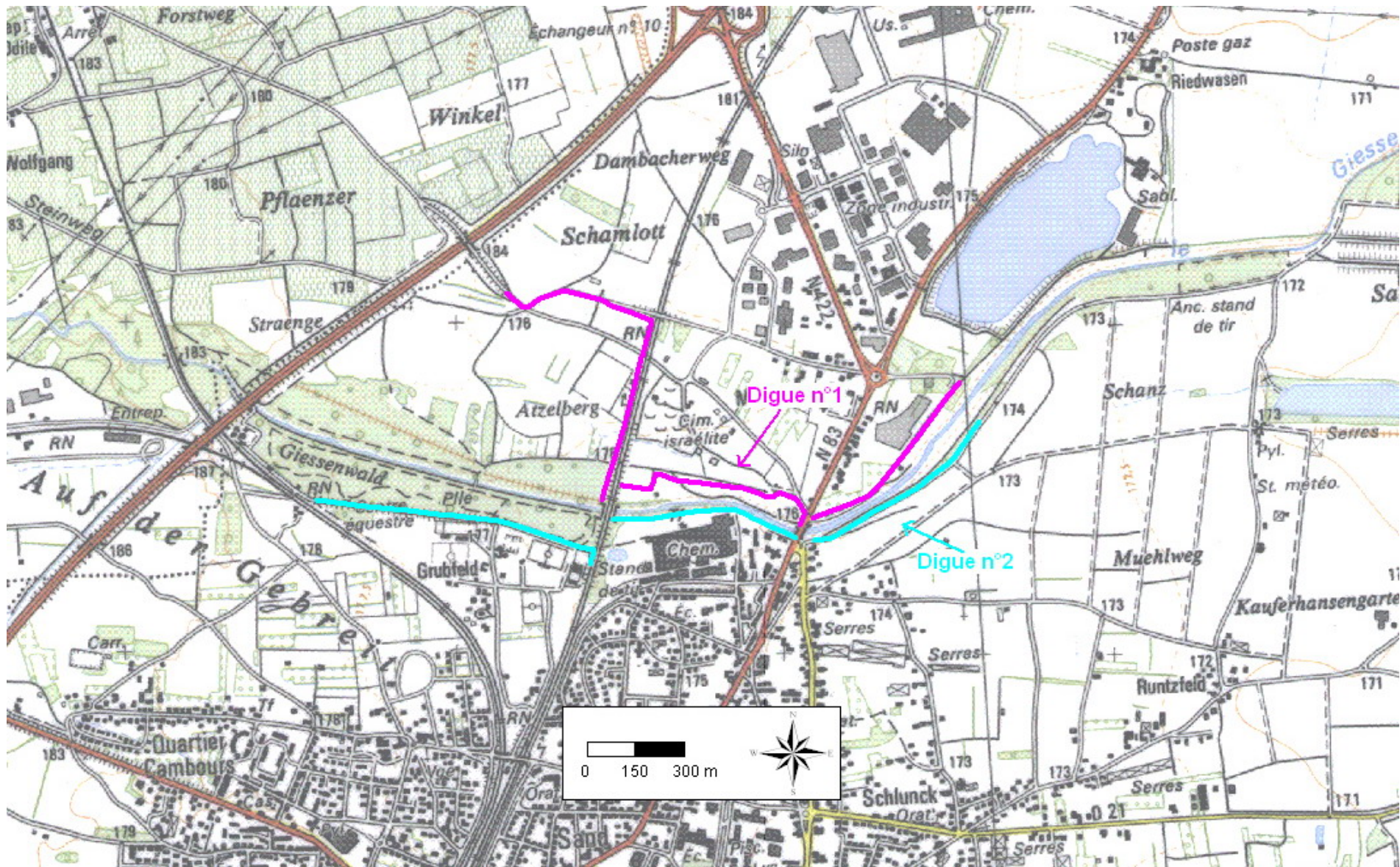


Figure 2 : Plan de principe des aménagements

La ville de Sélestat est actuellement protégée par environ 4 800 ml de digues, permettant d'écouler sans débordement des débits inférieurs à 90 m<sup>3</sup>/s (période de retour inférieur à 10ans).

La crue de février 1990 a clairement démontré la fragilité du dispositif de protection de la ville contre les crues. Les débordements du Giessen ont provoqué de nombreux dégâts dans la ville : les dégâts les plus importants ont été observés entre l'autoroute A35 et la RD1083. Il semblerait que les causes de l'inondation de la zone industrielle aient été liées aux reflux des eaux du fossé de l'autoroute A35 (aujourd'hui comblé) et également par les digues elles-mêmes (débordement ou limite de débordement). Le débit maximum instantané de la crue de février 1990 a été estimé à 153 m<sup>3</sup>/s correspondant à une période de retour de 50 ans.

Suite à la crue de février 1990, la Communauté de Communes de Sélestat s'est engagée dans une politique intégrée de maîtrise des risques d'inondations sur le bassin versant du Giessen. Les diverses études hydrauliques menées depuis la crue de 1990 ont permis de **vérifier la vulnérabilité du centre urbain pour une crue centennale**. Le projet d'aménagement visé donc à protéger la ville de Sélestat pour une crue centennale du Giessen, dont le débit est estimé à 170m<sup>3</sup>/s.

Parmi les différentes solutions techniques testées par modélisation, la Communauté de Communes a souhaité retenir la solution « endiguement seul » (étude Est-Ingénierie, 2005).

## 2.2. PRINCIPES GENERAUX DE L'AMENAGEMENT PROJETE

Le projet prévoit le **rehaussement et la création de digues** dans la traversée de la commune de Sélestat, pour protéger les secteurs sensibles jusqu'à une crue d'occurrence centennale.

Des aménagements seront également entrepris sur la berge en rive gauche du Giessen, en amont du pont de la RD1083, afin d'améliorer les conditions d'écoulement.

Les caractéristiques des ouvrages sont extraites du Mémoire technique de la DDAF réalisé en mai 2008.

Le plan de principe des aménagements est présenté sur la figure précédente (figure 2).

## 2.3. PERIMETRE ET STATUT DE L'ETUDE DE DANGERS

### 2.3.1. STATUT DE L'ETUDE DE DANGERS

Il s'agit d'une **étude de dangers initiale d'ouvrages neufs**, portant sur **2 digues** (au regard des zones protégées) permettant de protéger la commune de Sélestat des crues du Giessen.



### 2.3.2. DEFINITION DES DIGUES

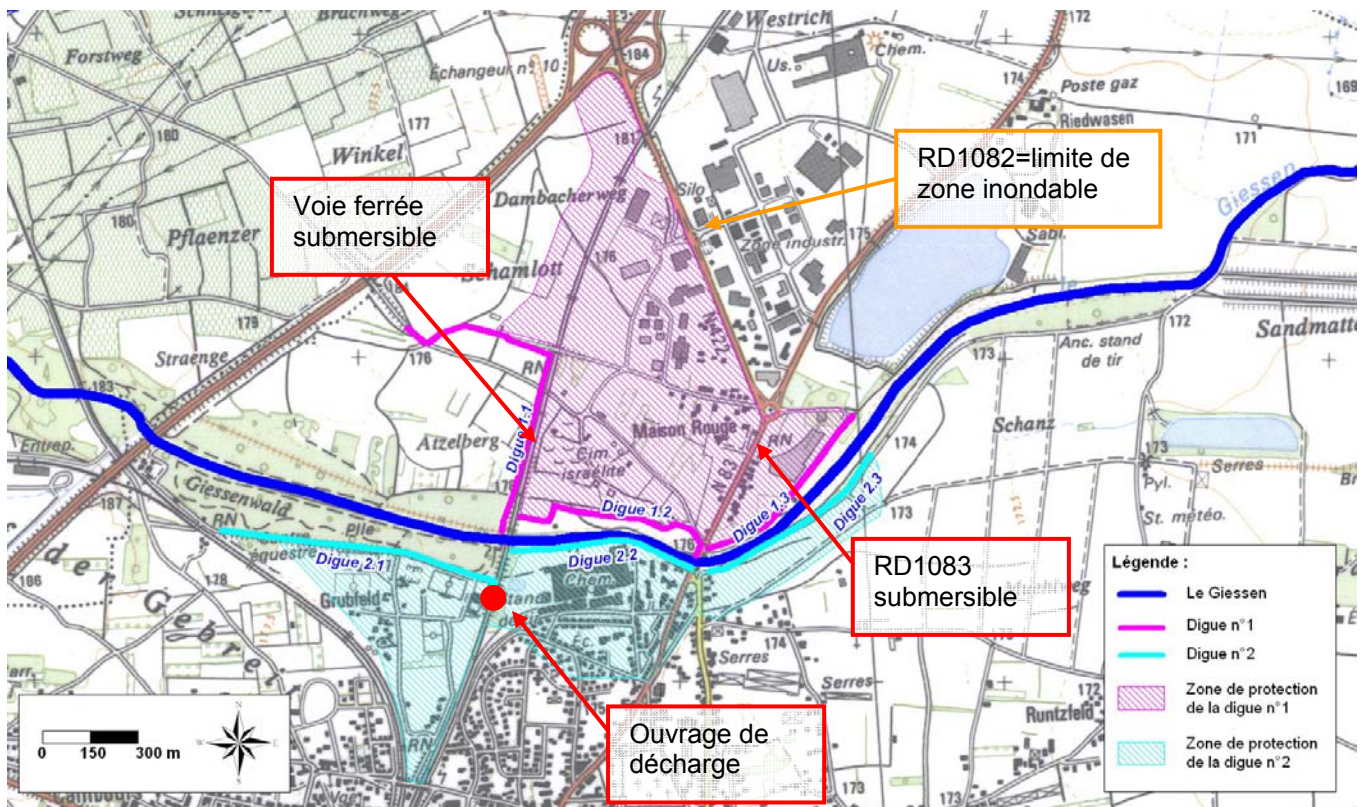
On appelle « digue » l'ensemble cohérent du point de vue du fonctionnement hydraulique et de la protection contre les crues (définition issue du *Guide de Lecture des études de dangers*, 2009) Une digue peut donc être composée de plusieurs tronçons, si ces tronçons protègent la même zone, i.e. si une rupture sur un tronçon peut impacter une zone en arrière d'un autre tronçon.

Les tronçons de digues projetés sont présentés sur la figure 3.

Une étude menée par Est Ingénierie en 2005, a permis de mettre en évidence les zones impactées en cas d'effacement de digue : les résultats de cette analyse, brièvement présentée ci-dessous, permettent de définir les digues de protection :

La voie ferrée ne fait pas office d'obstacle aux écoulements des crues : un ouvrage de décharge assure le passage des eaux sous la voie ferrée en rive droite, tandis qu'en rive gauche la voie ferrée est submersible.

De la même manière, la RD1083 ne peut pas être considérée comme obstacle à la propagation d'une onde de rupture vers une zone en arrière d'un autre de tronçon. La RD1083 au nord, dans la traversée de la zone d'activité, marque la limite de la zone inondable actuelle.



#### Rive gauche du Giessen :

Une rupture au droit du tronçon 1.1 inonderait l'ensemble de la zone protégée en rive gauche.

Une rupture au sein des tronçons 1.2 et 1.3 impacterait la zone protégée en rive gauche aval de la voie ferrée.

Au vu de la définition d'une digue, énoncée ci-dessus, ces 3 tronçons forment une seule et même digue.

Rive droite du Giessen :

Une rupture au droit du tronçon 2.1, 2.2 ou 2.3 inonderait l'ensemble du secteur protégé en rive droite du Giessen. Les zones en arrière immédiat des tronçons de digues sont en effet « hydrauliquement liées » par l'ouvrage de décharge sous la voie ferrée.

**Au sens de la définition d'une digue énoncée ci-avant, la protection de la ville de Sélestat contre les crues du Giessen sera assurée par 2 digues. La digue n°1 est située en rive gauche du Giessen (linéaire de 2 352 ml), la digue n°2 étant localisée en rive droite (linéaire de 2 125 ml).**

### 2.3.3. PERIMETRE DE L'ETUDE DE DANGERS

Le périmètre de l'étude inclut :

- 3 tronçons de digue (digue n°1) sur les berges ou en lit majeur **rive gauche** du Giessen, d'une longueur totale de **2 352 ml** :
  - Tronçon 1.1 : en lit majeur rive gauche du Giessen, de longueur 1 050 m, dont 500 ml parallèles au lit mineur et 550 ml de digue transversale, en amont de la voie ferrée ;
  - Tronçon 1.2 : sur la berge rive gauche du Giessen, de longueur 680 m, entre la voie ferrée et la RN83 ;
  - Tronçon 1.3 : sur la berge rive gauche du Giessen, de longueur 622 m, en aval de la RN83 ;
- 3 tronçons de digue (digue n°2) sur les berges ou en lit majeur **rive droite** du Giessen, d'une longueur totale de **2 125 ml** :
  - Tronçon 2.1 : en rive droite, en amont de la voie ferrée, de longueur 910 m ;
  - Tronçon 2.2 : en rive droite du Giessen, de longueur 573 m, entre la voie ferrée et la RN83, incluant un mur en béton de 222 ml ;
  - Tronçon 2.3 : en rive droite du Giessen, de longueur 642 m, en aval de la RN83.
- Les zones protégées par les digues, qui correspondent aux secteurs soustraits à l'inondation qui serait causée par la crue de projet de protection de l'ouvrage (crue centennale), d'une superficie totale d'environ 122 ha ;
- Le Giessen entre le pont de l'autoroute A35 et le secteur du Schanz

Le périmètre de l'étude de dangers, incluant les zones protégées, est récapitulé sur la carte en page suivante.



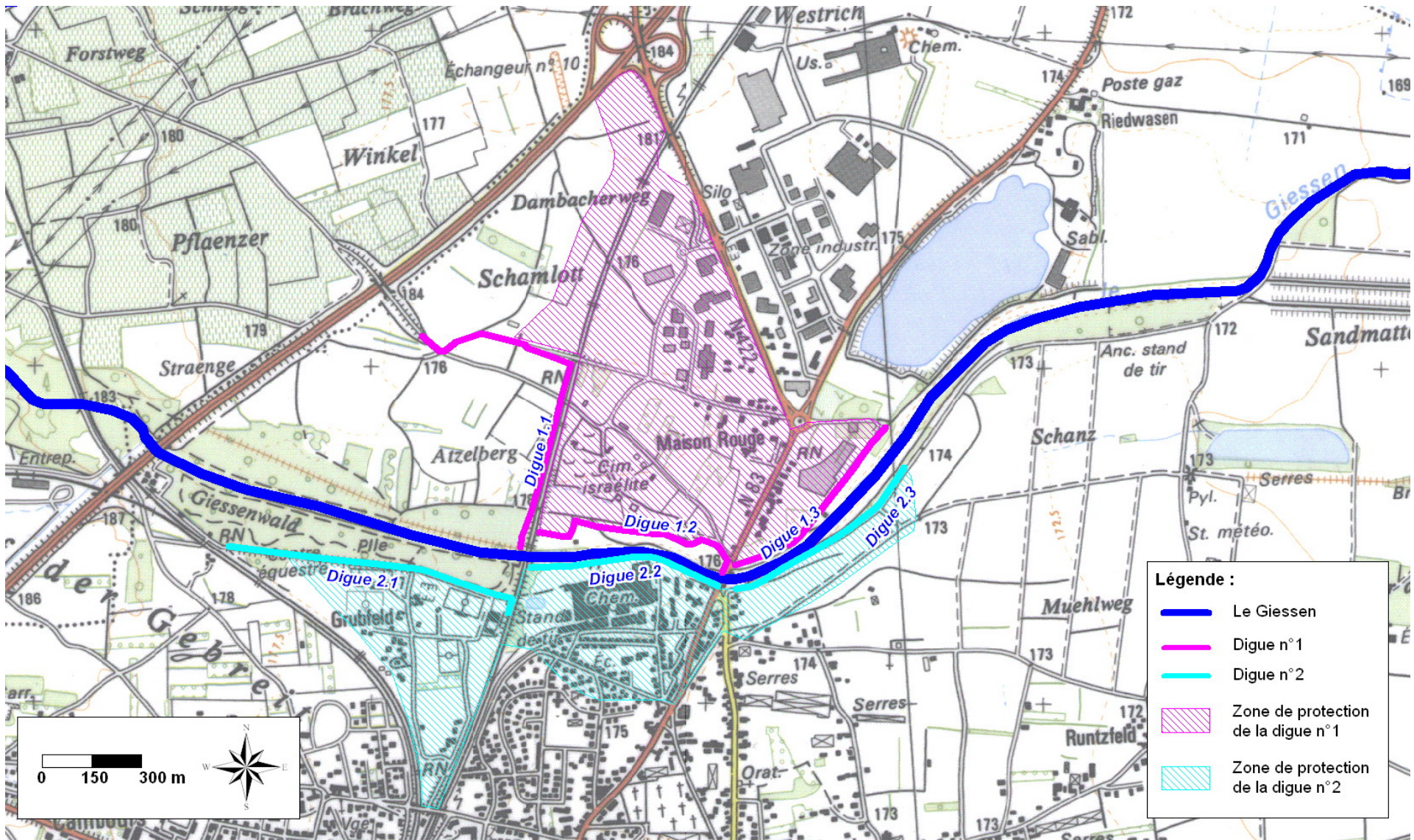


Figure 3 : Périmètre de l'étude



### 3. ANALYSE FONCTIONNELLE DES OUVRAGES ET DE LEUR ENVIRONNEMENT

---



Cette rubrique présente les composantes des ouvrages, ainsi que leur objectif de protection et leur environnement.

### 3.1. DESCRIPTION DES OUVRAGES ET DE L'OBJECTIF DE PROTECTION

Les digues **permettront de protéger la commune de Sélestat vis-à-vis de la crue centennale, avec une revanche de sécurité de 50 cm.** Leurs dimensions (hauteur et longueur) et leur localisation sont présentées sur la figure 5.

Les profils en long et en travers des ouvrages de protection sont fournis en annexe du fascicule n°2 (Dossier Loi sur l'Eau).

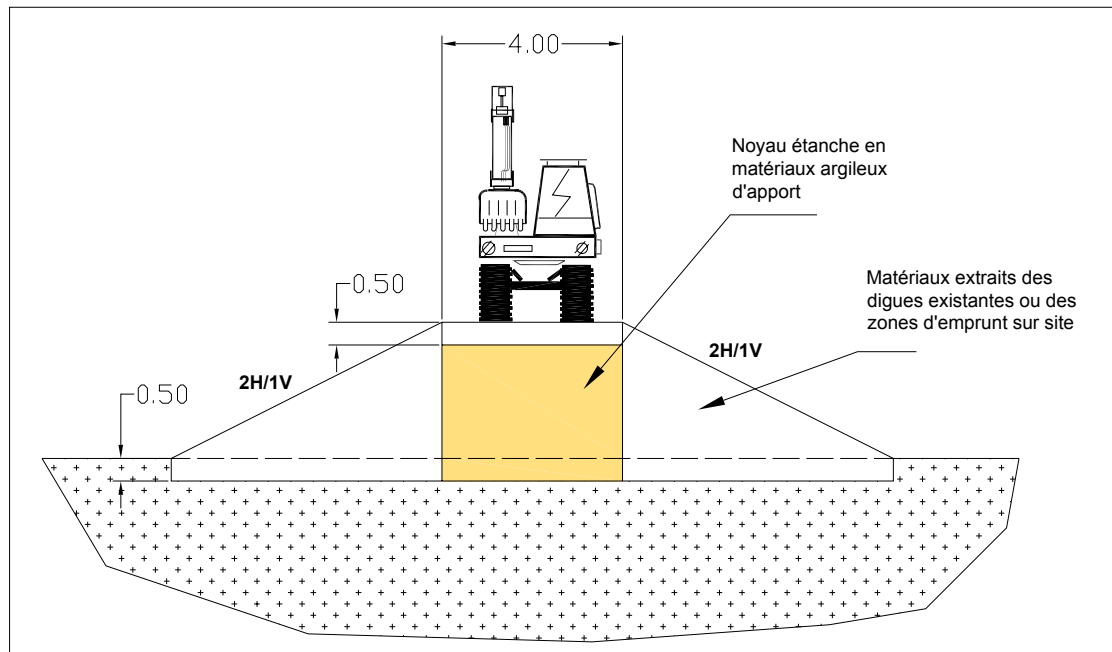
#### 3.1.1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES DIGUES

La longueur totale des digues après des travaux est estimée à 4 477 ml (dont 222 ml de mur béton au niveau du tronçon 1.2).

A l'exception de 222 ml de digues qui seront constituées d'un mur en béton armé (rive droite en amont du pont de la RD1083, hauteur apparente maximale d'environ 1,40m) par manque de place, toutes les autres digues auront les caractéristiques suivantes :

- elles seront constituées de matériaux de remblais : noyau argileux central en matériau d'apport sur 4m de largeur et pour le reste de matériaux extraits des remblais existants,
- la largeur au sommet de 4m,
- elles seront circulables,
- le fruit des talus sera de 2H/1V,
- les talus seront ensemencés et entretenus régulièrement,

Compte tenu du fait que les digues existantes sont arborées et qu'elles sont constituées de matériaux non-étanches, il est prévu, non seulement de rehausser les digues dont la hauteur est insuffisante, mais également de refaire entièrement le corps de toutes les digues y compris les tronçons (minoritaires) dont la hauteur est suffisante.



**Figure 4 : Coupe type de la digue**

Les talus des digues seront ensemencés et devront être entretenus régulièrement pour empêcher le développement des arbres et arbustes dont l'arrachage pourrait déstabiliser la digue et dont les racines pourraient favoriser les phénomènes de renards hydrauliques. On favorisera au contraire la reprise de la végétation arborée à distance du pied de talus côté Giessen pour bénéficier d'une protection mécanique naturelle contre l'érosion due aux écoulements en crues.

Les digues permettront de protéger la commune de Sélestat jusqu'à concurrence d'une crue centennale, aucune gestion particulière (manœuvres de vannes, interventions particulières,...) n'étant nécessaire au fonctionnement des ouvrages de protection.



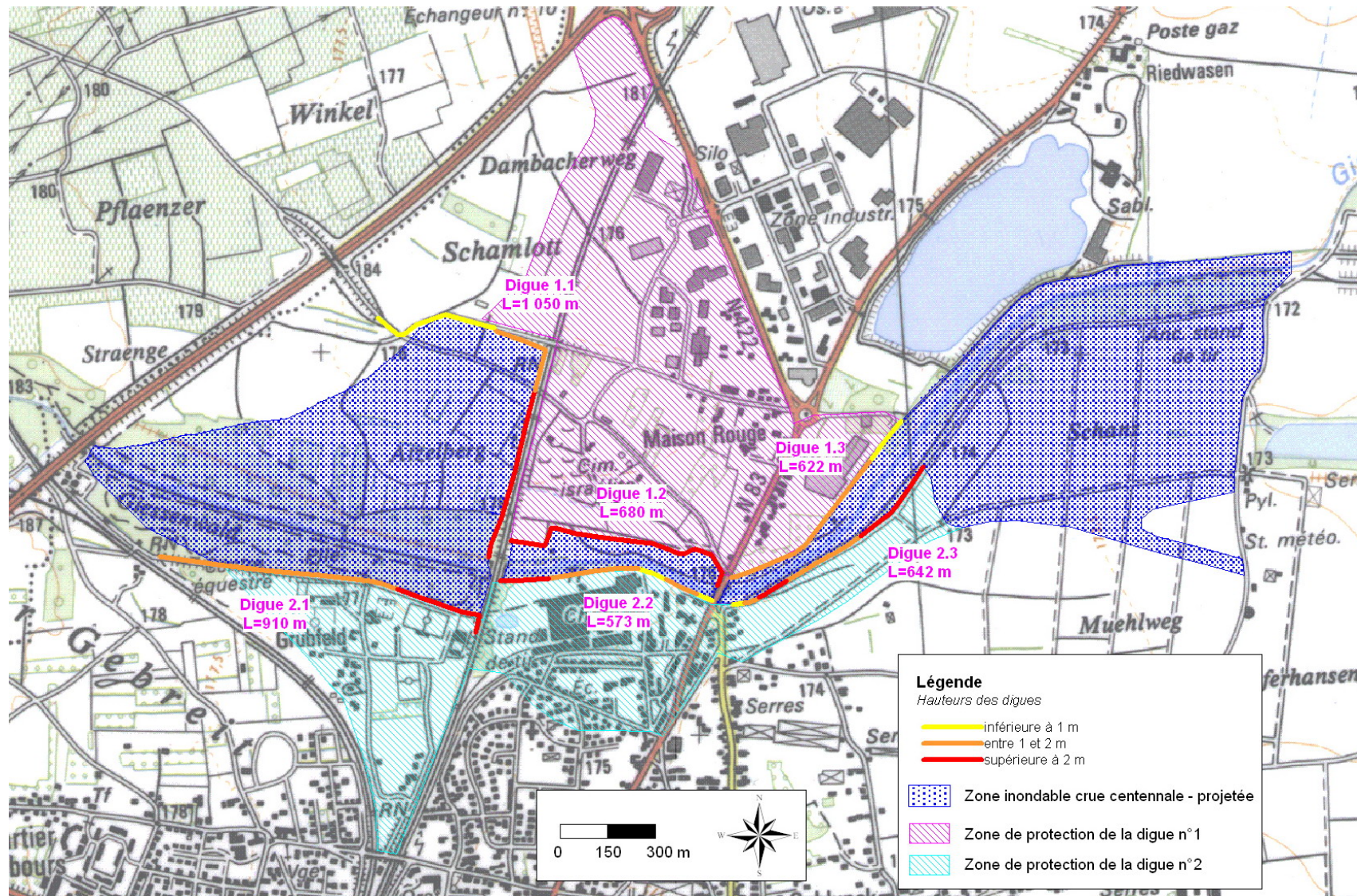


Figure 5 : Hauteurs et zones de protection des digues

### 3.1.2. DIGUE N°1

La digue n°1 est située en rive gauche du Giessen et permet de protéger :

- La voie ferrée ;
- Le quartier Maison rouge, le cimetière israélite, les habitations ainsi que l'ensemble de la zone d'activité située entre la voie ferrée et la RD1083 ;
- La zone d'activité en aval de la RD1083.

#### 3.1.2.1. TRONÇON 1.1

Le tronçon de digue n°1.1 est situé entre l'autoroute A35 et la voie ferrée :

- 480 ml longitudinaux au Giessen en lit majeur (à environ 620 m du cours d'eau), correspondant partiellement à une rehausse du chemin rural dit du Steinweg ;
- 570 ml longeant la voie ferrée, transversaux au Giessen.

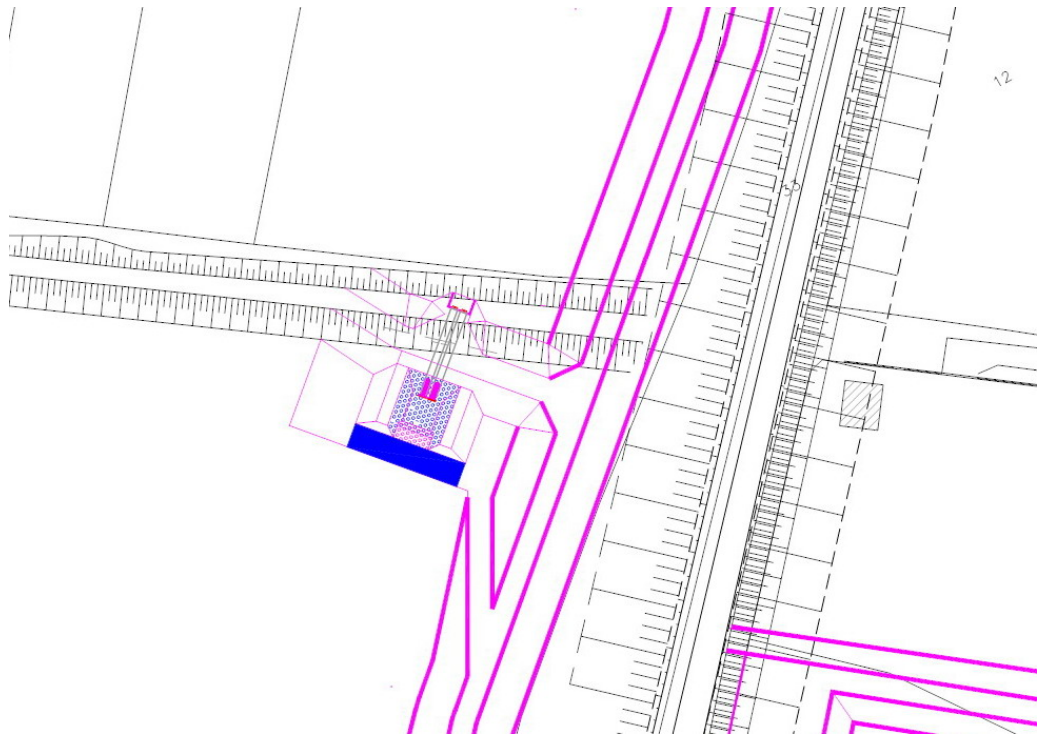
La crête de digue sera fixée, sur tout le linéaire de protection, à la cote 177,88 m, permettant ainsi d'assurer une protection jusqu'à concurrence d'une crue centennale, avec une marge d'environ 50 cm.

Un organe de vidange (du lit majeur endigué) sera aménagé pour permettre le franchissement du merlon existant, et un retour des écoulements au lit mineur lors de la décrue.

Deux canalisations en béton (diamètre 1 000 mm) en parallèle, permettront le franchissement du merlon existant. Des vannes et des clapets permettront la régulation des débits et une vidange du casier en décrue. Les vannes seront manoeuvrées de manière à limiter le débit de sortie et surtout la vitesse de l'eau dans les canalisations à des valeurs ne mettant pas en péril leur structure (maximum 4m/s pour des canalisations en béton par analogie avec les préconisations utilisées en assainissement). La gestion de l'ouvrage sera active et manuelle.

L'ouvrage sera réalisé dans un tronçon de digue perpendiculaire au tronçon 1.1, comme le montre la figure ci-après :





**Figure 6 : Vue de l'ouvrage de décharge**

Le tronçon de digue dans lequel sera implanté l'ouvrage sera raccordé au merlon existant. Les ouvrages transversaux de ce type peuvent être la source d'érosion régressive en favorisant les circulations internes et les fuites. Cependant, du fait de sa situation (dans un tronçon perpendiculaire à la digue), l'ouvrage n'augmentera pas sensiblement le risque de rupture du tronçon 1.1. Par ailleurs, le remblai de la voie ferrée, au niveau de l'ouvrage, sera environ 10 cm au-dessus de la crête de la digue projetée, limitant ainsi le risque en cas de rupture.

La digue, dans sa partie amont, sera support du chemin rural du Steinweg, sur un linéaire d'environ 340 ml. Le chemin permet de relier Sélestat à Scherwiller mais la circulation reste limitée. En outre, les enjeux en arrière de ce tronçon seront très faibles (uniquement des champs).

La digue ne présente aucun point de raccordement sensible en amont ou en aval.

### 3.1.2.2. TRONÇON 1.2

D'une longueur de 680 ml, la digue n°1.2 protégera le secteur confiné entre la voie ferrée et la RD1083, mais également en aval de la route, en rive gauche du Giessen, incluant notamment le cimetière israélite et le quartier Maison Rouge.

La crête de digue sera fixée à la cote 177,44 m à l'amont, et à 176,90 m à l'aval. La digue assurera une protection contre la crue centennale avec une marge minimale de 50 cm par rapport aux niveaux de crue Q100 en lit mineur.

Aucun ouvrage particulier ne sera construit sur la digue.

La digue sera raccordée au remblai de la voie ferrée en amont. En aval, la sensibilité du point d'arrêt de la digue sera moindre, puisque le raccordement se fera longitudinalement à la RD1083.

En outre, au niveau du pont de la RD1083, la digue présente une revanche sécuritaire de 70 cm, limitant ainsi le risque de surverse induit par d'éventuels embâcles au niveau du pont.

### 3.1.2.3. TRONÇON 1.3

Ce tronçon de digue permettra de protéger le secteur en aval du pont de la RD1083, en rive gauche du Giessen, jusqu'à concurrence d'une crue centennale.

La cote de crête variera linéairement entre 175,50 m à l'amont et 174,44 m à l'aval, offrant une marge de 50 cm par rapport aux niveaux de crue centennaux en lit mineur du Giessen.

Aucun ouvrage ne sera implanté sur les digues.

La digue ne présente pas de point d'arrêt aggravant le risque de rupture, en amont ou en aval, étant raccordée progressivement au terrain naturel.

### 3.1.3. DIGUE N°2

La digue n°2 protégera la rive droite du Giessen contre les crues, jusqu'à concurrence d'une crue centennale. La zone de protection englobe :

- Le quartier du Grubfeld (zone d'activités sportives, tissu urbain discontinu) entre l'autoroute A35 et la voie ferrée ;
- La zone d'habitations localisée entre la voie ferrée et la RD1083 ;

#### 3.1.3.1. TRONÇON 2.1

La digue n°2.1 est localisée en rive gauche du Giessen, entre l'autoroute A35 à l'amont et la voie ferrée à l'aval. Elle protégera directement le quartier du Grubfeld, notamment le centre équestre, sur un linéaire de 910 m.

La cote de crête de digue variera entre 179,36 m à l'amont et 177,87 m à l'aval (au droit du pont de la voie ferrée), offrant une protection contre la crue centennale, en intégrant une revanche sécuritaire minimale de 50 cm par rapport à la cote Q100.

Le tronçon 2.1 ne présente pas de point d'arrêt particulièrement vulnérable au risque de rupture :

- en amont, la digue rattrapera le terrain naturel,
- en aval, une digue en retour parallèle à la voie ferrée assurera la stabilité de la digue.

#### 3.1.3.2. TRONÇON 2.2

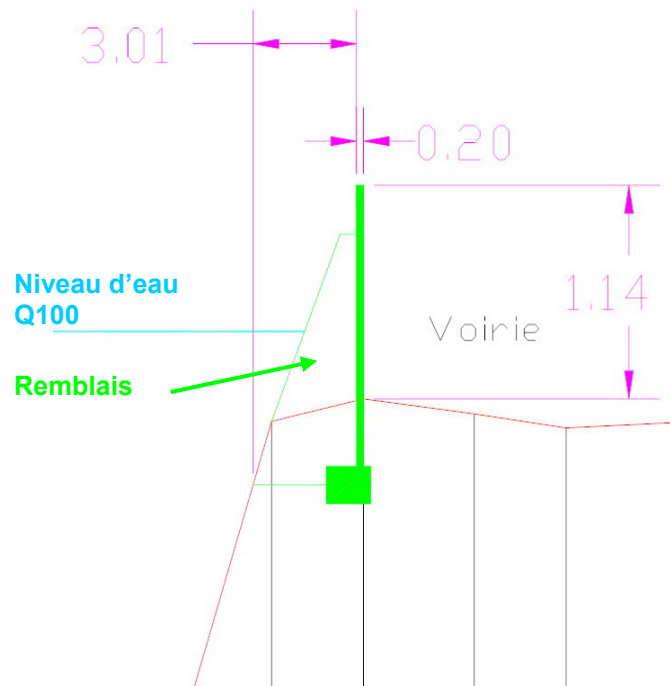
Il s'agit du tronçon de digue qui assurera la protection directe du secteur urbanisé en rive droite du Giessen, entre la voie ferrée et la RD1083.

La crête de digue sera fixée à des cotes identiques à la digue n°1.2, offrant ainsi une marge minimale de 50 cm par rapport aux niveaux de crue centennaux en lit mineur.



D'une longueur totale de 573 ml, la digue sera constituée comme suit :

- 351 ml de digue en remblai (de constitution décrite au paragraphe 3.1.1.) à partir du pont de la voie ferrée ;
- 222 ml de mur en béton armé en amont du pont de la RD1083, d'épaisseur minimale 20 cm et de hauteur 1,60 m.



**Figure 7 : Vue en coupe schématique du mur de protection (tronçon de digue 5)**

Aucun ouvrage particulier ne sera implanté sur la digue.

Le remblai sera raccordé en amont perpendiculairement à la voie ferrée.

Le point de raccord de la digue au mur en béton en aval immédiat de la filature, sera un point légèrement plus sensible à l'érosion.

En outre, au niveau du pont de la RD1083, le mur présente une revanche sécuritaire de 70 cm, limitant ainsi le risque de surverse induit par d'éventuels embâcles au niveau du pont.

### 3.1.3.3. TRONÇON 2.3

La digue n°2.3 sera implantée en aval du pont de la RD1083, pour protéger les zones urbanisées en rive droite du Giessen, sur un linéaire total de 642 m.

Sa cote de crête variera entre 175,50 m à l'amont et 174,44 m à l'aval, niveaux offrant une marge de 50 cm par rapport aux niveaux de crue centennale du Giessen.

Le tronçon 2.3 sera raccordé progressivement au terrain naturel, en amont (vers la RD1083) et en aval.

## 3.2. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DES OUVRAGES

La description de l'environnement des ouvrages est fondée sur la base de données CORINE Land Cover ainsi que sur les reconnaissances de terrain.

La carte d'occupation des sols sur les secteurs protégés, est disponible au chapitre 10.

### 3.2.1. COURS D'EAU ET BERGES

Le Giessen prend sa source dans les Vosges au lieu dit « Faite » à Urbeis (67) à 590m d'altitude et rejoint l'Ill entre Muttersholtz et Ebersheim après avoir parcouru 41 km. La rivière draine un bassin versant de 273 km<sup>2</sup> s'étendant sur 110 km<sup>2</sup> sur le département du Haut Rhin, et comprenant un chevelu hydrographique de plus de 300 km.

La pente de la rivière varie de 70 à 80‰ à Urbeis et de 1 à 3‰ après Sélestat, environ **2‰ au droit du projet**, générant un régime torrentiel en amont puis fluvial en plaine.

Le projet d'aménagement se situe dans la zone de transition entre le cône de déjection de la rivière (alluvions grossières vosgiennes siliceuses) et le Ried de l'Ill (alluvions fines carbonatées). Ces dépôts sont recouverts au droit du lit du Giessen par des dépôts sablo-limoneux.

Sur la commune de Sélestat, le Giessen est un cours d'eau de type 7 selon la typologie des rivières. C'est un cours d'eau de plaine à influence phréatique. Le Giessen est en effet perché sur son cône de déjection, induisant un niveau topographiquement plus haut que le niveau moyen de l'aquifère. Cette situation influence sensiblement le niveau de la nappe, particulièrement lorsque le Giessen est en crue.



Figure 8 : Vue du Giessen au droit du tronçon de digue 1.1 (à partir de la rive droite)

**Au droit du projet, les berges sont de qualité excellente à correcte en amont et assez bonne en aval. Le lit mineur présente un indice global assez bon.**

Aucun ouvrage de type prise d'eau, seuil ou barrage n'est présent, la forme du lit est relativement variable et ses fonds sont composés de matériaux naturels et variés (graviers, galets, sables et débris végétaux) non colmatant. Seules la largeur berge à berge et la profondeur du lit mineur, sont relativement constantes et favorisent de légères altérations de la qualité de la rivière.

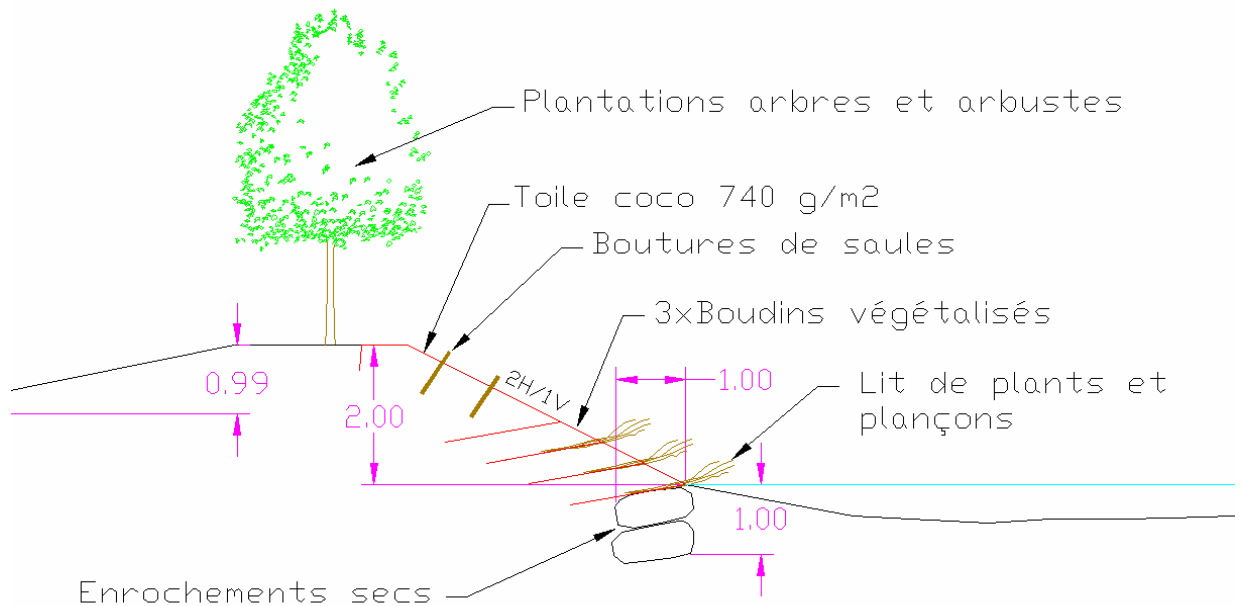
On remarque également la formation de bancs en aval du pont de la RD1083, témoignant de la dynamique de la rivière, caractérisée par un transport actif, comme on peut le voir sur la photographie ci-dessous. Ces dépôts sont sans doute dus à l'endiguement entre la voie ferrée et la RD1083, mais aussi aux curages successifs sous le pont et un léger élargissement de la section aval, qui ont entraîné un creusement progressif du lit en amont (donc augmentation de la vitesse et risque d'érosion régressive du lit) et une libération de matériaux qui se déposent à l'aval (à cause de la réduction des vitesses induite par l'approfondissement du lit). Ils favorisent un écoulement latéral, le long de la berge en rive droite, participant ainsi à une érosion des enrochements et de la berge en aval du pont.

Par ailleurs, l'effet conjugué de l'érosion et du dépôt ayant vite fait de rétablir une situation proche de l'état antérieur, un curage ponctuel n'a pas d'effet durable, ce qui oblige ainsi la commune à multiplier les actions de curage.



**Figure 9 : Formation de bancs en aval de la RD1083**

**En amont du pont de la RD1083**, afin d'améliorer les conditions d'écoulement sous le pont de la RD1083, la berge rive gauche sera rectifiée sur environ 100 ml et protégée par des techniques mixtes : enrochements en pied surmontés de trois boudins avec lits de branches puis talus recouvert d'une toile coco avec boutures de saules. La technique mixte a été retenue en raison d'un niveau d'eau important en début de période de végétation et des fortes vitesses d'écoulement en crue du Giessen (fonte des neiges sur la partie amont du bassin versant). C'est un impact direct et continu d'intensité moyenne au regard de la protection contre les crues. Un schéma de principe est présenté page suivante :



**Figure 10 : Protection de la berge rive gauche en amont du pont de la RD1083**

Les linéaires de cours d'eau en amont de la voie ferrée et en aval de la RD1083, sont caractérisés par la présence d'un lit moyen, entre le Giessen et les digues, inondables par des crues annuelles à pluriannuelles. La végétation y est essentiellement composée de robineraies, de groupements à Renouée du Japon. On y trouve occasionnellement des champs de maïs.

Les caractéristiques des berges sont globalement homogènes sur les tronçons considérés. Seul le tronçon 2.2 (rive droite, entre la voie ferrée et la RD1083) présente une berge remblai. Sur l'ensemble des autres tronçons, les berges sont majoritairement constituées de matériaux naturels, hormis aux marges où on constate la présence d'enrochements. La ripisylve est présente tout au long du cours d'eau et essentiellement pluristratifiée et entretenue. On remarque cependant la présence excessive d'espèces exotiques (Renouée du Japon) sur tout le linéaire.



**Figure 11 : Photographie des berges – Berges artificielles (tronçon 2.2 et amont du tronçon 2.3) et présence de Renouée du Japon**



Etant donné l'implantation des digues projetées et l'analyse ci-dessus, les tronçons 2.2 et 2.3 sont les plus vulnérables aux phénomènes d'érosion externe. Cependant, il convient de considérer le risque d'érosion externe comme limité du fait du bon état actuel des berges.

### 3.2.2. DIGUES EXISTANTES

#### 3.2.2.1. LOCALISATION ET ETAT DES DIGUES EXISTANTES

Un certain nombre de digues permettent de protéger actuellement Sélestat contre les crues fréquentes du Giessen.

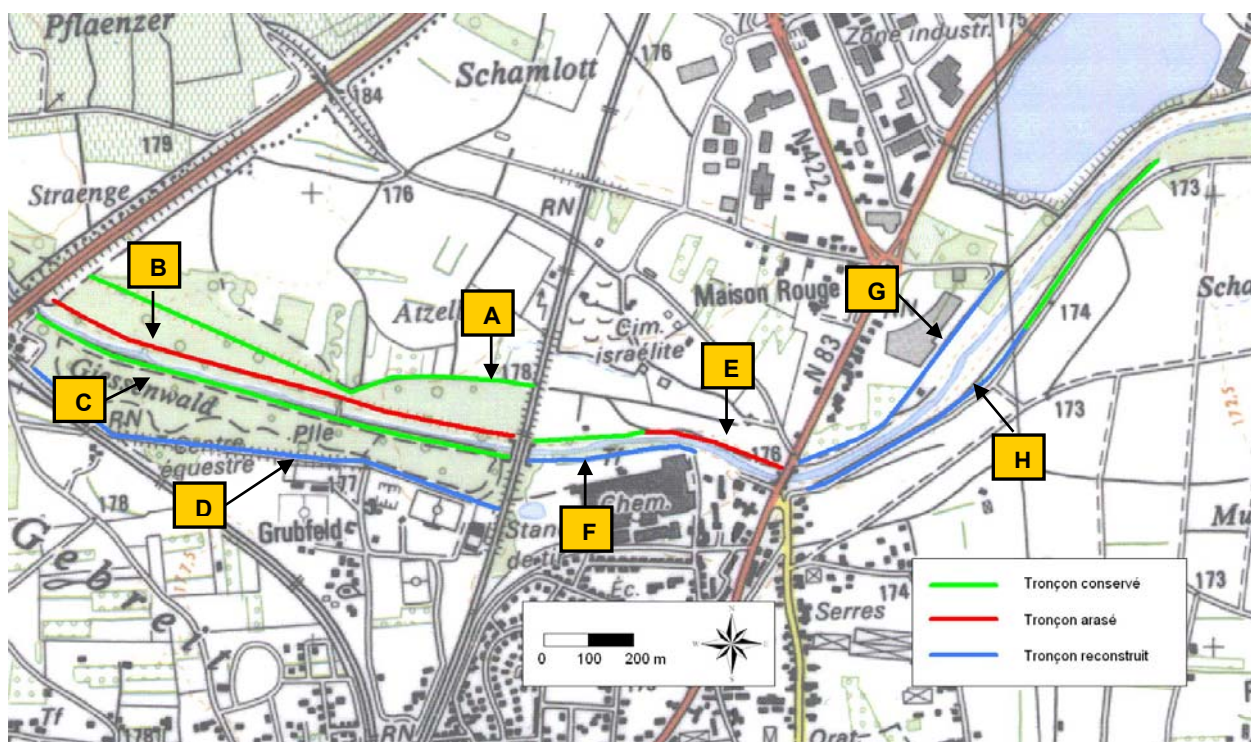


Figure 12 : Localisation des digues existantes

En amont du pont de la RD1083, la digue (E) en rive gauche correspond à la berge du cours d'eau, sera arasée sur une longueur de 327 m. Après décaissement, la berge aura une hauteur minimale de 2 m côté Giessen afin de ne pas trop perturber le transport solide du Giessen.

De la même façon, le bourrelet de berge (B) en rive gauche amont de la voie ferrée sera arasé pour favoriser l'expansion des crues.

Contrairement aux digues projetées, qui seront créées dans les règles de l'art (noyaux argileux, enherbement,...), les digues existantes sont formées de matériaux hétéroclites et présentent une végétation arborée abondante n'assurant pas la stabilité et la pérennité de l'ouvrage. Un risque de rupture de digue serait à prévoir si des travaux ne sont pas entrepris rapidement. Ce risque, non négligeable, est à l'origine du présent projet de digues.

Différents constats ont pu être réalisés lors des visites de terrain :

- Toutes les digues sont recouvertes d'une végétation arborée, mais également d'espèces exotiques types Renouée du Japon ; les racines se sont développées au sein même des talus ;
- Les talus sont légèrement érodés par la rivière ;
- La digue H, en rive droite en aval de la RD1083, présente un ravinement des sols en pied de talus côté rivière ;
- Les digues A, C, G et H présentent des irrégularités marquées sur le profil en long de leur crête, dues à des surverses passées ou à des phénomènes d'érosion interne.



**Figure 13 : Ravinement au pied de la digue H, et irrégularités de crête de la digue E**

Les observations indiquent une instabilité des digues existantes, essentiellement due à l'absence de matériaux étanches, aux crues du Giessen et au manque d'entretien.

#### 3.2.2.2. ANALYSE DES RISQUES INDUITS PAR LES DIGUES EXISTANTES POUR LES DIGUES PROJETEES

Les protections actuelles créent un risque réel pour les riverains. Des événements hydrologiques importants pourraient entraîner une surverse sur les digues, certaines n'assurant une protection que pour une période de retour de 10 ans. La crue de février 1990 a provoqué des débordements sur ces digues qui ont engendré des micro-ruptures. La multiplication de ces phénomènes favorisera d'autant une érosion progressive et forte des talus, générant ainsi un risque de rupture accru.

- Merlon A :

Le merlon A n'induirait pas de risque supplémentaire significatif pour le tronçon de digue 1.1. En cas de rupture du merlon, la digue ne sera que peu impactée, du fait de la faible hauteur du merlon et de sa implantation, perpendiculaire à la digue projetée.

De plus, le remblai de la voie ferrée est situé au-dessus de la crête de digue projetée, et assurera ainsi une seconde protection en cas de rupture.

- Merlon C :

Le merlon C, bien que sensible au risque de rupture, n'entraîne pas de dangers supplémentaire pour la digue 2.1 située en arrière. En effet, sa faible hauteur (environ 1 m)

et son éloignement par rapport à la digue projetée (entre 60 et 100 m), limiteront l'impact d'une rupture du merlon sur le corps de digue aval.

De plus, le merlon est submergé pour des crues relativement fréquentes : ainsi, la montée progressive des eaux en arrière du merlon limitera l'énergie libérée par une rupture.

- Merlon E :

Le merlon E sera arasé sur 327 ml en amont de la RD1083. La partie conservée induira un risque supplémentaire sur les premiers mètres en aval de la voie ferrée car il est situé à environ 25-30 m de la digue projetée. Cependant, la montée progressive des eaux en arrière du merlon (du fait de son arasement en aval) permettra de réduire l'intensité d'un phénomène de rupture du merlon et ses conséquences sur la digue projetée.

### 3.2.3. LIT MAJEUR AMONT DES DIGUES

La figure en page suivante présente l'occupation des sols sur la commune de Sélestat.



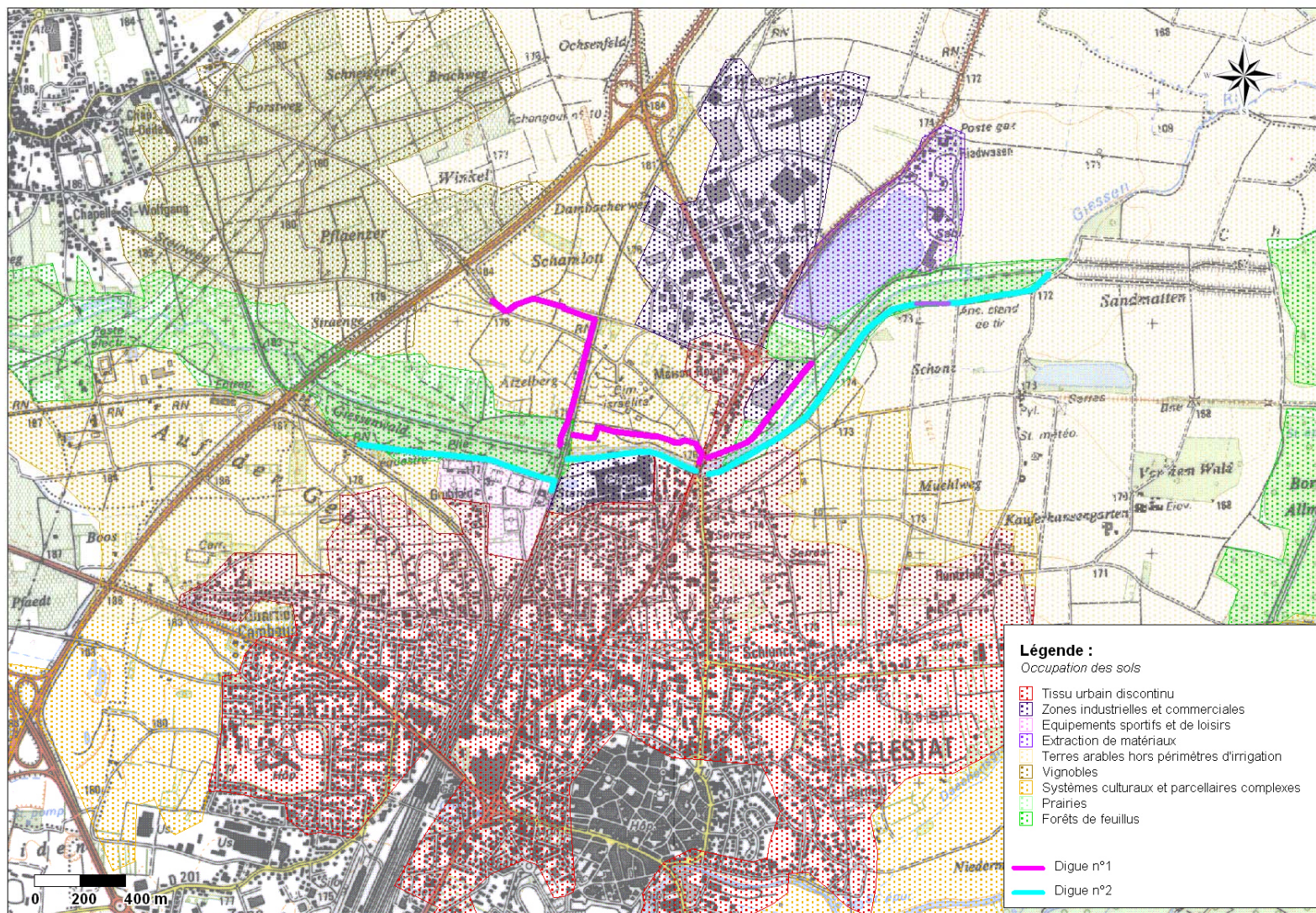


Figure 14 : Occupation des sols sur la commune de Sélestat



3.2.3.1. DIGUE 1

3.2.3.1.1. TRONÇON 1.1

Le lit majeur, en amont du tronçon de digue n°1.1, est occupé par des **cultures annuelles diversifiées** (blé, maïs, betteraves), et quelques vignes et prairies.

On retrouve également en bordure du Giessen, une **zone boisée** composée essentiellement de robiniers, puis herbacée.



**Figure 15 : Photographie du lit majeur en amont du tronçon 1.1**

Le secteur, situé en rive gauche entre le pont de l'autoroute A35 et celui de la voie ferrée, sera également utilisé comme une zone d'expansion des crues et sera munie par un dispositif de vidange (voir paragraphe 3.1.2.1). Deux merlons existants sont situés à environ 30 et 150 m parallèlement au lit mineur du Giessen, le merlon proche sera arasé.

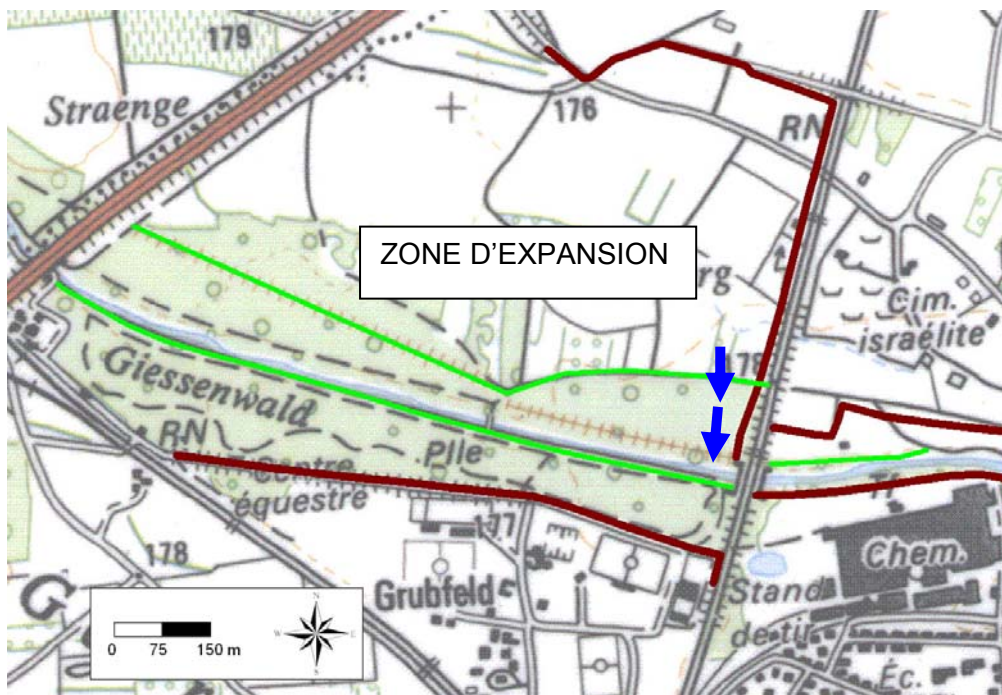


Figure 16 : Merlon et bourelet de berge en rive gauche – principe de vidange

En effet, la seconde rangée de digue existante sera conservée, ce qui permettra d'alimenter cette zone par surverse au moment où la crue sera près de la pointe de l'hydrogramme. La vidange de cette zone d'expansion se fera par ouverture des vannes.

Ces digues sont submersibles en crue centennale. Elles sont fortement végétalisées (arbres et arbustes sur les talus) et irrégulières.



Figure 17 : Photographies des digues actuelles – tronçon 1.1

Aucun bâtiment n'occupe le secteur avant digue.

#### 3.2.3.1.2. TRONÇON 1.2

La digue sera implantée **derrière la digue existante**, qui sera arasée sur 327 m depuis le pont de la RD afin d'améliorer les conditions d'écoulement à l'amont du pont (abaissement de la ligne d'eau). La berge décaissée aura une hauteur minimale d'environ 2 m côté

Giessen de manière à ne pas trop perturber le transport solide du Giessen sur cette portion du lit mineur (voir profils en travers en annexe du dossier Loi sur l'Eau).

La future digue sera située à environ 50 m en moyenne du cours d'eau. Le secteur avant digue correspond à une **zone de cultures de type maïs et une zone boisée** (longeant la digue existante), composée par une robineraie nitrophile à charmes et cerisiers. On y trouve également des faciès de forêt alluviale et à Renouée du Japon.

#### 3.2.3.1.3. TRONÇON 1.3

Le secteur entre le tronçon 1.3 et le Giessen, correspond à un lit moyen de débordements fréquents (annuels à pluriannuels).

Il est composé d'une zone de **cultures de maïs et d'une zone boisée** (robiniers, saules, chênes,...).

#### 3.2.3.2. DIGUE 2

##### 3.2.3.2.1. TRONÇON 2.1

La digue sera construite en arrière du merlon existant qui jouxte le Giessen.

Le secteur avant digue correspond à la **forêt du Giessenwald**, où est implanté un **parcours de santé**.

La présence d'eaux stagnante a été constatée vers l'aval, au pied de la future digue (actuellement digue D sur le plan des digues actuelles).



**Figure 18 : Eaux stagnantes au pied de la digue 2.1**

##### 3.2.3.2.2. TRONÇON 2.2

La digue sera implantée en bordure immédiate du Giessen, en remplacement et prolongement de la digue existante.



3.2.3.2.3. *TRONÇON 2.3*

Le secteur avant digue est constitué par un lit moyen de débordements annuels voire pluriannuels.

On y trouve des **champs de maïs** et des **zones boisées** (robiniers, érables, aulnes et saules).

3.2.4. ZONES PROTEGEES

La carte des zones protégées sur fond d'occupation des sols est présentée au chapitre 10. Les digues permettent de protéger la ville de Sélestat sur une surface totale de 122 ha environ.

3.2.4.1. DIGUE 1

La digue n°1 protège les habitations et autres enjeux en rive gauche du Giessen, entre l'autoroute A35 l'aval de la RD1083, sur une surface d'environ 71 ha.

3.2.4.1.1. *SECTEUR COMPRIS ENTRE L'AUTOROUTE A35 ET LA VOIE FERREE*

En amont de la voie ferrée, la zone de protection s'étend sur une surface d'environ 11 ha. Elle est constituée de **cultures annuelles**, comme on peut le voir sur la photographie ci-dessous. Aucun bâtiment n'est implanté sur ce secteur.



Figure 19 : Vue de la zone de protection de la digue 1 en amont de la voie ferrée

3.2.4.1.2. *SECTEUR COMPRIS ENTRE LA VOIE FERREE ET LA RD1083*

La digue permet de protéger le secteur entre la voie ferrée et la RD1083 sur une superficie d'environ 50 ha.

La **zone de protection proche** est constituée de **systèmes cultureux et parcellaires complexes**, sur les 300 premiers mètres en arrière digue, hormis en aval, au droit du pont de la RD1083.

A environ 120 m de la digue, se trouve le **cimetière israélite, classé à l'inventaire des monuments historiques** le 2 juillet 1992.

Le quartier du Strohsackweg est localisé à environ 250 m du tronçon de digue 1.2. On y trouve essentiellement des habitations (environ une vingtaine).

Enfin, au Nord du chemin du Strohsackweg, la zone de protection englobe la **zone industrielle et commerciale**, et est délimitée par la route d'Epfig (RD1422).

L'occupation des sols sur ce secteur, à partir du tronçon de digue 1.2, est ainsi la suivante :

- De 0 à 100 m derrière la digue : champs agricoles, **3 habitations situées dans les 40 premiers mètres.**



**Figure 20 : Vue des habitations situées en arrière immédiat du tronçon 1.2**

- De 100 à 400 m : cultures, habitations (faible densité), cimetière israélite ;
- De 400 à 1 000 m : cultures, zone industrielle et commerciale, habitations (faible densité).

Ce secteur serait **directement inondé en cas de rupture du tronçon de digue 1.2**. Une rupture sur le tronçon 1.1 provoquerait également son inondation, par surverse sur la voie ferrée (au droit du chemin du Strohsackweg). Enfin, une rupture au droit du tronçon 1.3 engendrerait également son inondation, par passage sur la RD1083.

3.2.4.1.3. *SECTEUR EN AVAL DE LA RD1083*

En rive gauche aval de la RD1083, la zone de protection concerne une **zone industrielle et commerciale**, et un tissu urbain discontinu jouxtant la voie, et couvre une superficie de 9 ha environ.

Outre une dizaine d'habitations et une station service, le secteur inclut un important **centre commercial** d'une superficie d'environ 1.3 ha, jouxtant le lit mineur (environ 30 m en arrière de la digue).

Le secteur serait particulièrement touché en cas de rupture ou surverse sur le tronçon de digue 1.3. Il serait également inondé, en cas de dysfonctionnement des tronçons amont, par débordement sur la RD1083.

3.2.4.2. **DIGUE 2**

La digue n°2 protège les habitations et autres enjeux en rive droite du Giessen, entre l'autoroute A35 l'aval de la RD1083, sur une surface d'environ 50 ha.

3.2.4.2.1. *SECTEUR COMPRIS ENTRE L'AUTOROUTE A35 ET LA VOIE FERREE*

Il s'agit du secteur du Grubfeld, délimité par 2 lignes ferroviaires. La zone de protection sur ce secteur présente une superficie d'environ 20 ha.

Le secteur protégé, en amont de la voie ferrée, se décompose, depuis le tronçon de digue 2.1, comme suit :

- De 0 à 200 m : Centre équestre, équipements sportifs ;
- De 200 à 700 m : tissu urbain discontinu (zone d'habitations de faible densité), équipements sportifs.

Le secteur serait inondé directement en cas d'une rupture du tronçon (ou d'une surverse) de digue 2.1. Un ouvrage sous la voie ferrée permettrait la propagation d'une inondation depuis l'aval (ancienne filature) vers le Grubfeld.

3.2.4.2.2. *SECTEUR COMPRIS ENTRE LA VOIE FERREE ET LA RD1083*

Le tronçon de digue 2.2 permettra de protéger directement le secteur situé entre la voie ferrée et la RD1083, d'une surface de 20 ha environ. Ce secteur pourra également être atteint par une inondation par l'amont (secteur du Grubfeld) via l'ouvrage sous la voie ferrée, et dans une moindre mesure par une inondation du secteur aval via surverse sur la RD.

En l'absence de la digue n°2, la zone inondable pour la crue de référence s'étendrait jusqu'à environ 70 m au sud de la rue du Champ de Mars.

A partir du tronçon de digue 2.2, la zone de protection sur ce secteur se décompose comme suit :

- De 0 à 200 m : une zone industrielle et commerciale (avec notamment l'ancienne filature) en amont, et une zone d'habitations vers l'aval (immeubles) (voir photographie ci-après) ;



**Figure 21 : Photographie de la zone d'habitations à l'arrière du tronçon de digue 2.2**

- De 200 à 450 m : une zone d'habitations (maisons individuelles, immeubles) à densité moyenne, et une école à 270 m environ de la digue.

#### 3.2.4.2.3. *SECTEUR EN AVAL DE LA RD1083*

Ce secteur, d'une surface d'environ 10 ha, serait inondable en cas d'une rupture ou d'une surverse des tronçons de digues en amont de la RD1083, et directement impacté par un dysfonctionnement au niveau du tronçon 2.3.

D'ouest (depuis la RD1083) en est (jusqu'en aval des jardins privés), la zone de protection comprend :

- un linéaire de 300 m environ de tissu urbain discontinu (densité moyenne, notamment 4 immeubles récents) ;
- sur les 250 m suivants, des jardins privés au premier rang et des parcelles agricoles au second rang.

On notera également la présence de la piste cyclable du Schanzenweg en arrière immédiat de la digue.

### 3.2.5. INFRASTRUCTURES

#### 3.2.5.1. DIGUE N°1

Le tronçon 1.1 sera en partie adossé au chemin de fer, perpendiculairement au lit mineur du Giessen. La voie **ferrée sera ainsi directement exposée au risque de rupture de digue.**

La **voie ferrée** en rive gauche serait **submersible pour une crue centennale** à partir d'une distance d'environ **350 m** au lit mineur.

Le tronçon de digue 1.1 amont, parallèle au Giessen, correspondra à une rehausse du chemin rural dit du Steinweg. Une rupture de la digue sur ce tronçon engendrerait une coupure d'une des liaisons entre Sélestat et Scherwiller.

La zone de protection de la digue n°1 inclut également la route départementale 1083 (route de Strasbourg), particulièrement vulnérable (et submersible) en cas de rupture sur le tronçon 1.2 aval.

Enfin, la zone de protection englobe un réseau de chemins ruraux situés entre la voie ferrée et la RD1083, dont le Strohsachweg et le Paradiesweg.

La RD1422 délimite la zone protégée au Nord.

#### 3.2.5.2. DIGUE N°2

En rive droite du Giessen, la **voie ferrée** serait également vulnérable à un dysfonctionnement de la digue (tronçons 2.1 et 2.2). Elle n'est cependant **pas submersible lors d'une crue centennale**, mais un ouvrage de franchissement permet aux eaux débordantes de rejoindre le site de l'ancienne filature à l'est.

Le secteur du Grubfeld est également desservi par un réseau de chemins ruraux (rue des sapins, chemin Grubweg, rue des chênes), inondables en cas de dysfonctionnement au niveau des tronçons 2.1 et 2.2.

La **RD1083** serait également **submersible pour la crue centennale jusqu'à environ 320 m** en lit majeur du Giessen.

Le réseau routier desservant la zone d'habitation au sud de l'ancienne filature, serait également vulnérable, jusqu'au niveau de la rue du Champ de Mars (rue de la filature, boulevard Paul Cuny, ...).

Plus en aval, les infrastructures englobées dans la zone de protection sont des chemins ruraux (dont la piste cyclable du Schanzenweg). La rue du Grand Muehlweg délimite la zone protégée au sud, mais serait submersible en l'absence de digue à l'extrémité est du secteur d'étude.

#### 3.2.6. ESTIMATION DE LA POPULATION RESIDANT DANS LES ZONES PROTEGEES

Le dénombrement des personnes exposées a été réalisé par la Communauté de Communes de Sélestat.

Les estimations tiennent uniquement compte des habitants résidant dans le secteur. Les activités ont également été recensées.

Le recensement est présenté par localisation selon les voies de communication, en annexe 2.

Ce décompte nous a permis de croiser densité de population et type d'occupation des sols afin de hiérarchiser les enjeux (nombre de personnes, biens, ...). La carte 5 donne un aperçu des enjeux sur les bords du Giessen.



#### 3.2.6.1. DIGUE 1

En arrière de la digue n°1, se trouvent des habitations, des commerces et une zone industrielle ainsi qu'une zone principalement concernée par l'agriculture. On distingue ainsi deux secteurs à forte densité de population (supérieure à 500 habitants par km<sup>2</sup>), une zone à faible densité (inférieure à 20 habitants au km<sup>2</sup>) et une zone non habitée.

On retiendra que les enjeux principaux sont situés le long de la route de Strasbourg et vers la route d'Epfig environ 300 m en arrière de la digue 1.2 (zone d'activité), ainsi que quelques **habitations** situées dans les 40 premiers mètres, et surtout le **centre commercial** situé environ 30 m derrière le tronçon de digue 1.3.

**La zone protégée par la digue n°1 compte 217 habitants.**

#### 3.2.6.2. DIGUE 2

La digue n°2 protège une zone à forte densité de population, entre la voie ferrée et la RD1083, avec notamment de nombreux immeubles.

En amont de la voie ferrée, la zone en arrière immédiat de la digue ne compte aucun habitant sur environ 170 m, mais est susceptible d'accueillir des personnes dans les complexes sportifs (centre équestre, terrains de sport). Un tissu urbain discontinu regroupe 35 habitants, pour une densité moyenne supérieure à 500 hab/km<sup>2</sup>.

En aval de la voie ferrée, une zone à forte densité s'étend sur environ 300 m le long du Giessen en rive droite. On y trouve notamment des constructions récentes (immeubles) et des habitations en cours de réalisation.

Parmi les principaux enjeux, on notera la présence d'une **école primaire**, environ 270 m en arrière du tronçon de digue 2.2. Cet établissement est **susceptible de recevoir 250 personnes (élèves et personnels)**.

**La zone protégée par la digue n°2 compte 1128 personnes, sans compter les élèves et personnels de l'école (250 personnes).**



## 4. PRESENTATION DE LA POLITIQUE DE PREVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS ET DU SYSTEME DE GESTION DE LA SECURITE (SGS)

---



La Communauté de Communes de Sélestat, **propriétaires des digues**, sera responsable de son ouvrage et des éventuels dommages pouvant être engendrés par une défaillance de ces ouvrages. De plus, **le maire** est également responsable de la sûreté et de la sécurité publique au titre de ses pouvoirs de police générale.

Dans ce contexte, la Communauté de Communes de Sélestat se dotera d'une **politique de prévention des accidents majeurs** ainsi que d'un **système de gestion de la sécurité** en cas de crue.

#### 4.1. POLITIQUE DE PREVENTION DES ACCIDENTS MAJEURS

La politique de prévention des accidents majeurs est définie par le responsable de l'ouvrage et sera cohérente avec les accidents envisagés dans l'étude de dangers.

La politique de prévention des accidents majeurs de la Communauté de Commune de Sélestat se basera sur la surveillance et l'entretien des ouvrages, en période normale et en crue, et la réalisation des travaux nécessaires à la sûreté des ouvrages.

Elle s'organisera autour des composantes suivantes :

- Mise en place d'une équipe de surveillance et d'entretien,
- Réalisation de visites de terrain régulières et examen visuel des ouvrages :
  - Au moins une fois tous les deux ans pour la digue n°1 (classe C),
  - Au moins une fois par an pour la digue n°2 (classe B) ;
- Création d'un dossier de surveillance, lequel sera mis à jour et transmis au préfet au moins une fois tous les cinq ans,
- Planification des interventions nécessaires,
- Signalisation d'un danger de défaillance.

Enfin, concernant les ouvrages de classe B (digue n°2), le responsable des ouvrages effectuera une **revue de sûreté 5 ans après la mise en service** des ouvrages, comme prévu à l'article R.214-142 du Code de l'Environnement. Cette revue sera renouvelée tous les 10 ans.

#### 4.2. SYSTEME DE GESTION DE LA SECURITE (SGS)

Le système de gestion de la sécurité décrira l'ensemble des moyens mis en œuvre par le responsable de l'ouvrage pour répondre aux objectifs définis dans la politique de prévention des accidents majeurs.

Le SGS s'appuiera sur le Protocole d'intervention mis en place par la Communauté de Communes de Sélestat. Sous réserve de validation du projet de protection de la ville de Sélestat, le responsable des ouvrages mettra à jour et complètera ce document à partir des conclusions de la présente étude de dangers.

Le Maître d'Ouvrage ouvrira, dès le début de la construction des digues, un dossier de l'ouvrage, comprenant notamment les documents relatifs à la surveillance et à l'exploitation qui préciseront :

- La constitution des équipes de surveillance (agents municipaux) ;
- L'organisation de l'exploitation et de la surveillance des ouvrages hors crue ;
- Le contenu des visites techniques approfondies ;
- Les rapports transmis périodiquement au préfet.

Le contenu des consignes écrites des digues du Giessen est précisé en annexe 3.

Le Protocole d'intervention en cas de crue du Giessen est présenté en annexe 4. Il présente les consignes de crues : les actions, en termes de surveillance et d'intervention, à conduire par la Ville de Sélestat en cas de crue du Giessen, et concerne les digues existantes.



## 5. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

---



Ce chapitre vise à recenser et à présenter l'ensemble des potentiels de dangers considérés dans la suite de l'étude.

## 5.1. IDENTIFICATION DES POTENTIELS DE DANGERS

**Compte-tenu de la nature des ouvrages projetés (de type digues en terre), les potentiels de dangers à considérer correspondent à la libération accidentelle d'eau en lit majeur du cours d'eau.**

Les potentiels de dangers sont, d'une façon générale, propres à l'ouvrage étudié. Ils sont également liés à la quantité d'eau que l'ouvrage peut libérer.

C'est pourquoi nous nous intéressons ici aux facteurs de sensibilité intrinsèques à la digue et aux mécanismes de ruptures susceptibles de se produire. L'objectif étant de définir l'intensité et la cinétique de l'onde de rupture de la digue en fonction des mécanismes de ruptures plausibles pour les digues du Giessen.

Les facteurs de sensibilité d'une digue vis-à-vis du risque de rupture sont de plusieurs ordres :

- L'importance de la crue
- Le profil en long de la crête
- La vitesse moyenne de l'eau le long du talus
- Les perturbations hydrauliques locales
- La nature et l'état de protection du talus de la digue côté rivière
- La présence de zones de circulations préférentielles dans le corps de la digue en remblais
- La piézométrie
- Les caractéristiques géotechniques (dont nature des matériaux constitutifs)

Les modes de rupture et accidents dépendent étroitement de la sensibilité de la digue aux désordres potentiels affectant un ou plusieurs paramètres, comme décrit dans le tableau ci-dessous :

<b>Accident potentiel</b>	<b>Facteurs de sensibilité associés</b>
Surverse sans rupture	Importance de la crue Profil en long de la crête
Rupture par surverse	Importance de la crue Profil en long de la crête Caractéristiques géotechniques et nature du revêtement côté plaine

Rupture par érosion externe	Morphologie de la rivière Durée et importance de la crue Vitesse moyenne de l'eau le long du talus Perturbations hydrauliques locales Piézométrie
Rupture par érosion interne	Importance de la crue Caractéristiques géotechniques (dont nature des matériaux constitutifs) Présence de zones de circulations préférentielles dans le corps de la digue Présence d'ouvrage traversant

TABLEAU 3 : SENSIBILITE DE LA DIGUE ET MECANISMES DE RUPTURE

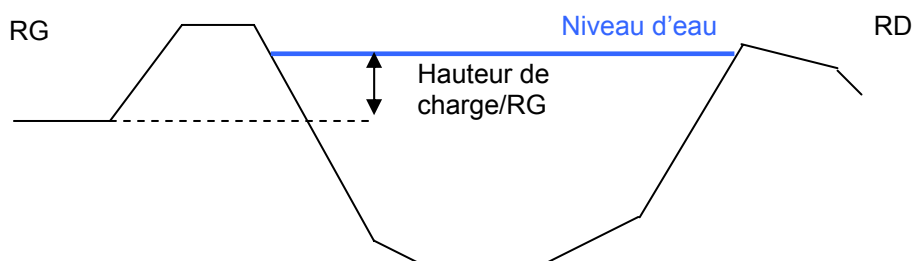
Les mécanismes de rupture sont décrits au chapitre 8.2.2 : Modes de rupture ou de circonstances pouvant être pris en compte pour l'identification des scénarios de défaillance.

Dans la suite sont décrits les facteurs de sensibilité des digues vis-à-vis des désordres potentiels pouvant survenir sur les digues.

### 5.1.1. FACTEURS FAVORISANT LA SURVERSE SIMPLE ET LA RUPTURE PAR SURVERSE

#### 5.1.1.1. L'IMPORTANCE DE LA CRUE

La hauteur de charge par rapport à la rive, qui dépend du niveau du terrain naturel et surtout du niveau d'eau (voir croquis ci-dessous), est un paramètre fondamental dans l'appréciation de l'aléa d'inondation par rupture de digue.



La hauteur de charge est, suivant les cas, l'évènement déclencheur du phénomène de rupture (surverse) ou le facteur aggravant (érosion interne, érosion externe, etc.).

Dans le cas d'une crue centennale, les hauteurs de charge pour les digues de Sélestat sont comprises entre :

- 0,20 et 2,56 m pour la digue n°1 ;
- 0,20 et 2,63 m pour la digue n°2.

Le détail des hauteurs de digue et de charge (moyennes et maximales par tronçon) pour une crue centennale, est présenté dans le tableau ci-dessous :

	Hauteur de digue (m)		Charge sur la digue (m) pour Q100	
	hauteur max	hauteur moyenne	charge max	Charge moyenne
tronçon 1.1	3.03	1.56	2.51	1.04
tronçon 1.2	2.82	2.41	2.32	1.91
tronçon 1.3	1.96	1.28	1.46	0.78
tronçon 2.1	2.72	1.77	2.22	1.27
tronçon 2.2	3.13	1.59	2.63	1.09
tronçon 2.3	2.15	1.83	1.65	1.33

TABLEAU 4 : HAUTEURS DE DIGUE ET CHARGE PAR TRONÇON

**On constate que les tronçons les plus sollicités sont :**

- **En moyenne, les tronçons 1.2 et 2.3 ;**
- **Ponctuellement (charges maximales) :**
  - **le tronçon 1.1 : le long de la voie ferrée au plus proche du lit mineur avec une charge supérieure à 2 m sur environ 290 ml pour une crue centennale)**
  - **et le tronçon 2.2 : charge supérieure à 2 m, pour une crue centennale, sur environ 100 ml en aval de la voie ferrée.**

#### 5.1.1.2. LE PROFIL EN LONG DE LA CRETE

Le profil en long de la crête des digues sera uniforme, ce qui permettra de limiter les concentrations locales des débits de surverse.

#### 5.1.1.3. LES CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES (DONT NATURE DES MATERIAUX CONSTITUTIFS)

Le caractère localement plus ou moins sableux des matériaux constitutifs des remblais et l'hétérogénéité dans la compacité sont des facteurs qui aggravent la sensibilité d'une digue à la rupture par surverse. De même, les hétérogénéités du remblai, les poches de matériaux sableux sont des facteurs facilitant les écoulements internes.

La structure et la constitution des digues projetées seront de nature à limiter la sensibilité des digues à la rupture par surverse.



## 5.1.2. FACTEURS FAVORISANT LA RUPTURE PAR EROSION EXTERNE

Outre l'importance de la crue, les facteurs favorisant la rupture par érosion externe sont les suivants :

### 5.1.2.1. LA VITESSE MOYENNE DE L'EAU LE LONG DU TALUS

La vitesse moyenne au niveau d'une digue est liée à la distance de celle-ci par rapport au lit vif du Giessen.

Seuls les tronçons 2.2 et 2.3, voire 1.3, sont à proximité immédiate du lit vif du Giessen. Les vitesses maximales atteintes en pied de talus, pour une crue d'occurrence centennale, seraient de 2,4 m/s pour le tronçon 2.2 (200 m en amont de la RD) et inférieures à 1,5 m/s en aval de la RD1083 (rapport d'Est Ingénierie, 2005).

Concernant les autres tronçons de digue, en retrait du lit mineur, les vitesses maximales atteintes pour une crue centennale seraient inférieures 0,3.

**Le tronçon 2.2, et dans une moindre mesure les tronçons 1.3 et 2.3, seront donc les plus exposés au risque d'érosions externes et d'affouillements (côté Giessen).**

### 5.1.2.2. LES PERTURBATIONS HYDRAULIQUES LOCALES

Les perturbations hydrauliques locales peuvent entraîner des courants et tourbillons avec des vitesses locales plus élevées que la vitesse moyenne du tronçon. Les digues actuelles, notamment en rive droite aval de la RD1083, sont le siège d'une végétation importante constituée d'arbres, arbustes et de discontinuités de pentes du talus (ravinement, glissements, dépôts, bancs alluviaux, etc.) qui sont autant de facteurs favorisant les érosions externes et les affouillements.

Dans l'état projeté, la digue disposera d'un profil régulier et de talus enherbés et entretenus au moins une fois par an.

## 5.1.3. FACTEURS FAVORISANT LA RUPTURE PAR EROSION INTERNE

La présence de zones de circulations préférentielles dans le corps de la digue est le facteur prépondérant dans le mécanisme de rupture par érosion interne de la digue. Les facteurs décrits précédemment (l'importance de la crue et les caractéristiques géotechniques) doivent être pris ici comme facteurs aggravants.

En présence de zones préférentielles d'écoulement à l'intérieur de la digue, il peut se créer un gradient hydraulique critique qui provoque l'érosion interne des sols (formation de renards), selon la charge hydraulique et la nature des matériaux du corps de digue. Pour les digues actuelles, différents facteurs pouvant être à l'origine d'une circulation préférentielle ont été identifiés :

- la présence de nombreux arbres amène à s'interroger sur la présence possible de systèmes racinaires d'arbres morts
- la présence de quelques Mammifères exploitant les berges (talus) du Giessen, tels que le blaireau ou le campagnol terrestre (cf. fascicule 3 - Etude d'impact du projet d'endiguement), montre que les digues représentent également un terrain propice à la vie d'animaux fouisseurs.

La rupture peut avoir lieu lorsque la piézométrie est élevée dans la digue. Souvent, cette piézométrie est liée à l'absence de drainage et à la présence de couches hétérogènes.

Dans le cas des digues de Sélestat, les moyens mis en œuvre lors de la construction des ouvrages devront permettre d'éviter la genèse d'un gradient hydraulique préjudiciable à la stabilité des talus aval.

Dans l'état projeté, les talus des ouvrages seront entretenus et protégés contre les fouisseurs.

## 5.2. CARACTERISATION DES POTENTIELS DE DANGERS

### 5.2.1. LOCALISATIONS PREFERENTIELLES DES RUPTURES

Il n'existe pas de risque de rupture nul : ce risque concerne donc tout le linéaire des digues du Giessen. Néanmoins, les digues projetées, qui seront réalisées dans les règles de l'art et conformément aux prescriptions de mise en œuvre (notamment géotechniques) sur l'ensemble du linéaire, n'ont a priori pas lieu de se rompre : contrairement à un ouvrage existant et ancien par exemple, ces ouvrages seront homogènes et ne présenteront donc pas de zones de faiblesse pré-identifiées. De ce fait et à ce stade, la localisation d'un éventuel phénomène de rupture peut être considérée comme aléatoire sur l'ensemble du linéaire.

Cependant, on remarquera que **les potentiels de dangers sont plus nombreux dans la partie médiane du périmètre d'étude, entre la voie ferrée et la RD1083**, voire en aval du pont de la RD (proximité au Giessen, perturbations hydrauliques locales dues au pont en aval, ...), là où la vulnérabilité du val (ou arrière digue) est la plus forte (école, lotissements,...). Il s'agirait essentiellement d'un **risque de rupture par érosion externe**.

On notera tout de même que les risques de rupture par érosion interne seront moins forts, s'agissant de digues neuves régulièrement entretenues.

### 5.2.2. LARGEUR DE BRECHE

Pour déterminer l'aléa suite à une rupture de digue, quel que soit le mode, **la taille de la brèche est le paramètre dont l'influence est la plus importante**, tandis que la forme (rectangulaire, trapézoïdale...) de la brèche est jugée d'importance très minoritaire. Cependant, il arrive souvent que se crée un surcreusement au droit de la brèche qui peut atteindre plusieurs mètres et qui influe significativement sur le régime d'écoulement et donc, sur le débit libéré.

La littérature indique que statistiquement, la longueur des brèches est le plus souvent de l'ordre de 3 à 4 fois la hauteur d'eau en amont de la brèche. Le Cemagref précise que cet ordre peut être bien supérieur.

La largeur de brèche d'un endiguement en terre est difficilement prévisible : on observe qu'elle peut atteindre 100 à 200 mètres sur certains cours d'eau, lors de longues crues, et se réduire à quelques mètres dans d'autres cas (observations des ruptures dans le Sud-Est entre 1994 et 2003). L'expérience montre en effet que la majeure partie des brèches observées seraient de l'ordre de 20 m pour les ouvrages de 1 à 2 m de hauteur.

**D'après le retour d'expérience de formation de brèches en crue sur ce type d'endiguements, nous retiendrons, dans le cas des digues du Giessen, un ordre de grandeur de 30 m.**

### 5.2.3. CINETIQUE DU MECANISME

Les paramètres agissant sur la durée de formation d'une brèche sont aujourd'hui mal connus. Cette durée est liée à de nombreux paramètres (durée de la crue, vitesse de montée des eaux, moment de la crue où la brèche commence à se former, etc.).

Pour des murs en béton, la cinétique de rupture serait très rapide, voire quasi-instantanée. Pour des digues en terre, plusieurs ordres de grandeurs fournissent une durée d'ouverture de la brèche variant de ½ heure à 3 heures environ mais l'incertitude sur la durée de la formation de la brèche est souvent largement supérieure à ± 50%. Une analyse statistique a été menée aux Etats Unis sur la base de l'observation de 43 brèches dans des digues fusibles (analyse de FROELICH) aboutissant à des vitesses de rupture longitudinale de 1 à 2 m par minute. Les ruptures de digues classiques sont supposées être plus lentes que celles des digues fusibles.

La logique veut que plus la distance entre la brèche et la zone à enjeux considérée est importante, moins ce paramètre est important. **Or, particulièrement dans le cas des tronçons de digue 1.3, 2.2 et 2.3 (zones à enjeux forts à très forts), certains enjeux sont proches voire très proches :**

- Zone à enjeux très forts : quartiers d'habitations à 40 m (tronçons 2.2 et 2.3), école à 270 m environ (tronçon 2.2) ;
- Zone à enjeux forts : centre commercial à 30 m (tronçon 1.3), quartier d'habitations à environ 200 m (tronçon 2.1) ;
- Zone à enjeux moyens : équipements sportifs à 50 m (tronçon 2.1) ;
- Zone à enjeux faibles : 3 habitations dans les 40 premiers mètres (tronçon 1.2).

Pour être sécuritaires vis-à-vis des risques encourus, nous considérerons une ouverture de brèche instantanée.



## 6. CARACTERISATION DES ALEAS NATURELS

---



Cette rubrique traite des aléas naturels auxquels seront potentiellement soumises les digues du Giessen à Sélestat.

Ces aléas naturels se doivent d'être examinés de même que les éventuels dysfonctionnements qu'ils peuvent engendrer, même si ceux-ci s'avèrent très peu probables au regard de la période de retour adoptée en termes d'hypothèses de dimensionnement des ouvrages et de leur future réalisation dans les « règles de l'art »

De part sa situation, la commune de Sélestat est soumise à différents risques naturels :

- **Risque d'inondation** : la commune est soumise au risque inondation, d'une part, par le Giessen au Nord, et d'autre part, par l'Ill au Sud ;
- **Risque sismique** : Sélestat est identifiée comme soumise au risque de séisme au même titre que pratiquement l'ensemble de la plaine d'Alsace.

En outre, les digues projetées seront soumises à l'aléa **érosion**, qui sera également caractérisé.

## 6.1. LES CRUES

Un Plan de Prévention des Risques inondation (PPRi) est actuellement en cours d'élaboration sur la commune de Sélestat. Celle-ci est, en effet, soumise à l'aléa « crue débordante », en particulier par le Giessen.

Nous nous appuyerons, dans ce chapitre, sur les études réalisées par Est Ingénierie entre 2005 et 2007.

### 6.1.1. CONTEXTE HYDROLOGIQUE

#### 6.1.1.1. STATION HYDROMETRIQUE

La DIREN Lorraine dispose d'une station de mesures sur le Giessen à Sélestat. La station limnimétrique utilisée dans le cadre de l'analyse statistique est donc la suivante :

STATION LIMNIMETRIQUE				
Station	Code station	Altitude (m)	Superficie du bassin versant (km <sup>2</sup> )	Nb d'années de mesure
Giessen à Sélestat	A2352020	172	260	42

TABLEAU 5 : STATION LIMNIMETRIQUE UTILISEE POUR L'ANALYSE STATISTIQUE DES DEBITS

La station est localisée sur le Giessen en aval du pont de la RD1083.

6.1.1.2. AJUSTEMENT STATISTIQUE DES DEBITS

Est Ingénierie a réalisé en 2005 une analyse statistique par ajustement d'une loi de Gumbel. L'analyse est menée sur les débits max annuels du Giessen. Les débits fréquentiels estimés par le bureau d'études sont les suivants :

DEBITS CARACTERISTIQUES du Giessen à Sélestat (m <sup>3</sup> /s)				
Période de retour	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Débit (m <sup>3</sup> /s)	104	123	149	168

TABLEAU 6 : DEBITS CARACTERISTIQUES DU GIESSEN A SELESTAT (SOURCE : EST INGENIERIE, 2005)

L'analyse d'Est Ingénierie étant basée sur 36 valeurs et 38 années avant 2004, nous avons mené un nouvel ajustement prenant en compte les dernières valeurs mesurées de 2005 à 2007.

L'ajustement, présenté sur la figure en page suivante, montre un alignement correct des valeurs de débit.

Nous obtenons les débits caractéristiques suivants :

DEBITS CARACTERISTIQUES du Giessen à Sélestat (m <sup>3</sup> /s)				
Période de retour	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Débit (m <sup>3</sup> /s)	100	119	143	161
[intervalle de confiance à 70%]*	[88 ; 112]	[103 ; 134]	[123 ; 163]	[138 ; 184]

\*intervalle de tolérance correspondant à +/-70% de la valeur moyenne

TABLEAU 7 : NOUVELLE ESTIMATION DES DEBITS CARACTERISTIQUES DU GIESSEN A SELESTAT

Les débits actualisés sont légèrement plus faibles que ceux estimés en 2005, mais néanmoins du même ordre de grandeur (différence de 4% au maximum).

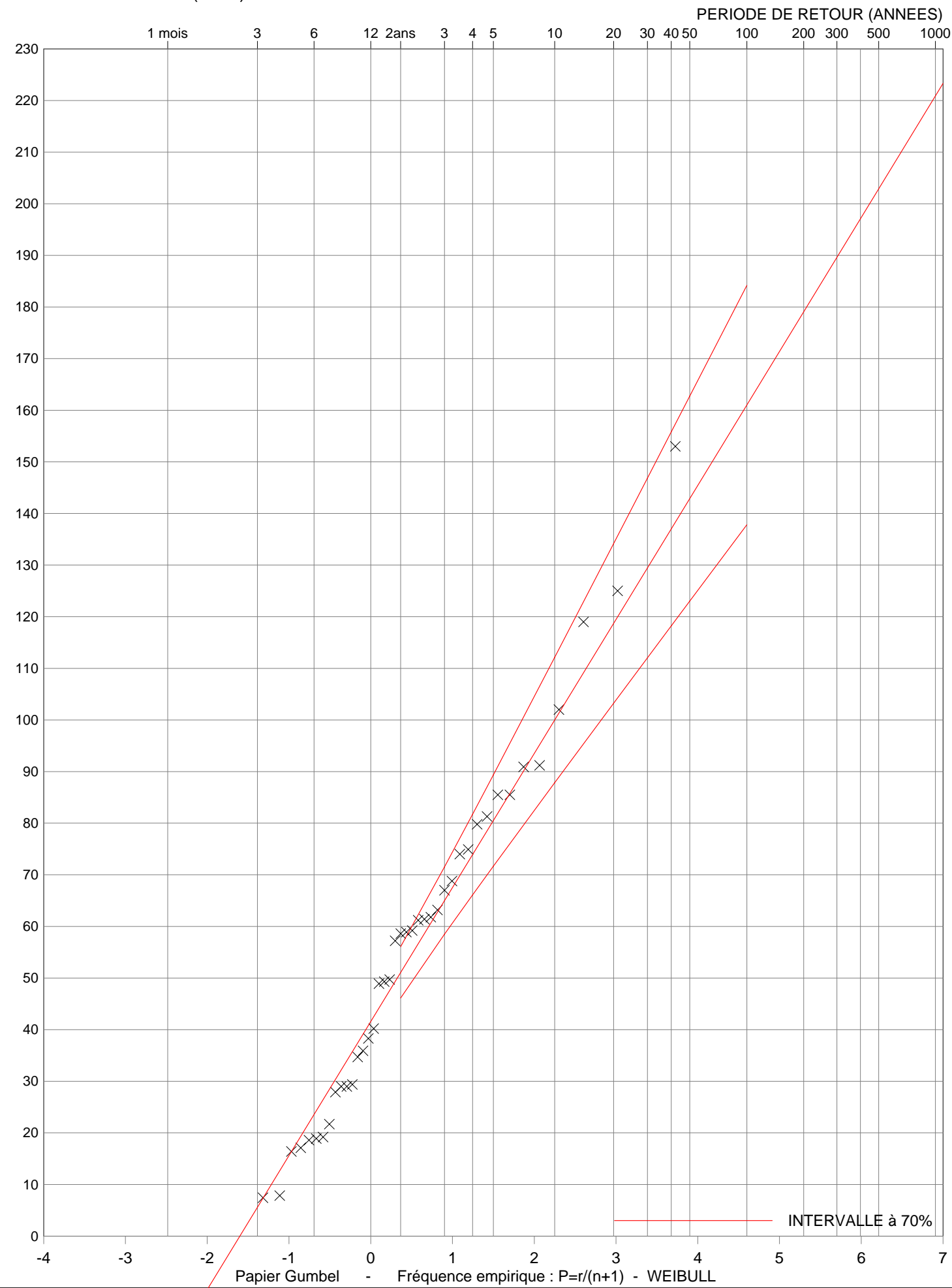
**Les débits retenus par Est Ingénierie et la Communauté de Communes de Sélestat pour la modélisation hydraulique du Giessen, apparaissent donc cohérents et plutôt sécuritaires par rapport à la dernière analyse statistique. Nous retiendrons ces mêmes valeurs dans la suite de l'étude.**

SOGREAH 21-07-2009 / 15:04

# Le Giessen à Sélestat [Alt.=172.000] [260.00 km<sup>2</sup>]

Traitement de 41 valeurs sur 41 années

Débit max instantané (m<sup>3</sup>/s)





### 6.1.1.3. DEBITS DE CRUE EXCEPTIONNELS

L'estimation de l'ordre de grandeur des débits exceptionnels a été réalisée de façon approchée en prolongeant la droite d'ajustement de Gumbel centrée sur les débits caractéristiques de crue du Giessen à Sélestat, jusqu'à l'occurrence millénaire.

Cette analyse statistique a ainsi abouti aux ordres de grandeur des débits exceptionnels suivants :

DEBITS EXCEPTIONNELS du Giessen à Sélestat (m <sup>3</sup> /s)			
Période de retour	200 ans	500 ans	1 000 ans
Débit (m <sup>3</sup> /s)	179	203	221
[intervalle de confiance à 70%]	[154 ; 204]	[174 ; 231]	[189 ; 252]

TABLEAU 8 : ESTIMATION DES DEBITS EXCEPTIONNELS DU GIESSEN A SELESTAT

Compte-tenu de l'incertitude existante sur les valeurs de débit relatives à de telles occurrences (stations hydrométriques fournissant une chronique de mesures sur une quarantaine d'années uniquement et qu'il est donc délicat d'extrapoler au-delà d'une certaine période de retour), ces valeurs sont accompagnées d'un intervalle de tolérance (+/- 70% de la valeur moyenne retenue) et l'on peut donc caractériser les débits recherchés de la façon suivante :

- $174 < Q_{500} < 231 \text{ m}^3/\text{s}$  ;
- $189 < Q_{1\,000} < 252 \text{ m}^3/\text{s}$ .

L'objectif de l'analyse hydrologique n'est pas ici de réduire l'intervalle d'incertitude des valeurs de débit mais uniquement d'estimer un ordre de grandeur de débit réaliste et représentatif d'une crue exceptionnelle sur le bassin versant, engendrant la submersion des endiguements projetés.

### 6.1.1.4. HYDROGRAMMES DE CRUES

Quatre crues historiques ont été identifiées sur le Giessen à la station de Sélestat. Les caractéristiques principales de ces crues ont été déterminées à partir de leur hydrogramme et ont été rassemblés dans le tableau suivant :

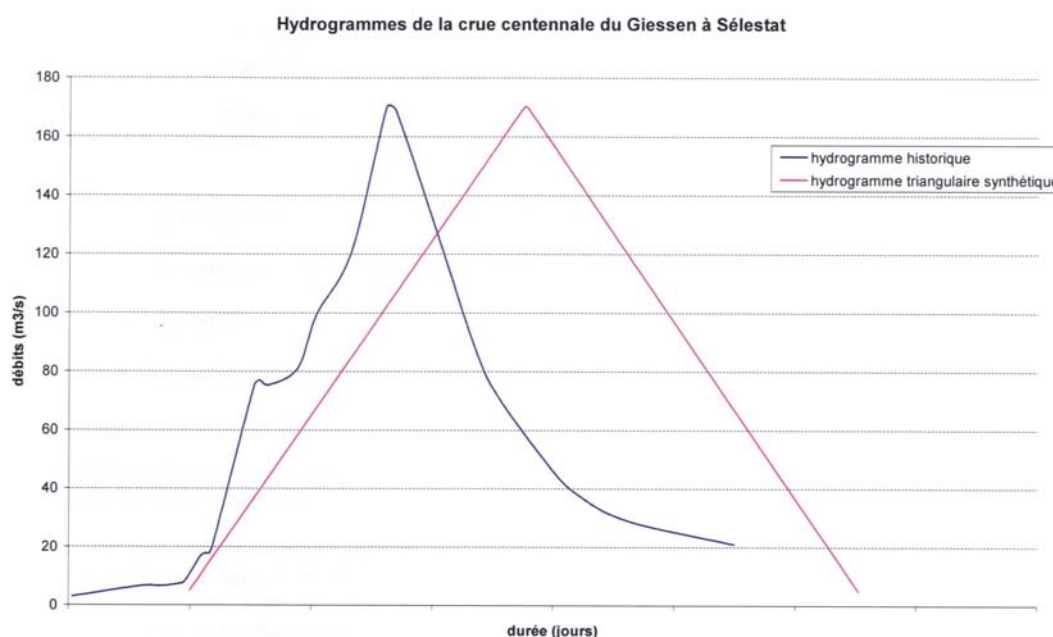
Date de la crue	Débit de pointe (m <sup>3</sup> /s)	Période de retour estimée	Montée de la crue (m <sup>3</sup> /s/h)	Vitesse de la décrue (m <sup>3</sup> /s/heure)
Mai 1983	119	20 ans	2.5	2
Février 1990	153	50 ans	3.9	4.2
Décembre 1991	102	10 ans	7	2
Décembre 2001	125	20 ans	8.1	6.3

TABLEAU 9 : CRUES HISTORIQUES SUR LE GIESSEN ENREGISTREES A LA STATION DE SELESTAT AMONT (SOURCE EST INGENIERIE, 2005-2006)

Les vitesses de montée, entre 2.5 et 8.1 m<sup>3</sup>/s/heure, et de descente, entre 2 et 6.3 m<sup>3</sup>/s/heure, des crues sont élevées. Les crues sont relativement rapides en hiver, résultat d'un ruissellement important sur un sol gelé.

Deux types d'hydrogrammes projet ont été réalisés dans le cadre des études hydrauliques (Est ingénierie, déc. 2006) et sont présentées sur le graphique page suivante :

- Hydrogramme de type triangulaire synthétique basé sur les caractéristiques de la crue la plus pénalisante (volume le plus important pour une crue longue, type, crue 1983) : vitesse de montée de 2.5 m<sup>3</sup>/s/heure et vitesse de décrue de 2.0m<sup>3</sup>/s/heure ;
- Hydrogramme correspondant à la crue historique de février 1990 : vitesse de montée de 3.9 m<sup>3</sup>/s/heure et vitesse de décrue de 4.2 m<sup>3</sup>/s/heure.



**Figure 23 : Hydrogrammes de la crue centennale du Giessen (source : Est Ingénierie, 2006)**

La durée de crue est d'environ 3 jours dans le cas d'une crue historique et d'environ 5,5 jours pour une crue triangulaire synthétique, cette dernière générant un volume d'épandage plus important.

### 6.1.2. RISQUE INONDATION

Est Ingénierie a réalisé un modèle mathématique des écoulements du Giessen en 2005. Ce modèle a permis d'évaluer les contours de la zone inondable ainsi que de dimensionner les ouvrages de protection à mettre en œuvre sur la commune de Sélestat.

Pour se placer dans la situation la plus contraignante et donc la plus sécuritaire vis-à-vis du risque inondation, la Communauté de Communes de Sélestat a retenu les résultats des simulations avec hydrogramme synthétique : en effet, la crue étant déjà centennale en débit de pointe, lui adjoindre un volume certainement centennal (crue de mai 1983 exceptionnelle de par son volume) reviendrait à considérer une crue plus que centennale.

Les éléments développés dans ce chapitre sont donc majoritairement basés sur l'étude d'Est Ingénierie, dont l'approche hydraulique peut être qualifiée, dans son ensemble, de cohérente et sécuritaire.

#### 6.1.2.1. SITUATION ACTUELLE

La commune de Sélestat est soumise au risque d'inondation. Depuis 1982, on recense 9 arrêtés de catastrophe naturelle concernant des inondations ou coulées de boues.

La commune est située dans le périmètre d'un Plan de Prévention des Risques Inondation de l'III approuvé en date du 14 septembre 1983.

La crue du 15 février 1990 a été la plus forte crue observée sur le Giessen. La cartographie des zones inondées en 1990 réalisée par la DDAF est présentée en annexe 1. Cette crue a servi de référence pour le calage du modèle hydraulique réalisé dans le cadre des propositions d'aménagements hydrauliques pour la protection de la ville de Sélestat (Est Ingénierie – 2005). Le bureau d'études a ainsi pu définir les contours de la zone inondable par la crue de 1990 puis par une crue centennale sur le Giessen. Les représentations cartographiques des cotes inondation, débits et vitesses, réalisées par Est Ingénierie, sont présentées sur les cartes (n°5) au chapitre 10 pour la crue de référence.

#### 6.1.2.2. SITUATION PROJETEE

Les digues projetées permettront de limiter la surface de zone inondable au droit des secteurs à enjeux de la commune de Sélestat.

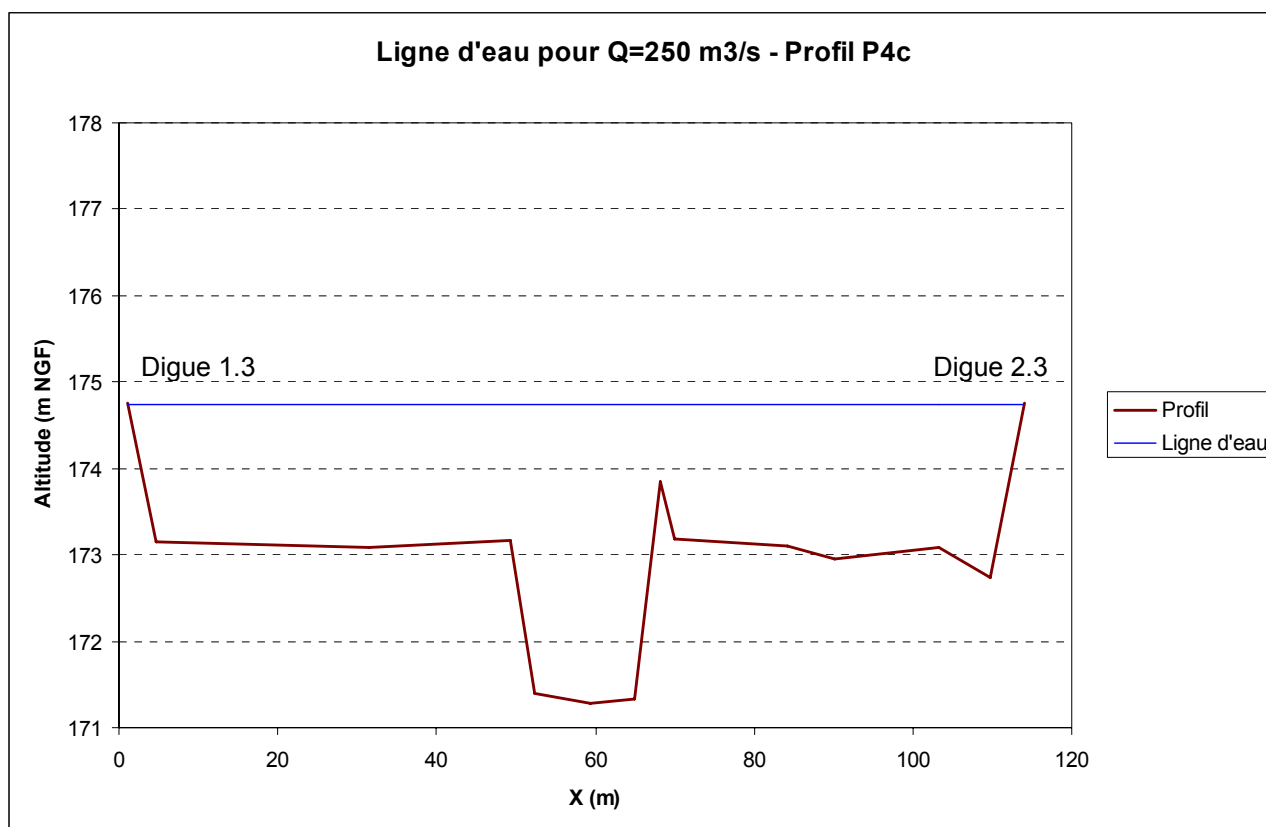
**Les digues sont conçues pour contenir les débordements du Giessen jusqu'à concurrence d'une crue centennale** (crue de dimensionnement des ouvrages), correspondant à un débit de **170 m<sup>3</sup>/s**.

Les cartes (n°6) au chapitre 10 présentent les résultats des simulations hydrauliques menées par Est Ingénierie à l'état projet pour une crue centennale, en termes de niveaux de crue, de vitesses, de débits, ainsi que d'enveloppe inondable.

Une revanche sécuritaire d'environ 50 cm sera imposée. Les digues devraient donc pouvoir, à priori, contenir des phénomènes hydrologiques de période de retour supérieure à 100ans, offrant des débits supérieurs à 170 m<sup>3</sup>/s. Est Ingénierie n'a pas caractérisé le débit de surverse sur les digues du Giessen lors des différentes études hydrauliques.

En se basant sur les résultats d'Est Ingénierie, nous avons mis en œuvre des calculs de ligne d'eau simplifiés, afin d'estimer le débit pour lequel se produisent les premiers débordements sur la digue. Les calculs ont été menés sur le secteur aval, pour des raisons de simplification (pas d'influence aval d'ouvrage, ...), ainsi que pour le secteur médian. Pour ce dernier, les résultats sont à prendre en ordre de grandeur car l'influence de l'ouvrage (pont de la RD) n'a pas pu être prise en compte autrement que par l'ajustement des coefficients de rugosité des lits mineur et majeur (Strickler).

Les calculs de ligne d'eau aboutissent à un **débit limite de l'ordre de 250 m<sup>3</sup>/s**, dans le secteur aval et dans le secteur médian. Ce débit correspond à la borne haute de l'intervalle de confiance à 70% de l'estimation du débit de crue millénale. La figure ci-après présente la ligne d'eau au droit du profil P4c, i.e au niveau des tronçons 1.3 et 2.3 au niveau du centre commercial, pour un débit de 250 m<sup>3</sup>/s :



**Figure 24 : Ligne d'eau pour un débit de 250 m<sup>3</sup>/s au droit du centre commercial**

Ce débit est supérieur à la valeur de Q1000 obtenu par ajustement statistique des débits du Giessen. Néanmoins, étant donné l'incertitude inhérente à l'évaluation des débits extrêmement rares, il paraît cohérent de considérer que **l'occurrence du débit de surverse serait millénaire**.

Le tableau ci-dessous récapitule les débits de protection et de surverse des digues du Giessen :

	Objectif de protection	Surverse
Débit	170 m <sup>3</sup> /s	250 m <sup>3</sup> /s
Période de retour	100 ans	Environ 1 000 ans

TABLEAU 10 : DEBITS DE PROTECTION ET DE SURVERSE DES DIGUES DU GIESSEN

## 6.2. LES EROSIONS

Les digues du Giessen seraient potentiellement soumises à des phénomènes d'érosions. Les berges ainsi que les digues actuelles du Giessen sont modérément érodées (voir chapitre 3), essentiellement par la dynamique naturelle du cours d'eau, ou encore la végétation, voire les mammifères fouisseurs.

Etant donné qu'il s'agit de digues projetées, et qu'elles seront réalisées et entretenues dans les règles de l'art, les risques **d'érosion interne** devraient être extrêmement limités.

**L'érosion externe** sera essentiellement liée aux vitesses d'écoulement du Giessen et aux perturbations hydrauliques. En considérant les résultats de simulations hydrauliques (cf. carte chapitre 10), ainsi que les protections de berges existantes ou projetées (notamment en amont du pont de la RD), les tronçons de digue les plus soumis aux phénomènes d'érosion seraient **les tronçons 2.2 (au droit du raccord digue-mur), 2.3, voire 1.2**. La figure ci-après situe les points les plus sensibles à l'érosion externe :

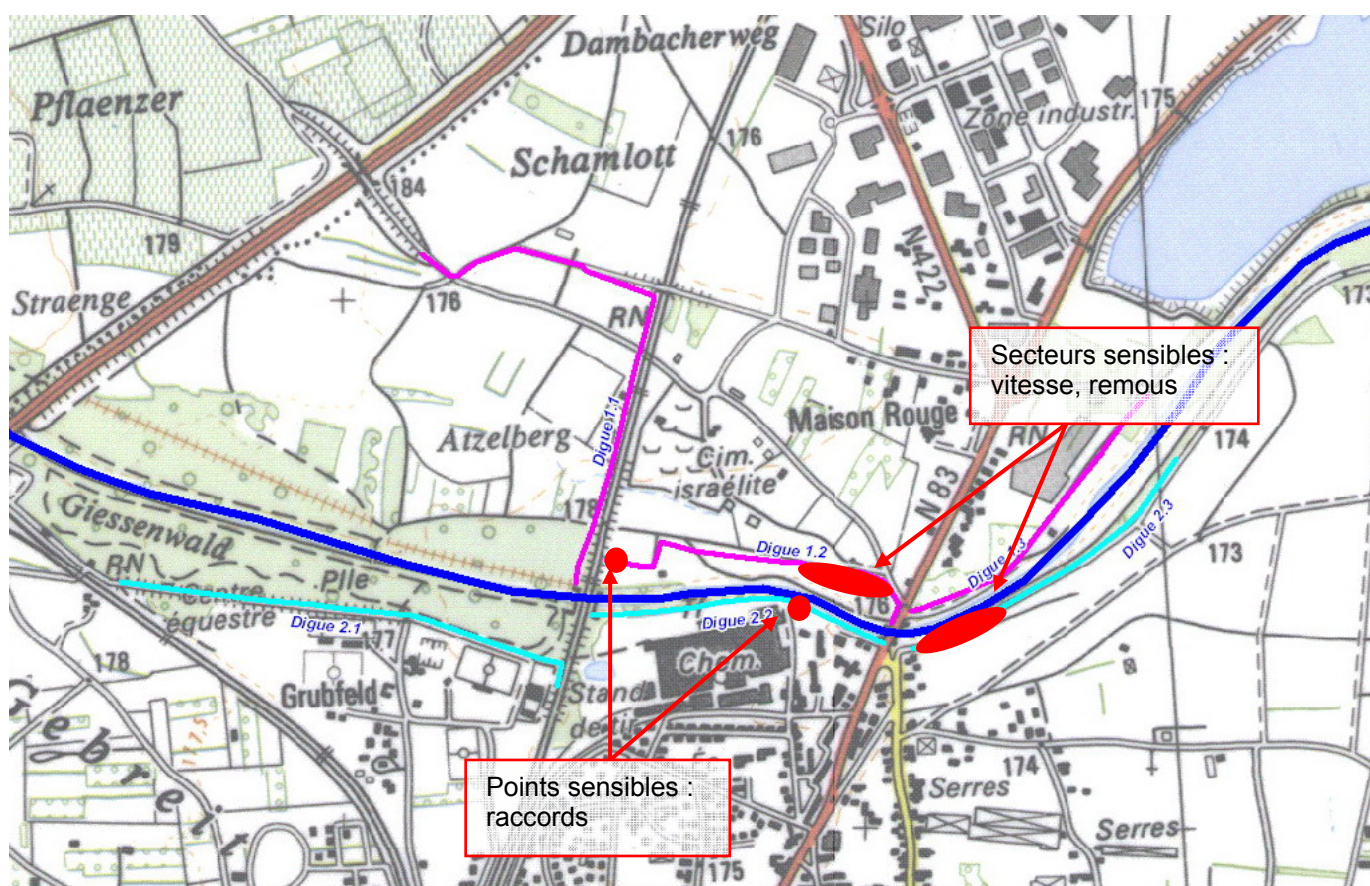


Figure 25 : Localisation des points les plus sensibles à l'érosion externe

Cependant, **ces phénomènes d'érosion sont actuellement relativement limités sur les berges du Giessen**. Malgré une légère augmentation des vitesses induites par la concentration des écoulements, nous pouvons considérer que les digues projetées, telles qu'elles sont prévues par la Communauté de Communes de Sélestat, avec les mesures nécessaires qui seront prises (enherbement, végétation en pied de talus), ne devraient pas souffrir d'une érosion plus importante.



### 6.3. LES SEISMES

Le zonage sismique, élaboré sous la directive du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, établit une hiérarchie entre les diverses zones géographiques et quantifie le niveau sismique à prendre en compte dans chacune de ces zones.

D'après la carte de zonage sismique de France, la ville de Sélestat se trouve **en zone sismique 1A**, caractérisée par **un risque sismique très faible mais non négligeable** (source zonage administratif de la France en 1991 – ancien décret n°91-461 du 14 mai 1991 codifié à l'article R563-4 du Code de l'environnement).

La probabilité d'occurrence d'une activité sismique au moment d'une crue majeure peut être considérée comme extrêmement faible.

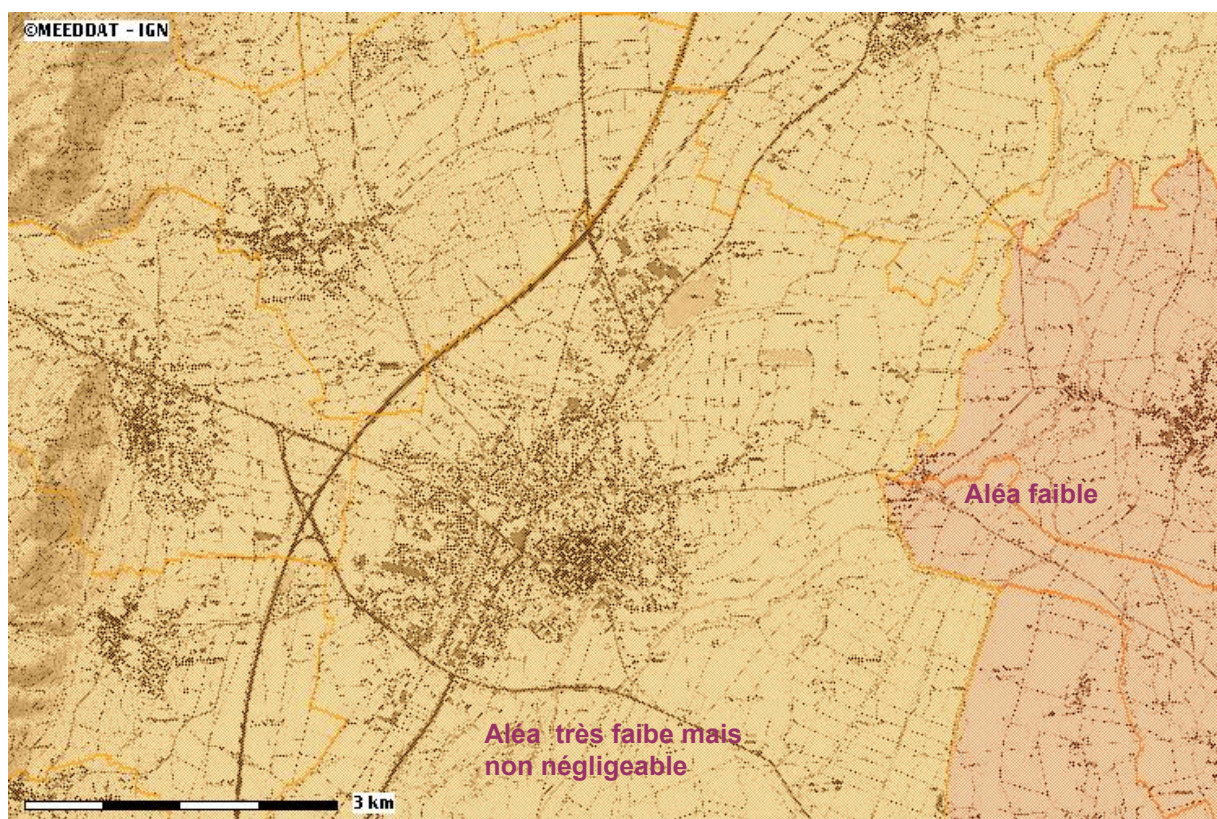


Figure 26 : Aléa sismique à Sélestat





## 7. ETUDE ACCIDENTOLOGIQUE ET RETOUR D'EXPERIENCE

---



L'objet de la présente étude de dangers concernant des digues à l'état projet, cette partie, qui vise à présenter les défaillances, accidents et incidents survenus sur les ouvrages en question, est sans objet.

Nous décrivons ainsi dans ce chapitre, les événements ayant affecté les autres ouvrages dans l'environnement des digues projetées, en essayant d'en tirer les enseignements et conclusions utiles pour les futurs ouvrages.

## 7.1. PRINCIPALES CRUES HISTORIQUES DU GIESSEN

Les principales crues observées sur le Giessen, caractérisées par leur débit de pointe et leur période de retour, sont les suivantes :

- Décembre 1966 :  $Q_p = 91 \text{ m}^3/\text{s}$  (T = 7 ans)
- Février 1970 :  $Q_p = 91 \text{ m}^3/\text{s}$  (T = 7 ans)
- Mai 1983 :  $Q_p = 120 \text{ m}^3/\text{s}$  (T = 20 ans)
- Février 1990 :  $Q_p = 153 \text{ m}^3/\text{s}$  (T = 50 ans)
- Décembre 1991 :  $Q_p = 102 \text{ m}^3/\text{s}$  (T = 10 ans)
- Décembre 2001 :  $Q_p = 125 \text{ m}^3/\text{s}$  (T = 20 ans)

Parmi ces crues historiques, la crue du 15 février 1990 est la plus forte crue observée sur le Giessen, comme le constatait le journal l'Alsace le 16 février : « *Inondations : du jamais vu* ».

Cette crue exceptionnelle est le résultat des pluies qui se sont abattues les jours précédents et de la fonte de neige qu'elles ont provoquée (environ 170 mm en 48h sur l'amont du bassin versant).

## 7.2. RETOUR D'EXPERIENCE

Nous analyserons dans ce chapitre, à titre indicatif, uniquement les phénomènes observés sur les berges et les digues actuelles qui sont susceptibles de fournir des informations sur les aléas que subiront les ouvrages projetés.

Etant donnés les débits des crues listées ci-dessus, aucune crue « connue » ne saurait mettre en péril les futurs ouvrages par surverse, puisque ceux-ci ont été dimensionnés sur un débit de  $170 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Parmi les crues historiques du Giessen, seule la crue de 1990 a permis d'observer des défaillances des digues existantes.

La crue de février 1990 a mis en péril les ouvrages de protection actuels et provoqué l'inondation de certains secteurs urbanisés de Sélestat :

- Inondation du quartier de la Filature par submersion de la digue rive droite du Giessen : un début de brèche (micro-rupture) a même été observé dans la digue, suite à l'érosion de la crête, mais a rapidement été colmaté ;

- Propagation de la crue dans le quartier « In Paradies » (en rive gauche aval de la voie ferrée) par 2 phénomènes :
  - Débordement rive gauche du Giessen en différents point sur la digue, sans pour autant occasionner des dégâts sur l'ouvrage ;
  - Remous du Giessen dans le fossé en aval de l'A35 et propagation sous la voie ferrée.

Cette crue historique nous permet de tirer les conclusions suivantes : les secteurs les plus vulnérables aux crues du Giessen sont les rives gauches et droites entre la voie ferrée et la RD1083.

Néanmoins, le fossé en aval de l'A35 a été comblé suite à la crue de 1990, et les digues existantes entre la voie ferrée et la RD1083 seront reconstruites (rive droite) ou partiellement arasées (rive gauche), et de ce fait n'induiront pas de risque supplémentaire de défaillances pour les digues projetées (voir paragraphe 3.2.2.2).

Par ailleurs, la surverse sur les digues existantes n'apporte pas de précisions sur les points potentiels de surverse sur les futurs ouvrages car :

- l'influence du pont sur les écoulements du Giessen a été prise en compte dans la modélisation ayant servi au dimensionnement des digues, et une revanche de 70 cm au droit de l'ouvrage sera appliquée aux digues ;
- les points de surverse observés en 1990 sont probablement issus des irrégularités de crêtes des digues existantes.

L'analyse des berges et des digues actuelles montre que les phénomènes d'érosion externe sont relativement faibles. Compte tenu de l'emplacement des digues et de leur incidence, ils devraient être observés essentiellement entre la voie ferrée et le pont de la RD1083 (du fait des vitesses d'écoulement et des contraintes hydrauliques imposées par le pont), et en aval rive droite de ce même pont (morphologie du cours d'eau, vitesses d'écoulement).

Les phénomènes d'érosion interne, qui ont été mis en évidence sur les berges et les corps de digues existants, ne sont pas de nature à mettre en péril les ouvrages projetés sous réserve d'une réalisation dans les règles de l'art et d'un entretien tel que prévu aux articles R214-123 et R214-141 du Code de l'Environnement.



## **8. IDENTIFICATION ET CARACTERISATION DES RISQUES EN TERMES DE PROBABILITE D'OCCURRENCE, D'INTENSITE ET DE CINETIQUE DES EFFETS, ET DE GRAVITE DES CONSEQUENCES**

---



Cette partie vise à présenter les scénarios possibles de défaillance, d'en évaluer la probabilité et les conséquences. Au préalable, nous exposerons la méthode employée pour cette analyse des risques.

Nous nous baserons, dans ce chapitre, sur les résultats de l'étude hydraulique et hydrologique menée par le bureau d'études Est Ingénierie en 2005, à la base du dimensionnement des ouvrages de protection contre les crues du Giessen à Sélestat, dont nous avons examiné la validité au chapitre 6.

Nous nous appuyerons également sur les simulations hydrauliques de rupture réalisées par SOGREAH sur la rivière Touch à Tournefeuille (31) en 2009, sous TELEMAC, logiciel de modélisation numérique 2D des écoulements.

## 8.1. DESCRIPTION ET PRINCIPES DE LA METHODOLOGIE EMPLOYEE

### 8.1.1. NOTION D'ANALYSE DE RISQUE

Le risque est une notion complexe, souvent explicitée sous la forme du **couple probabilité/gravité**.

Les notions de danger et de risque sont très souvent confondues, le risque étant toujours lié à l'existence d'un danger, ou d'une situation dangereuse. Pour les différencier, il est possible de considérer que le danger est « réel » et le risque « potentiel ».

L'évaluation d'un risque nécessite de pouvoir estimer les deux composantes du couple probabilité/gravité. La gravité est habituellement estimée à l'aide de modélisation des phénomènes. L'estimation de la probabilité d'occurrence nécessite aujourd'hui d'avoir recours à des méthodologies utilisées depuis de nombreuses années dans d'autres domaines, tels que le nucléaire, ou l'aéronautique.

L'objectif de ce chapitre est de présenter une méthodologie d'analyse de risque quantifiée, dite méthode du « nœud papillon », qui résulte de la combinaison d'un arbre de défaillances et d'un arbre d'événements, centré sur un même événement redouté, ici : l'inondation du val que ce soit par rupture de la digue ou par surverse au-dessus de la digue.

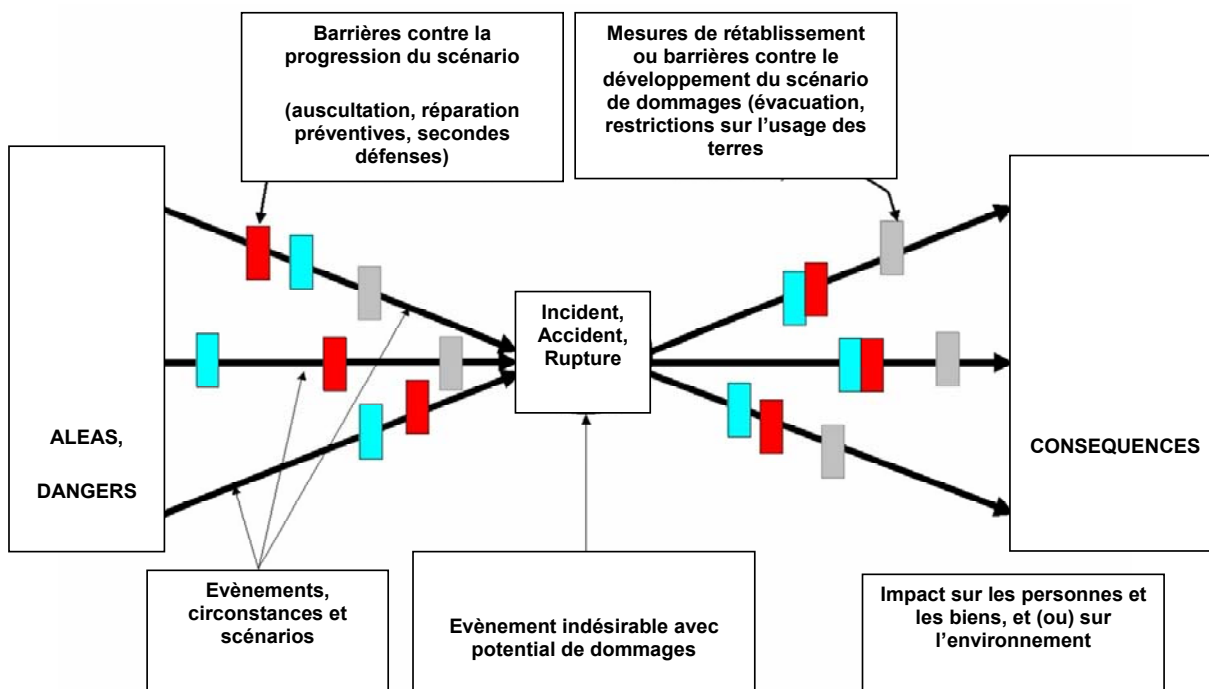
### 8.1.2. APPROCHE DITE EN « NŒUD PAPILLON »

La méthode utilisée dans l'analyse est dite du « nœud papillon ». Cette approche, de type arborescente, est largement utilisée dans les pays européens qui possèdent une approche probabiliste de la gestion des risques.

Le Nœud Papillon est principalement utilisé dans différents secteurs industriels par des entreprises comme SHELL qui a été à l'origine du développement de ce type d'outils.

#### 8.1.2.1. PRINCIPE

Le nœud papillon est un outil qui combine un arbre de défaillance et un arbre d'événements. Il peut être représenté sous la forme suivante :



**Figure 27 : Diagramme d'analyse du risque – Cas spécifique des barrages (d'après Hartford et Beatcher, 2004)**

Le point central du nœud papillon, appelé « Événement Redouté Central » ou « événement principal » désigne généralement l'événement majeur indésirable auquel le système peut être soumis. La partie gauche du Nœud Papillon s'apparente alors à un arbre des défaillances s'attachant à identifier les causes (identification des dangers et des événements initiateurs). La partie droite du Nœud Papillon s'attache quant à elle à déterminer les conséquences de cet événement redouté central tout comme le ferait un arbre d'évènements.

Sur ce schéma, les barrières de sécurité sont représentées sous la forme de barres verticales pour symboliser le fait qu'elles s'opposent au développement d'un scénario d'accident.

De fait, dans cette représentation, chaque chemin conduisant d'une défaillance (**évènement indésirable ou courant**) jusqu'à l'apparition de dommages au niveau des **cibles (effets majeurs)** désigne un scénario d'accident particulier pour un même événement redouté central. Cet outil permet d'apporter une démonstration renforcée de la bonne maîtrise des risques en présentant clairement l'action de barrières de sécurité sur le déroulement d'un accident.

#### 8.1.2.2. AVANTAGES DE LA METHODE

Le Nœud Papillon offre une visualisation concrète des scénarios d'accidents qui pourraient survenir en partant des causes initiales de l'accident jusqu'aux conséquences au niveau des cibles identifiées. De ce fait, cet outil met clairement en valeur l'action des barrières de sécurité s'opposant à ces scénarios d'accidents et permet d'apporter une démonstration renforcée de la maîtrise des risques.



### 8.1.3. CONSTRUCTION DU NŒUD PAPILLON ADAPTE AUX DIGUES DU GIESSEN

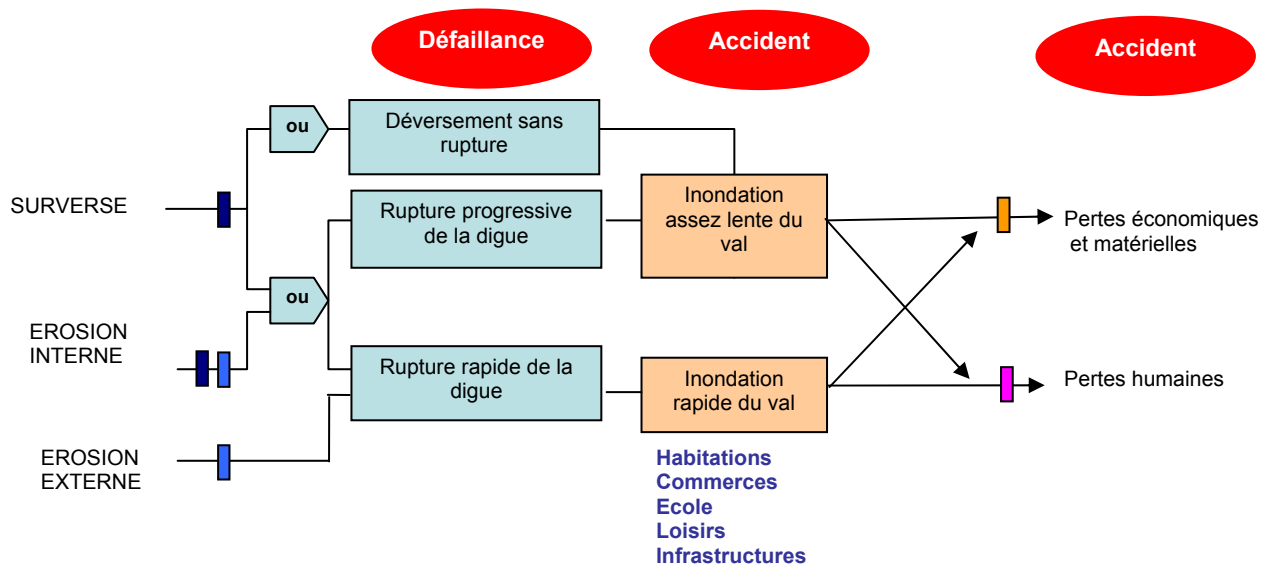
Un scénario d'accident est décrit comme un enchainement d'événements conduisant d'un événement initiateur à un accident majeur, dont la séquence et les liens logiques découlent de l'analyse des risques. En général, plusieurs scénarios peuvent mener à un phénomène dangereux (ici la rupture de la digue) pouvant conduire à un accident (majeur).

La méthode du nœud papillon est utilisée pour évaluer les différents scénarios d'accidents potentiels.




On distingue les causes initiales : surverse, érosion interne, érosion externe, toutes situées en partie gauche du nœud papillon.

Les causes initiales mènent aux défaillances situées en partie centrale du nœud : surverse, rupture progressive ou rapide de la digue et se traduisent par l'inondation lente ou rapide du val.

Les conséquences sont situées en partie droite du nœud et correspondent à l'atteinte plus ou moins importante sur les personnes, les biens et l'économie du secteur.



Légende des barrières de sécurité :

	Suivi régulier du lit et de l'ouvrage		Mise à l'abri des biens matériels
	Surveillance en crue		Evacuation préventive et interdiction d'accès

**Figure 28 : Nœud papillon du risque d'inondation derrière les digues de Sélestat**

#### 8.1.4. METHODOLOGIE UTILISEE POUR DETERMINER LES PROBABILITES D'OCCURRENCE DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE

Si la probabilité d'occurrence d'une crue peut être relativement bien quantifiée, le risque d'une défaillance de la digue selon les différents modes identifiés ne peut être approché que de façon qualitative. Toutefois, il a paru intéressant de tenter d'associer une probabilité arbitraire aux différentes situations rencontrées, de façon à pouvoir comparer les différents scénarios.

**Les valeurs affichées n'ont pas de valeur absolue, elles n'ont qu'un intérêt dans le cadre de la comparaison des scénarios.**

La probabilité d'occurrence des différents scénarios de défaillance pouvant affecter la digue (surverse, rupture) est approchée de façons analytique et probabiliste.

##### 8.1.4.1. PROBABILITE D'OCCURRENCE DES CRUES

D'une part, il s'agit de définir les différentes probabilités d'occurrence des crues du Giessen pour des périodes de retour associées (T= 100 ans, T= 1000 ans, etc.).

Cette probabilité est notée **P(a)** et elle est exprimée de la façon suivante :

$$P = 1 - 1/T$$

Pour conduire l'analyse, nous avons considéré différentes gammes de crue, correspondant aux crues de période de retour 10, 100 et 1 000.

Par convention, nous considérerons que la gamme de crue de la crue décennale correspond aux crues comprises entre les crues de période de retour 3 ans et 30 ans ; de même pour la gamme de la crue centennale (Q30 – Q300), millénale (Q300 – Q3000) etc.

La probabilité de la gamme de crue décennale vaut donc :

$$P(a) = P(Q3) - P(Q30) = 1/3 - 1/30 = 0,30$$

De même, on trouvera pour la gamme de crue centennale  $P(a) = 0.03$ , et ainsi de suite.

##### 8.1.4.2. PROBABILITE D'OCCURRENCE DES RISQUES DE DEFAILLANCE

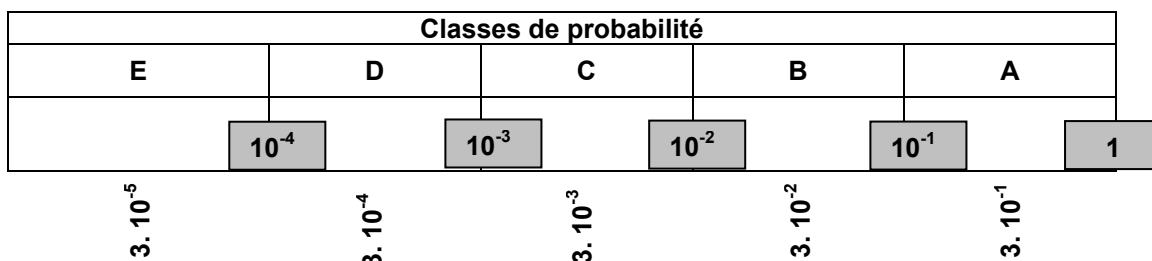
D'autre part, il s'agit de définir la probabilité du risque de défaillance en fonction du scénario (rupture par surverse, par érosion interne, etc.) et de l'importance de la crue (et donc de sa probabilité).

Cette probabilité d'occurrence est abordée de façon analytique par **avis d'expert** tenant compte des informations disponibles sur l'ouvrage et du retour d'expérience sur des événements similaires ayant affecté d'autres ouvrages. Cette probabilité qui nécessite que soit déjà réalisé **a** est notée **P(b/a)**.

On trouve dans la littérature une classification des événements selon la grille qualitative suivante :

Classes de probabilité				
E	D	C	B	A
<p><b>"Evénement possible mais extrêmement peu probable"</b>  <i>N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'observations</i></p>	<p><b>"Evénement très improbable"</b>  <i>S'est déjà produit sur ce type d'ouvrage mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité</i></p>	<p><b>"Evénement improbable"</b>  <i>Un évènement similaire déjà rencontré sur ce type d'ouvrage au niveau mondial sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une réduction significative de sa probabilité</i></p>	<p><b>"Evénement probable"</b>  <i>S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'ouvrage</i></p>	<p><b>"Evénement courant"</b>  <i>S'est produit sur l'ouvrage considéré et/ou peut se produire à plusieurs reprises pendant la durée de vie de l'ouvrage malgré d'éventuelles mesures correctives</i></p>

On peut affecter une probabilité arbitraire à chacune de ces classes. Les valeurs sont fixées de façon à rester cohérente avec la notion de « période de retour » :



Ainsi, une probabilité de 10<sup>-2</sup> correspond à un évènement « centennal » : on est bien à la limite entre le « probable » et « l'improbable ».

Mais il s'agit là de la probabilité totale : par exemple, probabilité d'avoir, une année donnée, une rupture par érosion interne.

Or nous avons besoin ici de la probabilité dite « conditionnelle », c'est-à-dire lorsque l'évènement initial (ici, la crue) est déjà survenu : par exemple, probabilité d'avoir une rupture par érosion interne lorsque la crue centennale a lieu. La grille quantitative est alors différente :

probabilité qualitative	probabilité quantitative	
certain	1	1/1
probable	0.3	1/3
peu probable	0.1	1/10
très peu probable	0.03	1/30
improbable	0.01	1/100
Plus qu'improbable	0.003	1/300
très improbable	0.001	1/1000
extrêmement peu probable	0.0001	1/10000

Si on note **(a.b)** la réalisation de **a** et de **b**, nous avons la relation de probabilité suivante :

$$P(a.b) = P(a) \times P(b/a)$$

A titre d'exemple, examinons le risque de rupture par érosion externe :

- ❖ probabilité d'avoir une érosion externe en crue d'ordre centennale
  - probabilité d'avoir une crue d'ordre centennale (ou plus précisément une crue entre la crue de 30 ans et la crue de 300 ans) : 0.03
  - risque d'avoir une rupture par érosion externe en cas de crue centennale : très peu probable, soit une probabilité conditionnelle de 0.03
  - d'où probabilité d'avoir une crue centennale avec rupture par érosion externe :  $0.03 \times 0.03 = 0.0009$
- ❖ on procède de même pour les autres périodes de retour
  - probabilité d'avoir une crue d'ordre décennale, millénaire : 0.3, 0.003
  - risque d'avoir une rupture par érosion externe : plus qu'improbable (0.003) en crue décennale, peu probable (0.1) en crue millénaire
  - d'où probabilité d'avoir une crue décennale et millénaire avec rupture par érosion externe : respectivement  $0.3 \times 0.003 = 0.0009$  ;  $0.003 \times 0.1 = 0.0003$
- ❖ la probabilité d'avoir une rupture par érosion externe est égale à la somme des probabilités pour chaque gamme de crue :
  - $0.0009$  (en Q10) +  $0.0009$  (en Q100) +  $0.0003$  (en Q1000) =  $0.0021$  (soit  $2,1 \cdot 10^{-3}$ , soit aussi 1/476)

On peut faire un contrôle de cohérence a posteriori : une probabilité de  $2,1 \cdot 10^{-3}$  correspond à un « événement improbable » : cela correspond effectivement au diagnostic qu'on peut faire de l'ouvrage : l'érosion est relativement faible sur l'ensemble des berges du Giessen, mais certains secteurs pourraient potentiellement être soumis à de fortes vitesses, qui, pour une durée de crue longue, peuvent générer un affaiblissement des protections type enherbement.

### 8.1.5. EVALUATION DE LA GRAVITE DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE

La gravité des scénarios de défaillance sera évaluée à partir du comptage des personnes résidant en zone protégée, effectué par la Communauté de Communes de Sélestat.

A partir de l'analyse portant sur la propagation d'une onde de rupture, nous distinguerons 2 cas :

- Une zone à cinétique rapide où les personnes sont soumises à des vitesses très fortes,
- Une zone à cinétique lente, dans laquelle les vitesses sont inférieures à 0,5 m/s et où les écoulements s'apparenteraient à ceux obtenus en l'absence de digue.

A partir de l'analyse menée dans la rubrique 3, nous localiserons les points les plus sensibles pour chacune des digues.

Enfin, la gravité des scénarios sera évaluée à partir de la grille de référence issue du guide de lecture des études de dangers des digues et des barrages. Elle permet d'évaluer un accident en le ramenant à des classes de gravité. Celle proposée permet de distinguer les personnes exposées en cinétique rapide de celles situées en zone à cinétique lente :

	Nombre de personnes exposées en cinétique rapide	Nombre de personnes exposées en cinétique lente
5 Désastreux	≥1 000	≥10 000
4 Catastrophique	≥100 et <1 000	≥1 000 et <10 000
3 Important	≥10 et <100	≥100 et <1 000
2 Sérieux	≥1 et <10	≥10 et <100
1 Modéré		≥1 et <10

Enfin, pour l'estimation de la gravité d'une rupture lente (ou d'une surverse), nous faisons l'hypothèse d'une cinétique lente. Cette hypothèse est cohérente, d'une part car l'onde de rupture aura une intensité et une cinétique plus faible que dans le cas d'une rupture rapide et d'autre part, car la durée du mécanisme de rupture permettra une évacuation, tout au moins partielle, des habitants.

### 8.1.6. NOTION DE CRITICITE DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE

Les scénarios de défaillance seront classés par croisement entre leur probabilité et leur gravité :

Matrice de criticité de la digue		PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
		"Evènement possible mais extrêmement peu probable"	"Evènement très improbable"	"Evènement improbable"	"Evènement probable"	"Evènement courant"
GRAVITE	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important					
	Sérieux					
	Modéré					

Les grilles de criticité ainsi obtenues, pour chaque digue, permettront de positionner les accidents les uns par rapport aux autres.

## 8.2. RECHERCHE DE LOCALISATIONS VRAISEMBLABLES DE DEFAILLANCE

La rubrique 3 de la présente étude a fait ressortir les points les plus sensibles, en particulier à l'érosion :

- Les points de raccordement des tronçons 1.2 et 2.2 au remblai de la voie ferrée,
- Le tronçon 1.2 en amont du pont de la RD1083, du fait des vitesses et des turbulences induites par l'ouvrage de franchissement,
- Le point de raccordement de la digue en remblai au mur sur le tronçon 2.2,
- Le tronçon 2.3, situé en extrados et exposé à des vitesses plus fortes que les autres tronçons.

Ces analyses permettront de déterminer des scénarios de rupture dans la partie 8.4 (intensité et cinétique), et sont prises en compte dans la hiérarchisation des scénarios de défaillance ci-après.

## 8.3. DETERMINATION DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE

### 8.3.1. DEFINITION

Un scénario de défaillance est décrit dans le « Guide de lecture des études de dangers des barrages », d'Eric Branton (BETCGB) *et al.*, comme « la combinaison unique d'états des composants du système ou de son environnement, définissant une suite de circonstances pertinentes pour la phase d'estimation des risques, pouvant conduire à un ou plusieurs phénomènes dangereux. De manière générale, pour un ouvrage hydraulique, on peut dire également qu'un scénario de défaillance peut être la combinaison d'un mode de rupture et d'une circonstance ».

### 8.3.2. MODES DE RUPTURE POUVANT ETRE PRIS EN COMPTE POUR L'IDENTIFICATION DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE

Globalement, les digues projetées seront soumises aux mêmes risques de défaillance : à l'exception de l'érosion externe, les probabilités intrinsèques des scénarios de défaillance seront donc identiques pour les 2 digues du Giessen.

#### DEVERSEMENT SUR LA DIGUE SANS RUPTURE

Les digues de Sélestat présentent une revanche de l'ordre de 50 cm pour une crue de 170 m<sup>3</sup>/s (gamme de la Q100). La gamme de débit millénale induirait des niveaux à la limite de la surverse. Il faut toutefois inclure dans l'analyse d'une part les fluctuations normales d'un lit mobile comme celui du Giessen, d'autre part les vagues et autres perturbations que l'on rencontre sur des écoulements rapides.

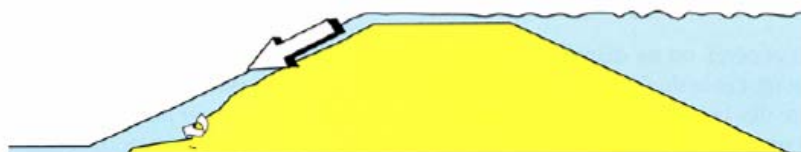
Dans ces conditions, on considère que le risque est extrêmement peu probable (pour ne pas dire impossible) en Q10, improbable en Q100 (environ 50 cm de revanche), probable en Q1000 (risques de déversements ponctuels).

Enfin, on considère que le risque de surverse est identique en tout point du périmètre d'étude : le point le plus sensible réside au niveau du pont de la RD1083, mais une revanche de 70 cm est appliquée aux protections.

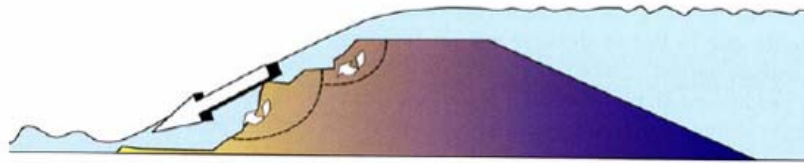
#### RUPTURE PAR SURVERSE AU-DESSUS DE LA DIGUE

A la montée de la crue, le niveau d'eau atteint la crête de digue puis l'eau déborde sur l'ouvrage et inonde la plaine (voir figure suivante). Le parement aval s'érode, les matériaux en pied de digue sont arrachés, la brèche s'ouvre.

(1)



(2)



**Figure 29 : Mécanismes de rupture par surverse**

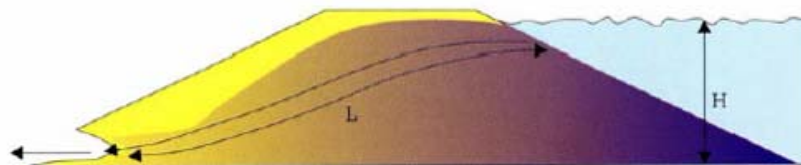
Généralement, les digues en terre ne supportent pas les surverses. Toutefois, la rupture n'est pas absolument certaine, surtout quand la crête est occupée par une chaussée (tronçon 1.1).

Le risque est considéré comme extrêmement peu probable en Q10 (puisque'il n'y a pas déversement !), très improbable en Q100, très peu probable en Q1000 (les déversements éventuels resteront limités et de très courte durée : la brèche n'aura a priori pas le temps de s'ouvrir).

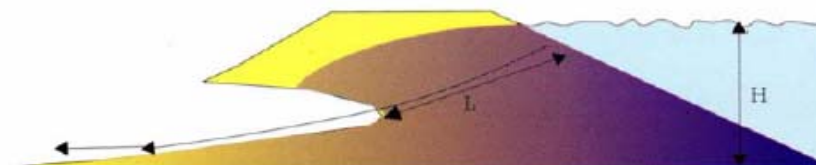
#### RUPTURE PAR EROSION INTERNE DE LA DIGUE

En crue, les hétérogénéités dans la perméabilité du corps de la digue peuvent être à l'origine de zones de circulation préférentielle de l'eau. Le fort gradient hydraulique de part et d'autre de la digue provoque alors un conduit d'écoulement au travers de la digue (1) pouvant induire une brèche par effondrement (2).

(1)



(2)



**Figure 30 : Mécanismes de rupture par érosion interne**

L'entretien et la surveillance des digues permettront de limiter ce risque en prévenant notamment la présence possible de terriers d'animaux fouisseurs ou de végétation. L'homogénéité dans les couches des matériaux constitutifs des remblais ainsi que le noyau argileux sont conçus pour éviter les circulations d'eau à l'intérieur des corps de digue.

Le risque est ainsi considéré comme extrêmement peu probable en Q10, très improbable en Q100 et improbable en Q1000.



### RUPTURE PAR EROSION EXTERNE DE LA DIGUE

En crue, le pied de berge se dégrade sous l'effet de la vitesse importante de l'eau (1). Des glissements de masse se produisent alors dans les matériaux saturés. Les crues successives aggravent le phénomène jusqu'à ce que le talus devienne abrupt et instable entraînant des glissements par pans (2).

(1)



(2)



**Figure 31 : Mécanismes de rupture par érosion externe**

La proximité immédiate avec le lit vif du Giessen sur certains tronçons, les vitesses pouvant être mises en jeu le long du talus (>2 m/s en cas d'attaque du lit vif) sont autant de facteurs potentiels pour un risque de rupture par érosion externe. Ce risque semble plus important sur le secteur médian (tronçons 1.2 et 2.2) et sur le secteur aval en rive droite (2.3), compte-tenu de la configuration du lit (digue en extradoss). Globalement le risque d'érosion externe serait plus important sur la digue n°2.

Pour la digue n°2, le risque est considéré comme plus qu'improbable en Q10, très peu probable en Q100 et Q1000.

Pour la digue n°1, le risque est considéré comme très improbable pour Q10, improbable pour Q100 et Q1000.

### 8.3.3. RISQUE DE RUPTURE RAPIDE

La vitesse d'ouverture d'une brèche influe directement sur les conséquences de la défaillance : une rupture lente, qui se compte en heures, laisse un temps de réaction, alors que la rupture rapide présente une dynamique d'inondation brutale.

Les probabilités données ci-dessus concernent des phénomènes de rupture lente : les érosions internes et les surverses nécessitent généralement un temps plus long pour l'ouverture d'une brèche. La gravité des conséquences peut s'en trouver également réduite (alerte, évacuation).

Or les ruptures par érosion externe conduisent a priori nécessairement à des ruptures rapides : le phénomène n'est certes pas instantané, mais il se produit en fond de lit, sous eau, et n'est donc pas facilement décelable ; une fois engagé, il peut conduire à une ruine relativement rapide de l'ouvrage.

Nous considérerons donc que la probabilité d'une rupture rapide est :

- identique à celle d'une rupture lente pour l'érosion externe ;
- plus faible que celle d'une rupture lente pour l'érosion interne et la surverse.

#### 8.3.4. BILAN DES RISQUES DE DEFAILLANCE PAR GAMME DE CRUE

Les probabilités conditionnelles décrites ci-dessus ont été traduites dans les histogrammes ci-après, afin de résumer les risques de défaillance pour chaque type de défaillance et pour chaque gamme de crue.

Il est important de noter que les probabilités ont été estimées pour chaque digue en tenant compte des observations faites par tronçon : ainsi, les probabilités pour chaque défaillance sont celles estimées pour les tronçons les plus vulnérables.

Une distinction tronçon par tronçon sera effectuée ci-après, afin de définir les tronçons les plus vulnérables pour lesquels la surveillance devra être accrue.

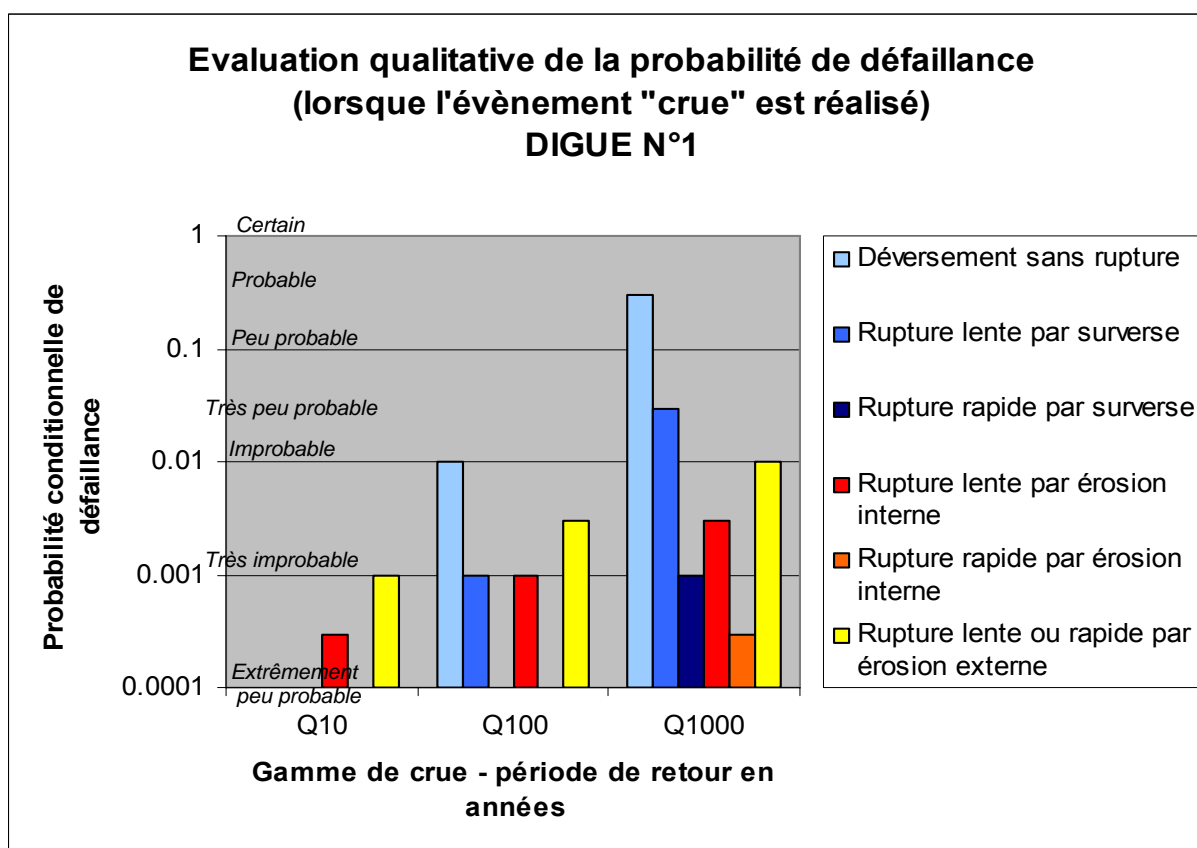
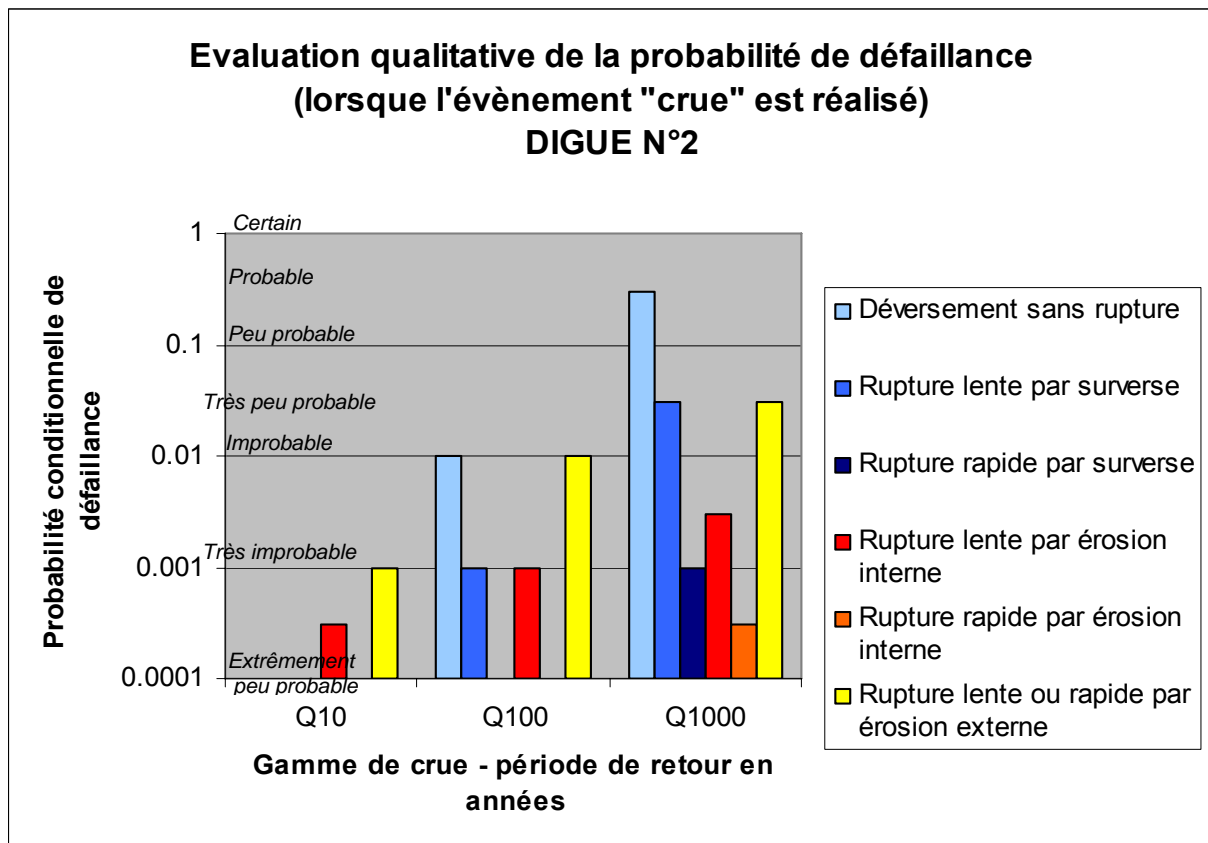


Figure 32 : Evaluation qualitative de la probabilité de défaillance pour la digue n°1



**Figure 33 : Evaluation qualitative de la probabilité de défaillance pour la digue n°2**

Le tableau en page suivante présente les résultats du croisement des probabilités conditionnelles de défaillance avec les probabilités de chaque gamme de crue, et permet d'estimer ainsi la probabilité totale de chaque défaillance :

PROTECTION DE LA VILLE DE SELESTAT CONTRE LES CRUES DU GIESSEN  
FASCICULE N° 6 : ETUDE DE DANGERS

		Probabilité conditionnelle de défaillance (lorsque l'évènement crue est réalisé) : P(b/a)			Probabilité totale de défaillance par gamme de crue : P(a)*P(b/a)			Probabilité totale de défaillance (toutes crues confondues)		
		10	100	1000	10	100	1000	Somme	Période de retour (années)	
Gamme de crue (période de retour en années)										
Probabilité P(a) de la gamme de crue		0.3	0.03	0.003	0.3	0.03	0.003			
Digue n°1	Rupture lente	Déversement	0.0001	0.01	0.3	0.00003	0.0003	0.0009	<b>1.2E-03</b>	800
		Rupture par surverse	0.0001	0.001	0.03	0.00003	0.00003	0.00009	<b>1.5E-04</b>	6 500
		Erosion externe	0.001	0.003	0.01	0.0003	0.00009	0.00003	<b>4.2E-04</b>	2 500
		Erosion interne	0.0001	0.001	0.003	0.00003	0.00003	0.000009	<b>6.9E-05</b>	8 000
	Rupture rapide	Rupture par surverse	0.0001	0.0001	0.001	0.00003	0.000003	0.000003	<b>3.6E-05</b>	28 000
		Erosion externe	0.001	0.003	0.01	0.0003	0.00009	0.00003	<b>4.2E-04</b>	2 500
Digue n°2	Rupture lente	Erosion interne	0.0001	0.0001	0.0003	0.00003	0.000003	0.0000009	<b>3.4E-05</b>	30 000
		Déversement	0.0001	0.01	0.3	0.00003	0.0003	0.0009	<b>1.2E-03</b>	800
		Rupture par surverse	0.0001	0.001	0.03	0.00003	0.00003	0.00009	<b>1.5E-04</b>	6 500
		Erosion externe	0.001	0.01	0.03	0.0003	0.0003	0.00009	<b>6.9E-04</b>	1 500
	Rupture rapide	Erosion interne	0.0001	0.001	0.003	0.00003	0.00003	0.000009	<b>6.9E-05</b>	8 000
		Rupture par surverse	0.0001	0.0001	0.001	0.00003	0.000003	0.000003	<b>3.6E-05</b>	28 000
		Erosion externe	0.001	0.01	0.03	0.0003	0.0003	0.00009	<b>6.9E-04</b>	1 500
		Erosion interne	0.0001	0.0001	0.0003	0.00003	0.000003	0.0000009	<b>3.4E-05</b>	30 000

TABLEAU 11 : CALCULS DES PROBABILITES DES DIFFERENTS MODES DE DEFAILLANCE POUR CHAQUE DIGUE

Nous avons ensuite classé les différents modes de défaillance dans la grille de probabilité qualitative présentée plus haut :

Type d'appréciation qualitative	E	D	C	B	A
		<b>"Evénement possible mais extrêmement peu probable"</b> <i>N'est pas impossible au vu des connaissances actuelles, mais non rencontré au niveau mondial sur un très grand nombre d'années d'observations</i>	<b>"Evénement très improbable"</b> <i>S'est déjà produit sur ce type d'ouvrage mais a fait l'objet de mesures correctives réduisant significativement sa probabilité</i>	<b>"Evénement improbable"</b> <i>Un événement similaire déjà rencontré sur ce type d'ouvrage au niveau mondial sans que les éventuelles corrections intervenues depuis apportent une réduction significative de sa probabilité</i>	<b>"Evénement probable"</b> <i>S'est produit et/ou peut se produire pendant la durée de vie de l'ouvrage</i>
Digue n°1	Rupture rapide ou lente par érosion interne  Rupture rapide par surverse	Rupture rapide ou lente par érosion externe  Rupture lente par érosion interne  Rupture lente par surverse	Surverse sans rupture		
Digue n°2	Rupture rapide par érosion interne  Rupture rapide par surverse	Rupture rapide ou lente par érosion externe  Rupture lente par érosion interne  Rupture lente par surverse	Surverse sans rupture		
Probabilité quantitative		$10^{-4}$	$10^{-3}$	$10^{-2}$	$10^{-1}$

TABLEAU 12 : CLASSEMENT DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE PAR ORDRE D'OCCURENCE

On se rend compte que la défaillance susceptible d'intervenir en premier lieu, serait le déversement sans rupture. Le mode de rupture le plus probable serait l'érosion externe, mais le phénomène resterait un « événement très improbable ».

Comme nous pouvions le pressentir, la probabilité totale de rupture par érosion externe (voir tableau 11) est plus élevée pour la digue n°2 que pour la digue n°1, du fait de la proximité du lit vif.

Si l'on considère l'érosion externe comme facteur entraînant la rupture, les tronçons les plus vulnérables sont les tronçons 1.2, 2.2, 2.3, voire 1.3. Mis à part le tronçon 1.2, il s'agit des tronçons où les enjeux forts sont les plus proches. Il s'agit donc des tronçons où la probabilité de rupture est la plus forte, et où la gravité de cette rupture pourrait être la plus importante.

*Remarque sur l'évaluation des probabilités de défaillance :*

Les probabilités de surverse et de rupture par surverse reposent sur l'évaluation d'un débit millénal par ajustement de Gumbel simple. Or cette méthode n'est généralement pas

utilisée pour l'estimation des débits de crues extrêmes. La méthode dite du Gradex, aboutirait à un débit millénal certainement supérieur. Si ce débit devait amener à considérer la surverse comme certaine pour occurrence millénale, le calcul des probabilités de défaillances type surverse et rupture par surverse, s'en verrait également modifiée.

Si l'on considère une surverse certaine (au lieu de probable comme dans l'analyse précédente) pour la crue millénale, la période de retour serait alors de 300 ans, et celle de la rupture par surverse de 3 000 ans. Cependant, la hiérarchie des scénarios de rupture resterait inchangée, de même que leur classement par ordre d'occurrence dans le tableau 12.

Etant donné que ces probabilités sont données à titre indicatif et qu'elles permettent essentiellement de comparer les différents scénarios entre eux, la détermination du débit millénal par la méthode du Gradex ne changerait pas les conclusions de l'analyse.

### 8.3.5. PRECISIONS RELATIVES A L'ETUDE DE PROPAGATION D'UNE ONDE DE SUBMERSION

SOGREAH a réalisé en 2009 des simulations de rupture de digue sous TELEMAT, logiciel de modélisation hydraulique 2D. La modélisation concernait la digue de protection contre les crues du Touch sur la commune de Tournefeuille (31). Cette étude est citée pour comparaison, du fait de la similitude de configuration entre les digues projetées le long du Giessen à Sélestat et les ouvrages projetés le long du Touch à Tournefeuille (voir paragraphe 8.2.5.2.) Les simulations avaient permis de comparer la propagation de l'onde de rupture dans des secteurs urbanisés (endiguement à 50 ou 100 m des habitations) avec une propagation depuis une digue plus éloignée du front d'habitations.

Après avoir justifié la validité de ces simulations, nous extrapolerons les résultats obtenus aux digues du Giessen, en s'appuyant également sur les simulations réalisées par Est Ingénierie.

Ainsi, les exemples de simulations sous TELEMAT permettront de définir les zones à cinétique rapide, et les simulations d'Est Ingénierie les zones à cinétique lente.

#### 8.3.5.1. NOTION D'ONDE DE SUBMERSION

La rupture d'une digue entraîne une propagation d'une onde vers les secteurs protégés par l'ouvrage. Bien souvent, une rupture de digue provoque une libération d'énergie vers le val qui peut engendrer des dégâts conséquents de part son intensité et sa cinétique.

Ce phénomène dépend essentiellement des caractéristiques géométriques de la brèche formée dans le corps de digue :

- Largeur et hauteur de brèche,
- Vitesse de formation de la brèche,
- Niveau devant la brèche.

Il s'agit ici d'approcher au mieux ce phénomène afin d'estimer les conséquences d'une rupture des digues du Giessen. Nous verrons ci-après, que l'onde de rupture s'atténuera dans les premières centaines de mètre en arrière de la brèche, et, qu'au-delà, l'aléa suite à une rupture peut être comparable à une absence de la digue (en termes de hauteurs et de vitesses).

### 8.3.5.2. VALIDITE DE L'ANALYSE- POSSIBILITE D'EXTRAPOLATION AUX DIGUES DU GIESSEN

L'analyse menée par SOGREAH sur les digues de la rivière Touch à Tournefeuille peut être extrapolée aux digues du Giessen dans la mesure où :

- Il s'agit de digues de hauteurs similaires (environ 2 m) ;
- Les débits du Touch sont du même ordre de grandeur que ceux du Giessen ( $Q_{100}=184 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ;
- La configuration du lit majeur dans les régions du Sud-Ouest de la France s'apparente fortement à celle d'Alsace : lit majeur relativement large, pente faible ;
- L'intensité et la cinétique dépendent essentiellement de la hauteur d'eau devant la brèche, de la largeur de la brèche et de sa vitesse d'ouverture, tous ces paramètres pouvant être supposés équivalents pour les digues du Touch et du Giessen.

Certes les résultats obtenus pour le Touch ne sauraient être identiques à ceux obtenus par une modélisation du Giessen. Néanmoins l'onde de submersion étant essentiellement liée à la hauteur de la digue et la formation de la brèche, les simulations effectuées sur les digues du Touch donneront un bon ordre de grandeur des vitesses et des hauteurs atteintes sur les premiers mètres en arrière de la digue.

### 8.3.5.3. RUPTURE DE DIGUE

#### 8.3.5.3.1. MODELISATION

Deux configurations ont été envisagées :

- **Scénario 1** : endiguements situés soit à proximité immédiate, soit environ 20 mètres des premières habitations – **situation comparable au tronçon de digue 2.2** ;
- **Scénario 2** : endiguements plus éloignés du front d'habitations mais également en bordure immédiate du lit mineur – **situation comparable au tronçon de digue 1.2.**

Les caractéristiques des brèches ont été définies comme suit :

- Largeur de la brèche : 30 m (voir paragraphe 5.2) ;
- Hauteur de la brèche : il sera considéré un effacement du corps de digue sur toute sa hauteur ; il s'agit là d'une hypothèse pessimiste mais néanmoins réaliste dans le cas des digues en terre ;
- Durée d'ouverture de la brèche : ne pouvant pas privilégier une cinétique d'ouverture plus réaliste qu'une autre, **l'ouverture de la brèche dans la digue est considérée comme instantanée dans chacun des deux scénarios**, afin de se placer dans le cas le plus défavorable (voir paragraphe 5.2) ;
- Hauteur devant la brèche : niveau maximal avant surverse (charge d'environ 2 m), supposé constant.

Un modèle mathématique bidimensionnel a été mis en œuvre (utilisation du logiciel TELEMAC), permettant un découpage très fin de la topographie à l'aide d'un modèle numérique de terrain (puis d'un maillage) de chacun des deux périmètres d'étude (scénarios 1 et 2) et donc la prise en compte de la géométrie de l'ouvrage, de la zone protégée et des particularités de celle-ci (présence de bâtiments principalement)



Les bâtiments en arrière des ouvrages sont ainsi représentés un à un dans le modèle sous forme d'obstacles insubmersibles et imperméables.

Le modèle, résolvant les équations bidimensionnelles régissant la dynamique des écoulements, calcule en tout point du périmètre d'étude les évolutions, au cours du temps, du niveau d'eau et de la vitesse d'écoulement. Pour cette variable, le calcul restitue à la fois l'intensité de la vitesse et la direction du courant.

Dans le cadre du modèle numérique mis en œuvre, des hypothèses concernant les conditions aux limites de ce modèle ont été fixées :

- comme précédemment explicité, le niveau d'eau devant la brèche est supposé constant (débit évacué par la brèche inférieur au débit transitant dans le lit mineur du cours d'eau). Cette hypothèse est pessimiste mais cohérente avec les objectifs d'une étude de dangers ainsi qu'avec les durées du phénomène de rupture et de propagation de l'onde (de l'ordre de 5 à 10 minutes dans le cas d'une rupture instantanée) ;
- les limites latérales du modèle sont représentées par des parois imperméables, c'est-à-dire que l'on ne représente pas les débordements éventuels au-delà du périmètre d'étude. A noter que cette hypothèse restrictive n'est en réalité pas gênante, l'objectif de la modélisation étant de caractériser les conditions d'écoulement peu après la rupture au droit de la zone urbanisée située derrière la digue et en particulier au niveau du premier rang d'habitations, ainsi que les conditions d'amortissement de l'onde de rupture.

Enfin, le coefficient de rugosité du terrain adopté au droit des deux périmètres d'étude a été imposé égal à 20.

#### 8.3.5.3.2. *RESULTATS DE SIMULATION*

##### A. **Scénario 1** : habitations à 50-100 m de la brèche

Des cartes de hauteurs d'eau et de vitesses à différents pas de temps sont présentées ci-après :

- carte à 12 secondes après la rupture ;
- carte à 60 secondes après la rupture ;
- cartes des hauteurs et vitesses maximales.



Scénario 1 : Cartographie des hauteurs d'eau à 12s



Scénario 1 : Cartographie des hauteurs d'eau à 60s



Scénario 1 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales sur la durée de la simulation

### Analyse des hauteurs d'eau :

Notons en préambule que :

- En un point donné, les hauteurs d'eau maximales pouvant être observées lors du phénomène de rupture ne sont pas systématiquement atteintes en fin de simulation ;
- L'hypothèse pénalisante de niveau d'eau constant devant la brèche tend à surestimer les valeurs de hauteurs atteintes.

A l'observation des résultats, la simulation du scénario 1 montre que les enjeux situés au droit du premier rang d'habitations sont logiquement les enjeux les plus impactés par la rupture, avec des hauteurs d'eau globalement comprises entre 0,5 et 1 mètre.

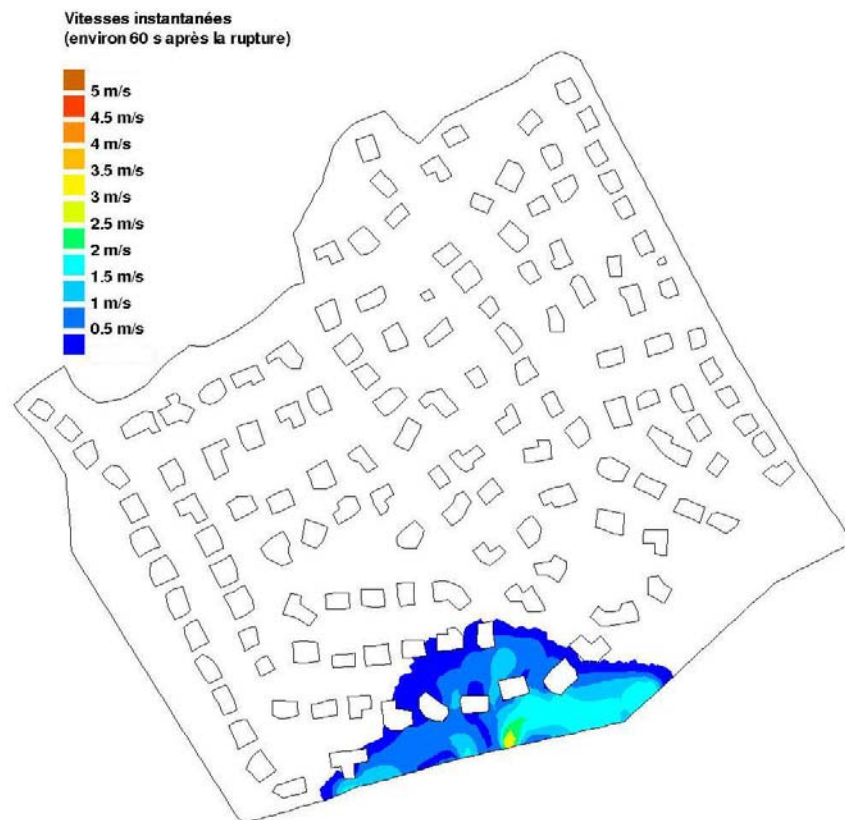
### Analyse de la propagation de l'onde :

La simulation, qu'il est nécessaire de replacer dans le cadre de l'hypothèse de rupture instantanée, met toutefois en évidence le caractère rapide de la propagation de l'onde de rupture, due en partie à la localisation des enjeux à proximité immédiate de la digue :

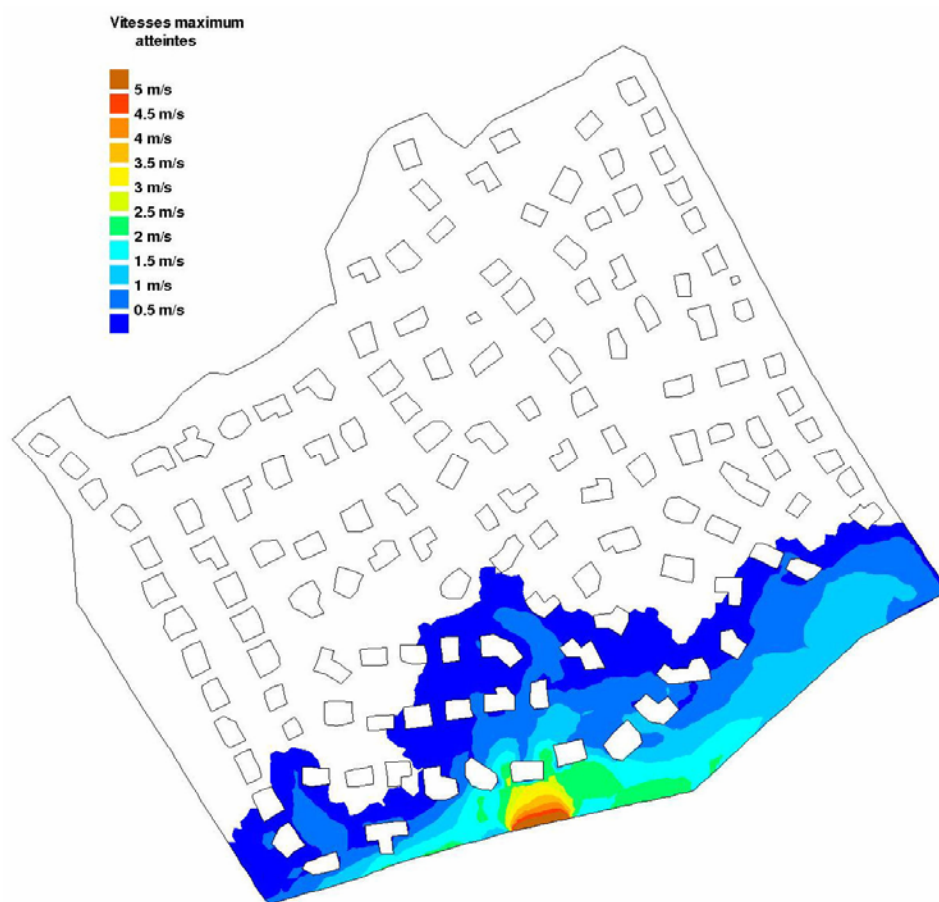
- les enjeux situés derrière la brèche (à une vingtaine de mètres) sont impactés dès les premières secondes après l'apparition de la rupture ;
- le deuxième rang d'habitations, localisé à une soixantaine de mètres à l'aval de la brèche, commence à être impacté environ 1 minute après la rupture ;
- le temps d'arrivée de la hauteur maximale au droit des enjeux est de l'ordre de 5 minutes après la rupture de la digue.



Scénario 1 : Cartographie des vitesses d'écoulement à 12s



Scénario 1 : Cartographie des vitesses d'écoulement à 60s



Scénario 1 : Cartographie des vitesses d'écoulement maximales sur la durée de la simulation

### Analyse des vitesses d'écoulement :

Notons, en préambule, que les valeurs de vitesses données dans les graphes ci-avant sont fortement influencées par l'hypothèse de rupture instantanée adoptée au préalable (hypothèse pénalisante).

A l'observation des résultats, la cartographie des vitesses montre que, de même qu'en termes de hauteurs d'eau et toujours de façon logique, le premier rang d'habitations, et en particulier l'enjeu situé à l'arrière immédiat de la brèche, sont principalement impactés par la rupture de digue.

Les vitesses d'écoulement atteignent ainsi 3 m/s contre la face amont de l'enjeu situé à l'arrière immédiat de l'endiguement.

Latéralement, les vitesses diminuent progressivement : vitesses estimées entre 2 et 2,5 m/s au droit des deux bâtiments voisins, pour atteindre en moyenne 1 m/s au niveau des autres bâtiments du premier rang d'habitations.

Au-delà du premier rang d'habitations, les vitesses sont fortement atténuées. Elles restent globalement inférieures à 1 m/s au niveau du deuxième rang d'habitations (60 mètres à l'aval de la brèche) et à 0.5 m/s au-delà (à partir de 90 mètres à l'aval de la brèche).

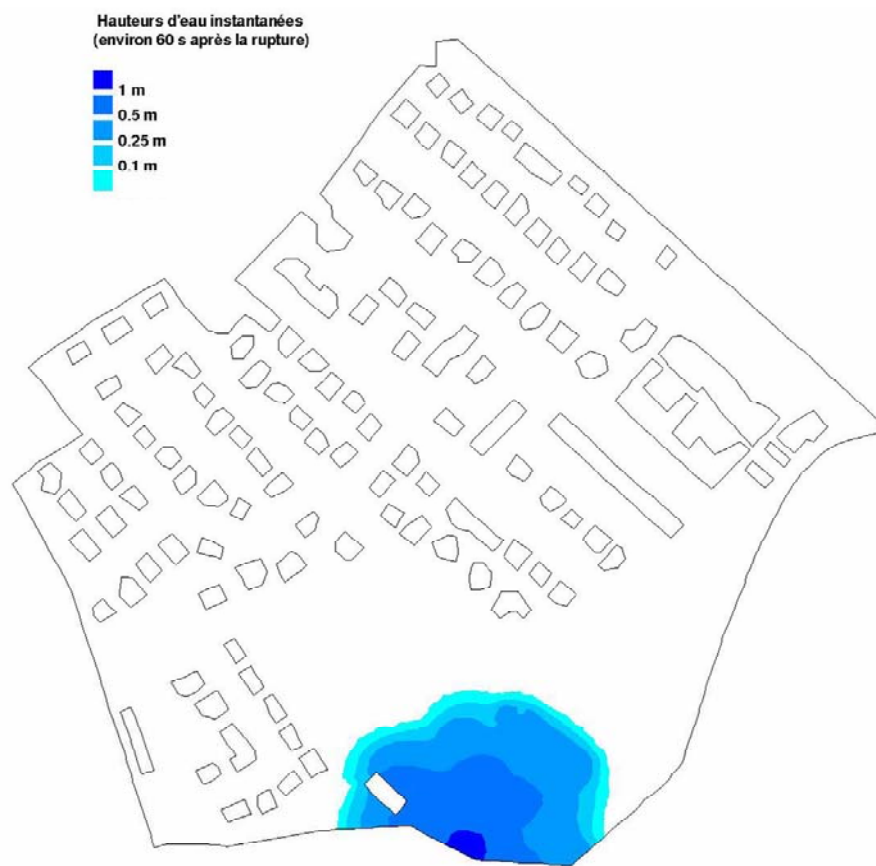
B. **Scénario 2** : endiguements plus éloignés des habitations

Des cartes de hauteurs d'eau et vitesses à différents pas de temps sont présentées ci-après ainsi que les cartes des hauteurs d'eau et vitesses maximales sur la durée de simulation :

- carte à 12 secondes après la rupture ;
- carte à 60 secondes après la rupture ;
- cartes des hauteurs et vitesses maximales.







Scénario 2 : Cartographie des hauteurs d'eau à 60s



Scénario 2 : Cartographie des hauteurs d'eau maximales sur la durée de la simulation

### Analyse des hauteurs d'eau :

Notons en préambule que :

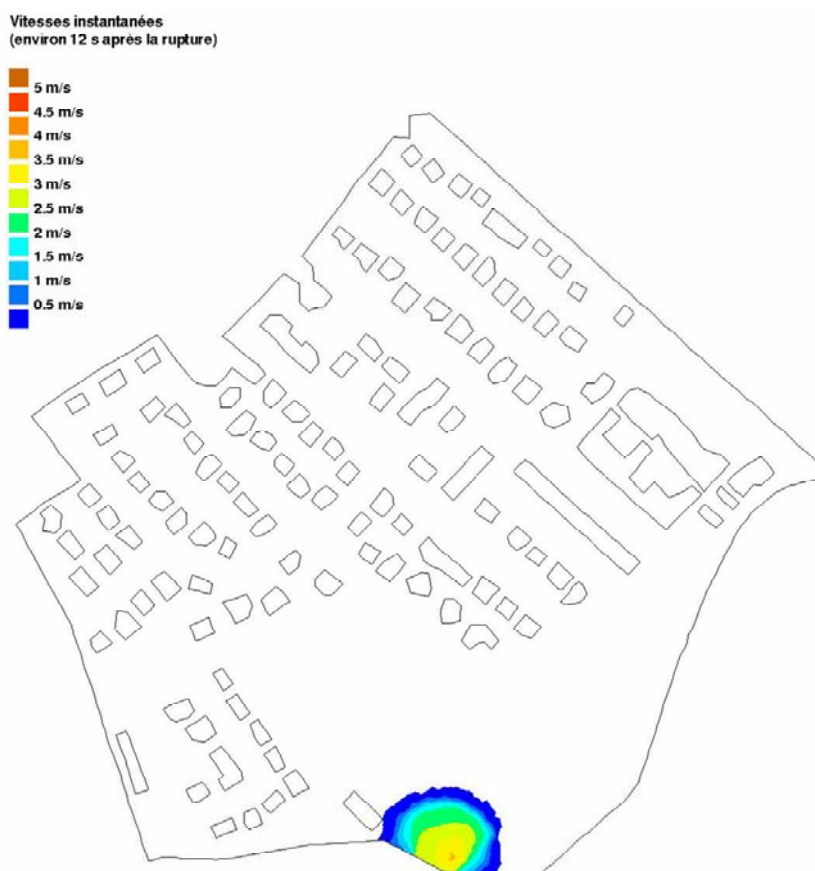
- En un point donné, les hauteurs d'eau maximales pouvant être observées lors du phénomène de rupture ne sont pas systématiquement atteintes en fin de simulation ;
- L'hypothèse pénalisante de niveau d'eau constant devant la brèche tend à surestimer les valeurs de hauteurs atteintes.

A l'observation des résultats, on remarque que les hauteurs d'eau sont globalement homogènes à l'intérieur de la zone impactée, comprises entre 0.5 et 1 mètre.

### Analyse de la propagation de l'onde :

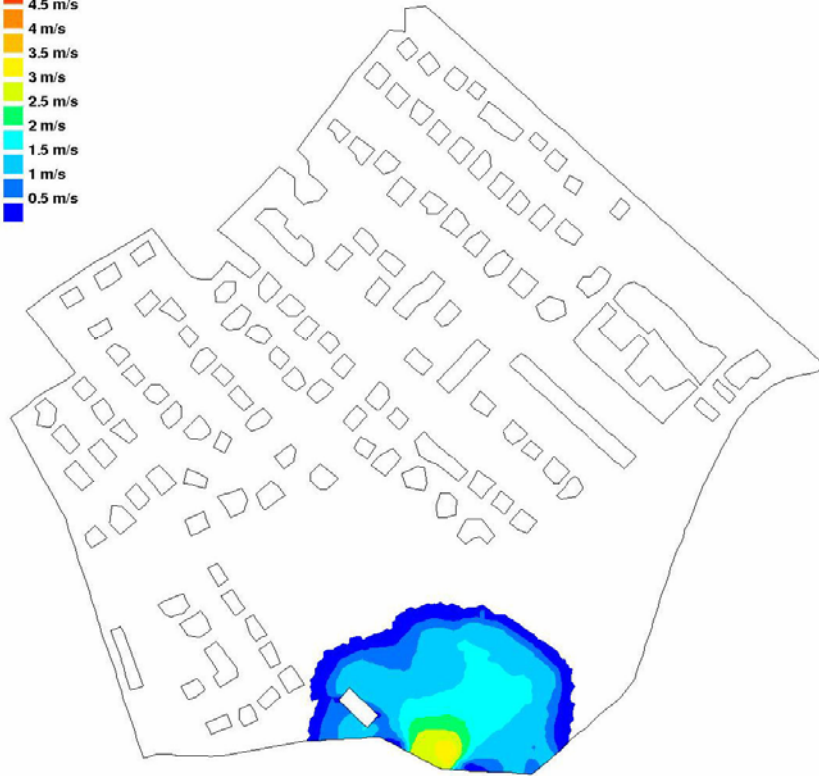
La simulation, qu'il est nécessaire de replacer dans le cadre de l'hypothèse de rupture instantanée, met toutefois en évidence le caractère rapide de la propagation de l'onde rupture modélisée :

- les premiers enjeux, localisés à 100 mètres de la brèche, sont inondés environ une minute après l'apparition de la rupture ;
- le temps d'arrivée de la hauteur maximale au droit des enjeux est au moins égale à 10 minutes après la rupture de la digue. Les écoulements poursuivent ensuite leur cheminement en champ majeur gauche aval.



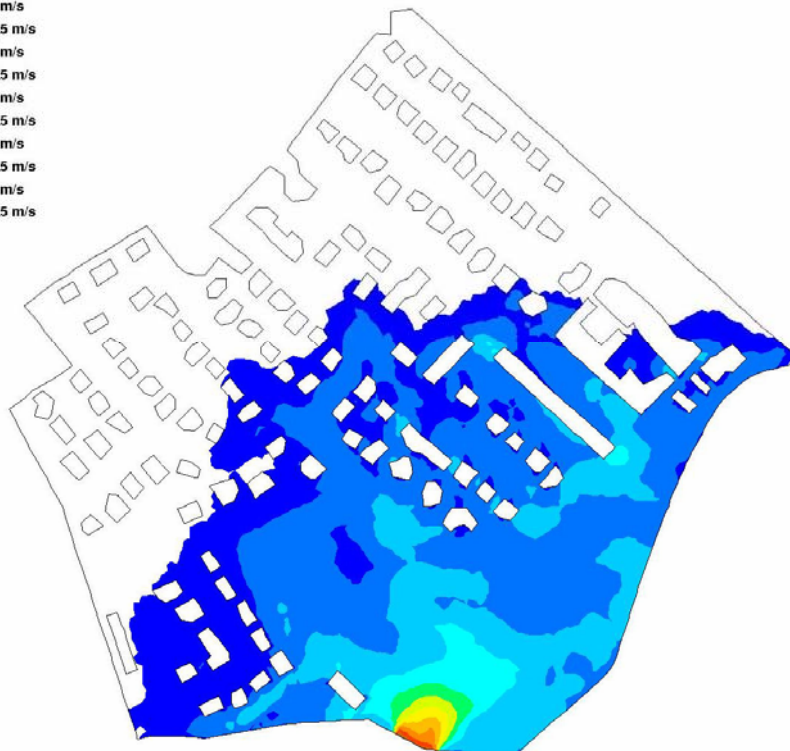
Scénario 2 : Cartographie des hauteurs d'eau à 12s

Vitesses instantanées  
(environ 60 s après la rupture)



Scénario 2 : Cartographie des vitesses d'écoulement à 60s

Vitesses maximum  
atteintes



Scénario 2 : Cartographie des vitesses d'écoulement maximales sur la durée de la simulation

### Analyse des vitesses d'écoulement :

Notons, en préambule, que les valeurs de vitesses données dans les graphes ci-avant sont fortement influencées par l'hypothèse de rupture instantanée adoptée au préalable (hypothèse pénalisante).

A l'observation des résultats, la cartographie des vitesses montre qu'au droit des enjeux (situés à partir de 100 mètres à l'aval de la brèche), les vitesses maximales atteintes sont globalement comprises entre 0,5 et 1m/s et peuvent atteindre ponctuellement 1,5 m/s. Elles sont dans l'ensemble moins élevées, au droit des enjeux, que lors du scénario précédent, et restent inférieures à 0.5 m/s au-delà de 300 à 350 m à l'aval de la brèche.

#### 8.3.5.4. CONCLUSION : EXTRAPOLATION AUX DIGUES DU GIESSEN

L'analyse des résultats des deux scénarios de rupture permet de cerner les conditions d'écoulement induites par le phénomène de rupture dans deux cas donnés :

##### ➤ Enjeux proches :

**Les enjeux situés à l'arrière de la brèche, au niveau du premier rang d'habitations (d≈20m), seront impactés dès quelques secondes après l'apparition de la rupture de digue.**

**Ils seront atteints par des hauteurs d'eau relativement élevées (de 0,5 à 1 mètre) et par de fortes vitesses (de l'ordre de 3 m/s).**

Le second rang d'habitations (d≈60m), sera impacté de l'ordre de la minute après l'apparition de la rupture de digue.

Les enjeux au second rang seront atteints par des hauteurs d'eau plus limitées (de l'ordre de 0,5 mètre) et par des vitesses restant élevées (de l'ordre de 1 m/s).

A noter aussi que les enjeux situés à l'arrière de la brèche, au-delà du second rang d'habitations (d≥90m), seront impactés de l'ordre de la minute après l'apparition de la rupture de digue.

Ils seront atteints par des hauteurs d'eau limitées (inférieures à 0,25 mètre) et par des vitesses faibles (inférieures à 0,5 m/s).

##### ➤ Enjeux plus éloignés :

**Dans le cas d'ouvrages pour lesquels les bâtiments sont plus éloignés des digues, les enjeux situés à l'arrière de la brèche, au niveau du premier rang d'habitations (entre 50 et 100 mètres à l'aval de la brèche), seront également impactés très rapidement : environ une minute après l'apparition de la rupture de digue.**

**L'impact est plus uniforme au droit des enjeux, avec des hauteurs d'eau globalement élevées (de 0,5 à 1 mètre) et des vitesses relativement fortes (de 0,5 à 1 m/s) ; mais cependant moins élevées que dans le cas des ouvrages précédents.**

A noter que l'atténuation de l'impact apparaît 300 à 350 mètres à l'aval de la brèche avec des vitesses inférieures à 0,5 m/s.

Ainsi, nous constatons que les bâtiments atténuent les vitesses rapidement : la vitesse diminue à 0,5 m/s à partir de 90 m en arrière de la brèche dans les zones bâties, alors qu'en absence d'habitations, cette même vitesse est atteinte au-delà de 300 à 350 m derrière la brèche.

**En extrapolant les résultats aux digues du Giessen, nous pourrions considérer une cinétique rapide (zone dans laquelle la vitesse sera très forte et diminuera progressivement jusqu'à 0,5 m/s) :**

- **Sur les 100 premiers mètres en arrière d'une brèche sur les tronçons 1.3, 2.2 et 2.3 ;**
- **Sur les 300 premiers mètres en arrière d'une brèche sur les tronçons 1.1, 1.2 et 2.1.**

**Au-delà, nous pourrions considérer que les enjeux sont situés dans des zones à cinétique lente, c'est-à-dire où les écoulements suite à une rupture s'apparenteraient à ceux obtenus en l'absence de digue, i.e. en situation actuelle.**

## 8.4. INTENSITE ET CINETIQUE

Les simulations précédentes ont montré que sur l'ensemble des endiguements projetés, l'impact d'une éventuelle brèche dans une partie d'un endiguement, au droit des premiers enjeux à l'arrière de la brèche, sera très rapide après l'apparition de la rupture (de quelques secondes à une minute), et se caractérisera par de fortes vitesses et des hauteurs d'eau relativement élevées.

Par ailleurs, la gravité des conséquences liées au phénomène de rupture est croissante avec la diminution de la distance des ouvrages aux premiers enjeux.

Nous chercherons dans ce paragraphe à analyser l'intensité et la cinétique de l'onde de submersion libérée lors d'une défaillance des digues du Giessen.

### 8.4.1. RUPTURE DE LA DIGUE N°1

Nous avons vu que la défaillance la plus probable de la digue n°1 était la rupture par surverse puis la rupture par érosion externe. La première nommée n'a pas plus de chances de se produire à un endroit qu'à un autre.

En revanche, étant donné le positionnement de la digue vis-à-vis du lit mineur et les vitesses d'écoulements maximales atteintes, nous pouvons considérer que l'érosion externe serait plus forte au droit du tronçon 1.2, entre la voie ferrée et le pont de la RD1083.

Nous ferons l'hypothèse sécuritaire que quelle que soit la position de la brèche, la zone de cinétique lente aura pour limites l'enveloppe de zones inondables en situation actuelle (i.e. la zone protégée), hormis bien entendu la zone immédiatement en arrière de brèche qui sera en cinétique rapide.

Nous considérerons 2 scénarios :



- Scénario A - le plus probable : brèche au droit du tronçon 1.2 ;
- Scénario B - le plus contraignant en termes de proximité des enjeux forts : brèche au droit du tronçon 1.3.

#### 8.4.1.1. SCENARIO A

Nous considérons ici une rupture du corps de digue 1.2, suite à une ouverture de brèche instantanée et de 30 m de large.

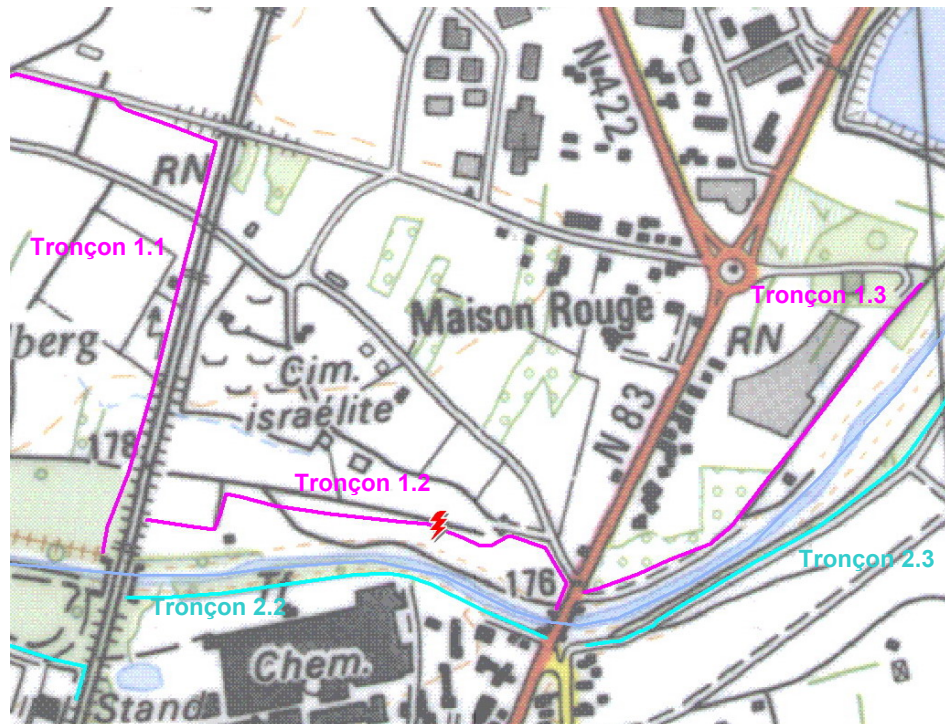
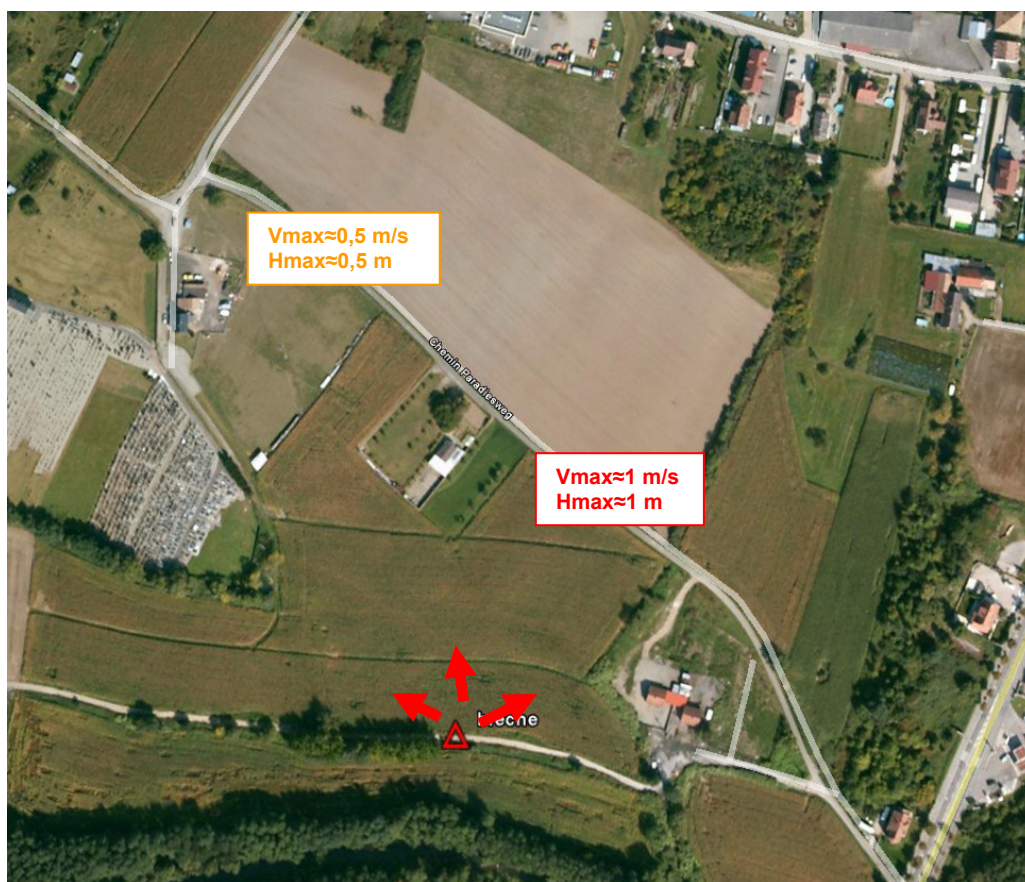


Figure 34 : Scénario A - Localisation de la brèche dans le tronçon 1.2

En s'appuyant sur les résultats de simulation sous TELEMAT, nous pouvons estimer que la propagation de l'onde serait la suivante :

- Environ 60s suite à la rupture, la première habitation, à 100 m de la brèche, est atteinte par l'onde, avec des vitesses maximales d'environ 1 m/s et des hauteurs pouvant atteindre 1 m ;
- Les bâtiments longeant la RD1083, situés à environ 300 m de la brèche, seraient atteints moins de 10 minutes après la rupture ;
- L'onde s'atténuerait à l'est au niveau de la route départementale et au nord au niveau du chemin Paradiesweg.

Globalement, les habitations situées le long du Paradiesweg et de la RD1083 (à l'ouest de la chaussée) seraient situées dans une zone de cinétique rapide.



**Figure 35 : Scénario A – Enjeux les plus vulnérables suite à une rupture du tronçon 1.2**

Au-delà de 300 m, nous pouvons considérer que les enjeux seront concernés par une cinétique lente, et que la zone impactée s'étendrait jusqu'à la route d'Epfig au Nord, de la même manière que pour la crue centennale en situation actuelle.

En conclusion, la figure suivante présente les conséquences d'une rupture du tronçon de digue 1.2. Le dénombrement des personnes soumises au risque de rupture se décomposerait de la façon suivante :

- Zone à cinétique rapide : environ 25 personnes ;
- Zone à cinétique lente : environ 192 personnes.



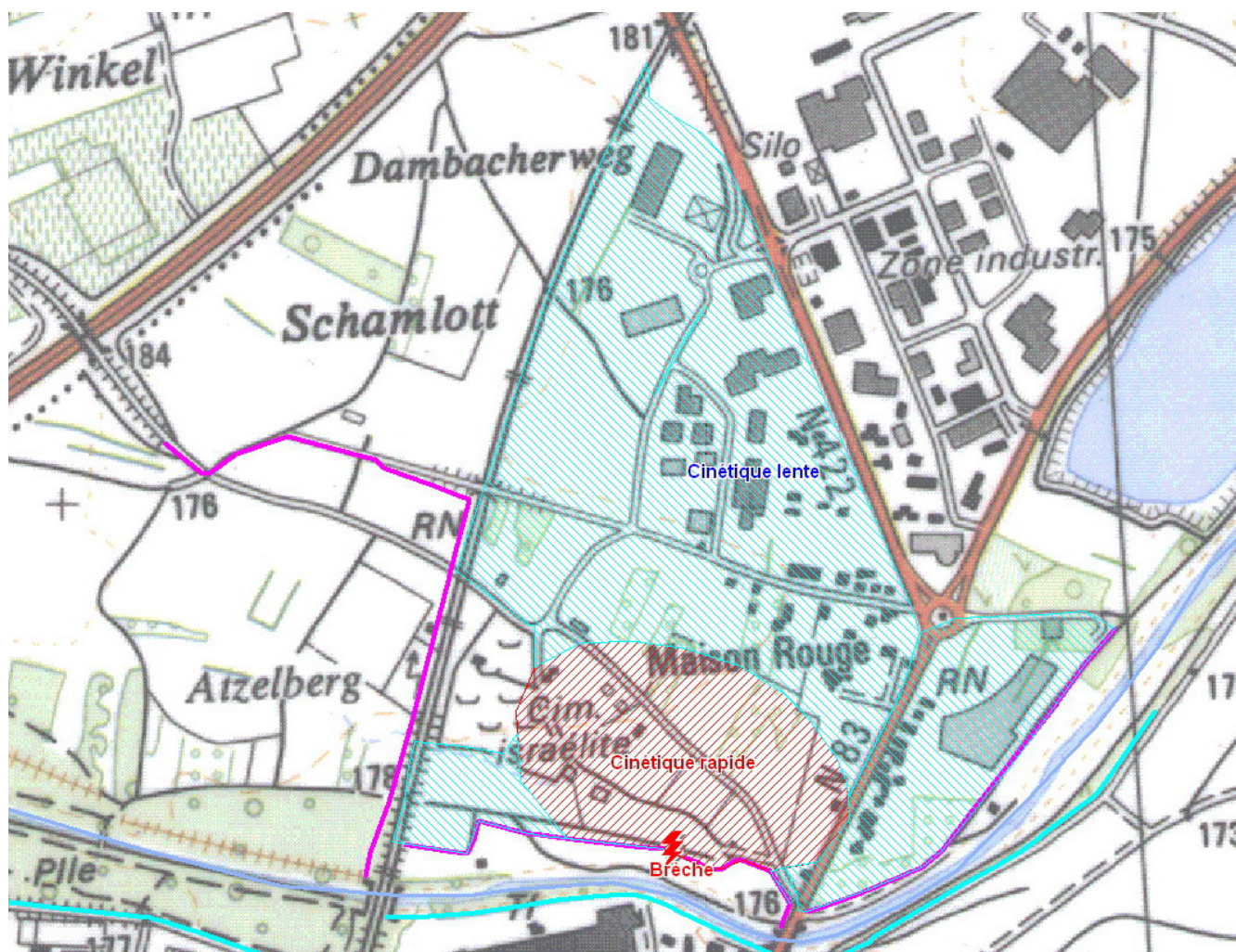


Figure 36 : Scénario A – Zones soumises à des cinétiques rapide et lente suite à une rupture du tronçon 1.2

#### 8.4.1.2. SCENARIO B

Le scénario B, à priori moins probable que le scénario A, prévoit une rupture de digue au droit du tronçon 1.3, zone où les enjeux sont les plus forts. De la même manière que dans le scénario précédent, nous considérons ici une ouverture de brèche instantanée de 30 m de large. La figure suivante permet de localiser la brèche.

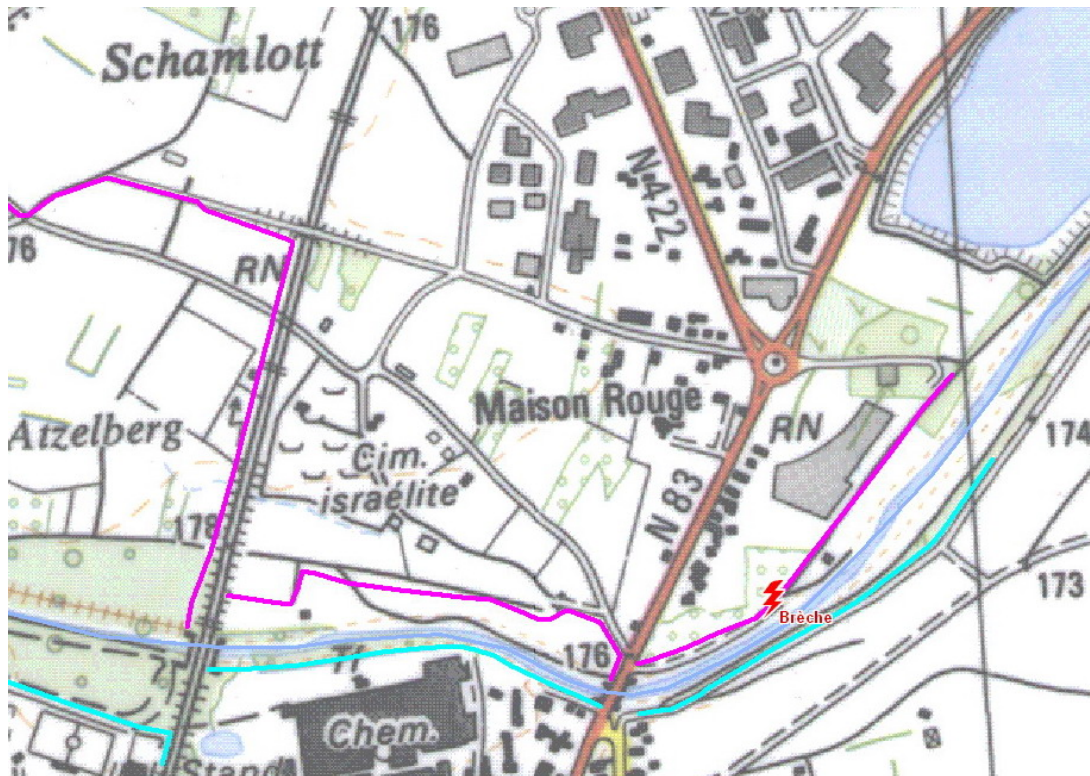


Figure 37 : Scénario B – Localisation de la brèche sur le tronçon 1.3

La hauteur de digue (et donc la charge devant la digue) est moins importante que sur le tronçon 1.2 (inférieure à 2 m), l'intensité de l'onde devrait donc être légèrement plus faible que dans le scénario A.

Les bâtiments sont, en revanche, situés plus près de la brèche devraient contribuer à atténuer plus rapidement l'onde de rupture que dans le cas précédent.

La zone de cinétique rapide devrait dépasser la RD1083 (située à 150 m environ de la brèche). Les bâtiments (centre commercial, station service, habitations) localisés en amont de la route (côté brèche) pourraient être atteints par des vitesses d'environ 1 m/s, et des hauteurs atteignant 1 m.

De l'autre côté de la route, les vitesses devraient être légèrement plus faibles, de l'ordre de 0,5 m/s et les hauteurs inférieures à 1 m.

L'atténuation de l'impact apparaîtrait à l'ouest de la RD1083.

La figure ci-après résume le phénomène de rupture au droit du tronçon 1.3. Le dénombrement des personnes soumises au risque de rupture se décomposerait de la façon suivante :

- Zone à cinétique rapide : environ 50 personnes ;
- Zone à cinétique lente : environ 167 personnes.



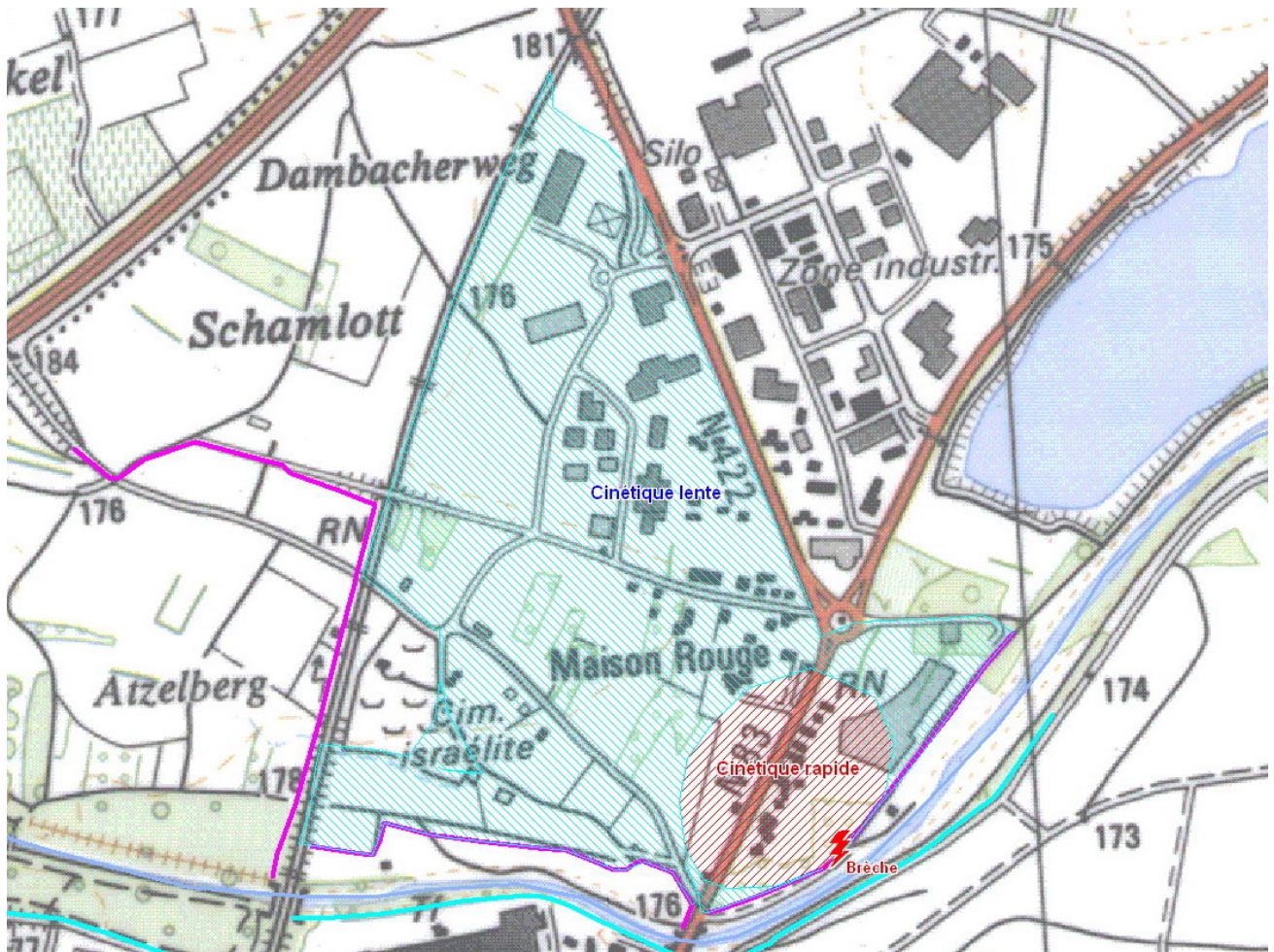


Figure 38 : Scénario B – Zones soumises à des cinétiques rapide et lente suite à une rupture du tronçon 1.2

#### 8.4.2. RUPTURE DE LA DIGUE N°2

Nous avons vu que la défaillance la plus probable de la digue n°2 était le déversement et la rupture par érosion externe. La première nommée n'a pas plus de chances de se produire à un endroit qu'à un autre.

En revanche, étant donné le positionnement de la digue vis-à-vis du lit mineur et les vitesses d'écoulements maximales atteintes, nous pouvons considérer que l'érosion externe serait plus forte au droit du tronçon 2.2, entre la voie ferrée et le pont de la RD1083, et au droit du tronçon 2.3 à l'aval du pont de la RD. Par ailleurs, il s'agit probablement des 2 secteurs où le nombre de personnes exposées à de fortes vitesses sera maximal (enjeux très fort).

De la même façon que pour la digue n°1, nous ferons l'hypothèse sécuritaire que où que soit positionnée la brèche, la zone de cinétique lente aura pour limites l'enveloppe de zones inondables en situation actuelle (i.e. la zone protégée), hormis bien entendu la zone immédiatement en arrière de brèche qui sera en cinétique rapide.

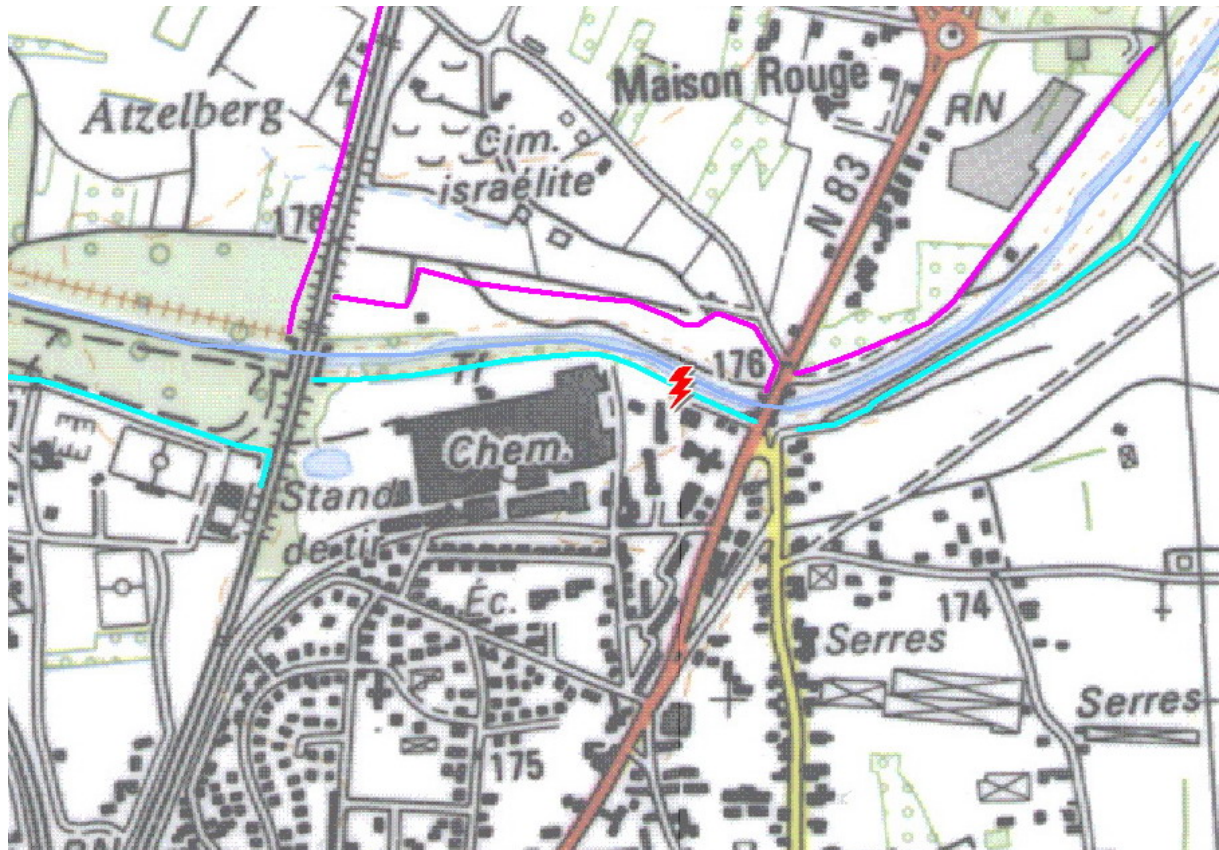
Nous considérerons les 2 scénarios suivants :

- Scénario C : rupture du tronçon de digue 2.2 en aval de la filature ;
- Scénario D : rupture du tronçon de digue 2.3 au droit des habitations.



#### 8.4.2.1. SCENARIO C

Nous faisons l'hypothèse dans ce scénario, de l'ouverture instantanée d'une brèche de 30 m de large au droit du tronçon 2.2 en amont du pont de la RD1083. La figure ci-dessous permet de localiser la brèche :



**Figure 39 : Scénario C – Localisation de la brèche sur le tronçon 2.2**

Le scénario se rapproche, d'un point de vue cinétique et intensité, du scénario 1 évoqué au paragraphe 8.2.5.3. Les enjeux sont en effet situés immédiatement en arrière de la digue :

- Immeubles à environ 30-40 m de la brèche ;
- Habitations individuelles à environ 200 m de la brèche ;
- Ecole primaire Jean Monnet à environ 270 m derrière la brèche.

Notons que la protection, à l'endroit où l'on fait l'hypothèse d'une formation de brèche, est composée d'un mur en béton d'une hauteur de 1,40 m environ. La probabilité d'une brèche formée suite à un phénomène d'érosion externe est plus faible que dans le cas d'une digue en terre. En revanche, la rupture serait quasi-instantanée.

La probabilité d'une rupture de digue sur le tronçon 2.2 serait plus importante au droit de la filature, mais les conséquences d'une défaillance seraient dès lors fortement atténuées par ce bâtiment qui absorberait une grande partie de l'énergie libérée.







Au-delà de la rue de la filature, nous pouvons considérer que les enjeux seront concernés par une cinétique lente, et que la zone impactée s'étendrait jusqu'à la rue du Champ de Mars, vers les lotissements à l'aval de la RD1083 (en arrière du tronçon 2.3), et pourrait atteindre le secteur du Grubfeld en amont de la voie ferrée (via le passage sous la voie). Pour être sécuritaire, nous considérerons que la zone de cinétique lente s'étend jusqu'aux limites de la zone protégée.

En conclusion, la figure suivante présente les conséquences d'une rupture du tronçon de digue 2.2. Le dénombrement des personnes soumises au risque de rupture se décomposerait de la façon suivante :

- Zone à cinétique rapide : environ 320 personnes ;
- Zone à cinétique lente : environ 808 personnes, auxquelles on peut ajouter les 250 élèves et personnels de l'école primaire.

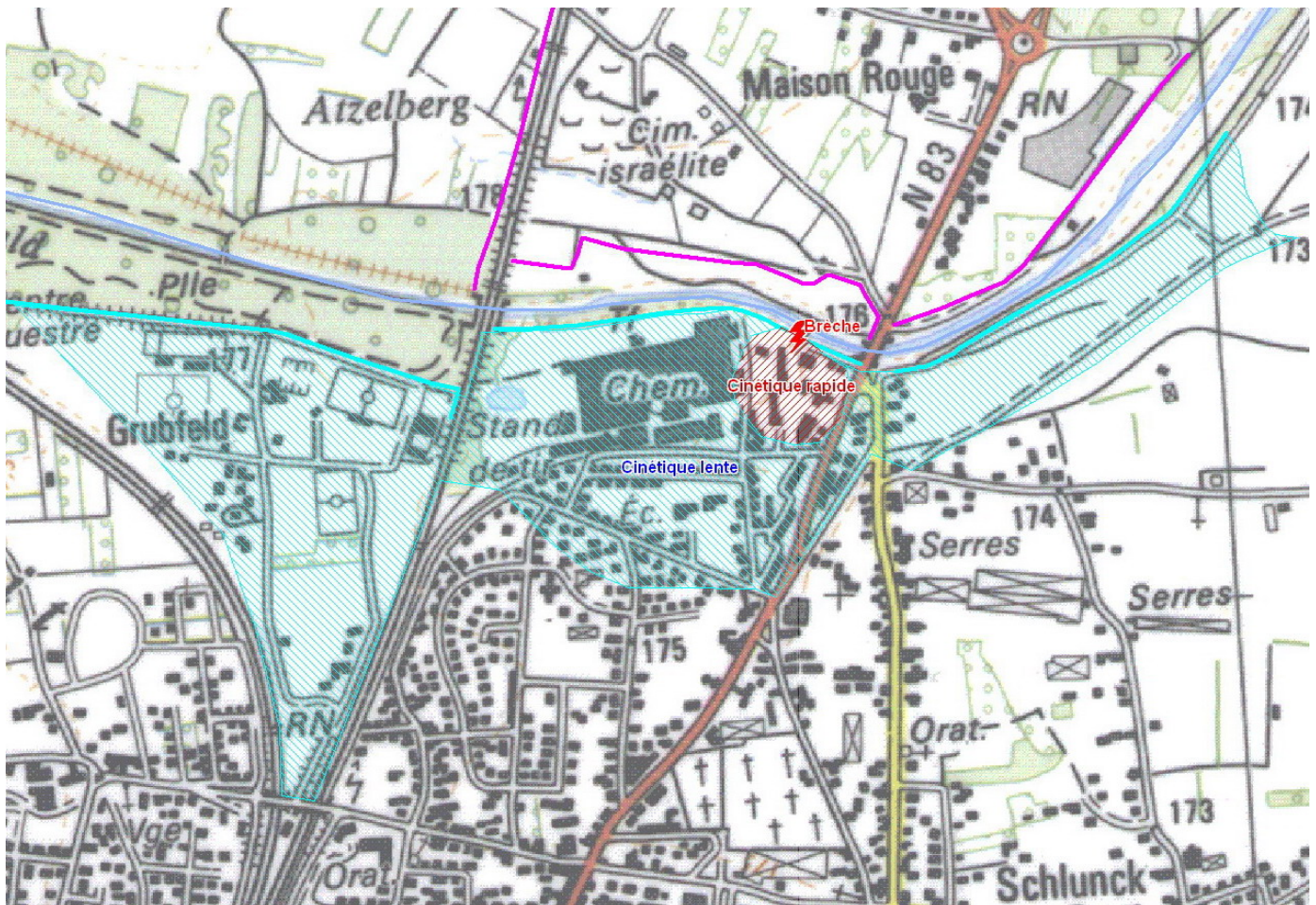


Figure 41 : Scénario C – Zones soumises à des cinétiques rapide et lente suite à une rupture du tronçon 2.2



#### 8.4.2.2. SCENARIO D

Le scénario D prévoit une rupture de digue au droit du tronçon 2.3, zone où les enjeux sont également très forts, du fait des immeubles construits récemment à proximité de la digue. De la même manière que dans le scénario précédent, nous considérons ici une ouverture de brèche instantanée de 30 m de large. La figure suivante permet de localiser la brèche.

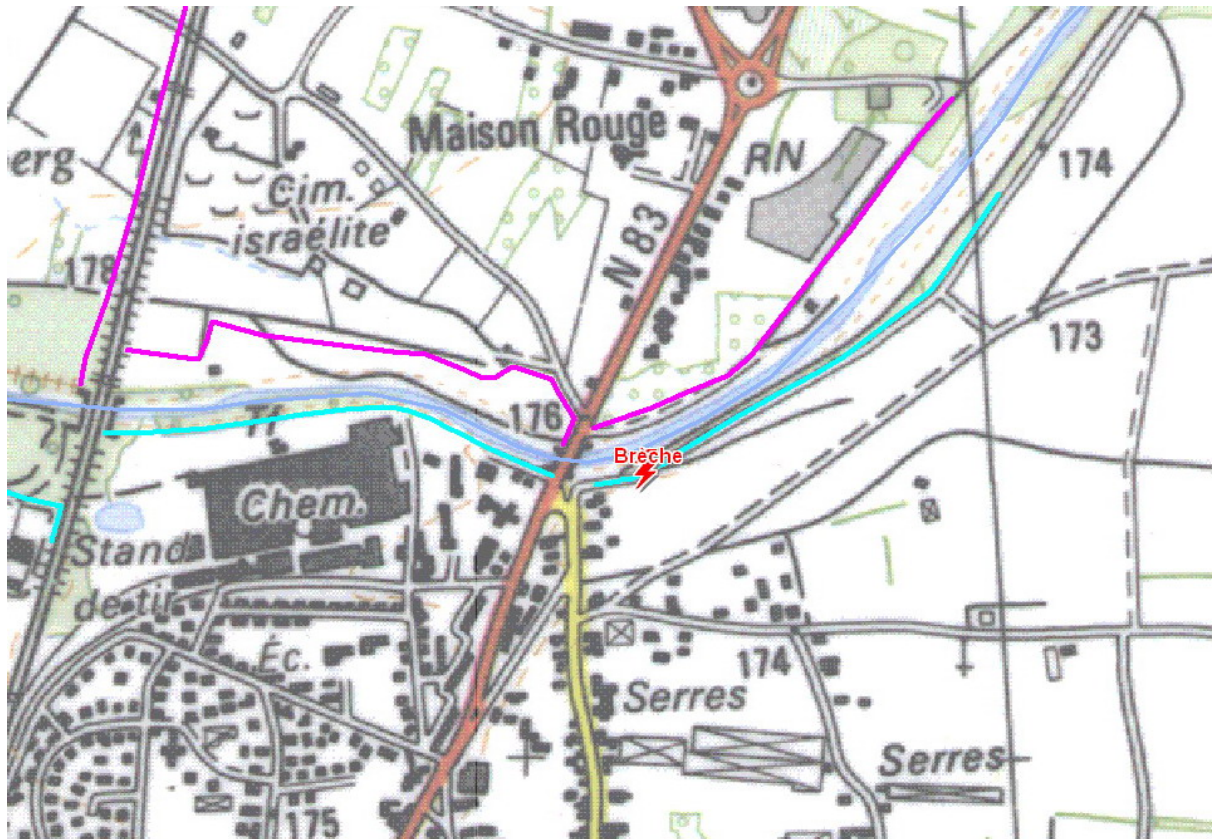


Figure 42 : Scénario D – Localisation de la brèche sur le tronçon 2.3

Etant donné que la densité de bâtiments est moindre par rapport au scénario précédent, l'onde de submersion s'atténuerait moins rapidement, la zone de cinétique rapide en découlant serait donc légèrement plus étendue.

La zone de cinétique rapide devrait s'étendre jusqu'aux habitations au sud du chemin du Grand Muehlweg et, à l'ouest, aux bâtiments entre la rue d'Ebersheim et la route de Strasbourg.

La figure ci-après présente l'impact de l'onde de rupture sur les enjeux.



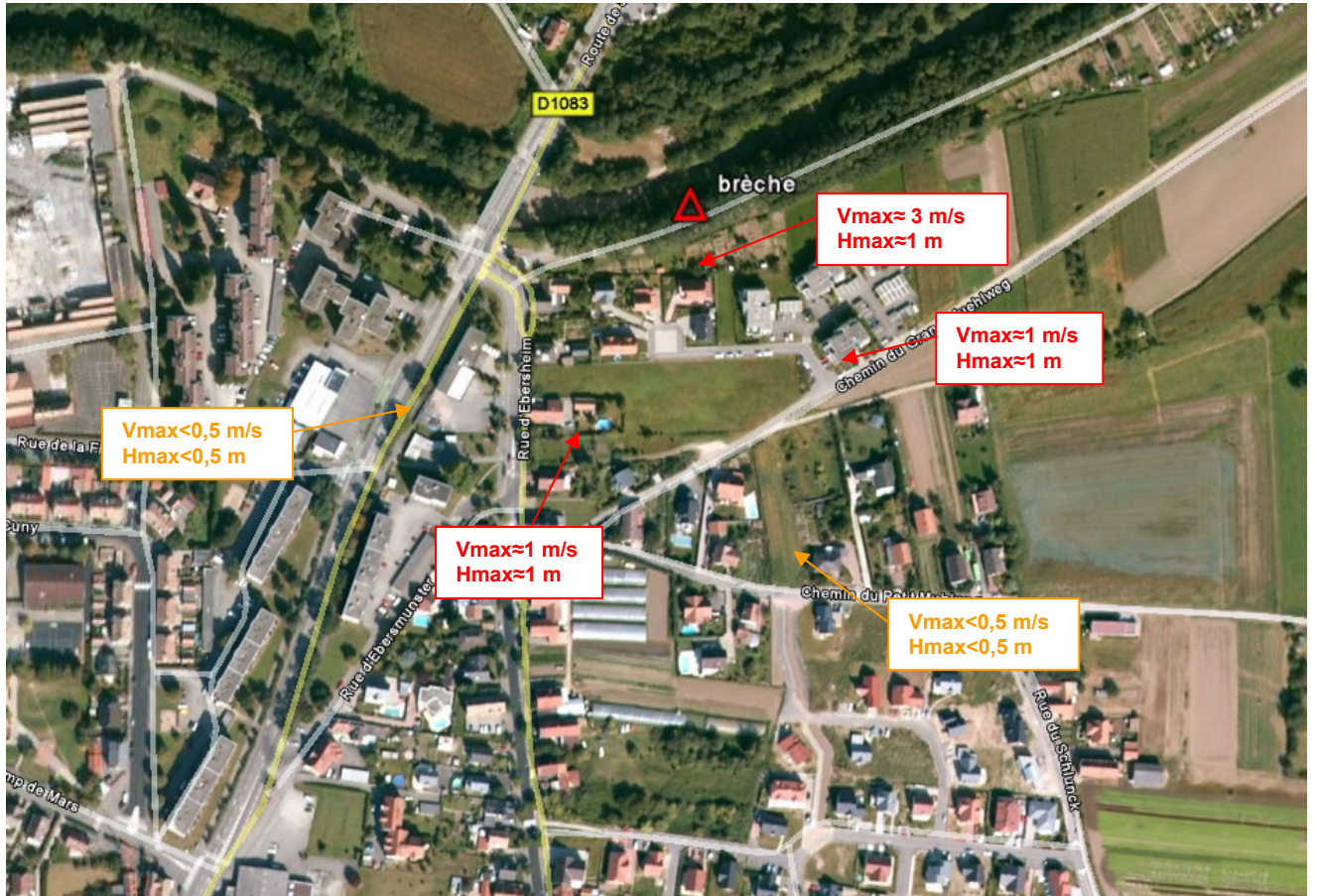


Figure 43 : Scénario D – Enjeux les plus vulnérables suite à une rupture du tronçon 2.3

La zone de cinétique rapide dépasserait légèrement les limites de la zone inondable en situation actuelle au sud du chemin du Grand Muehlweg.

La figure ci-après résume le phénomène de rupture au droit du tronçon 2.3. Le dénombrement des personnes soumises au risque de rupture se décomposerait de la façon suivante :

- Zone à cinétique rapide : environ 110 personnes ;
- Zone à cinétique lente : environ 1018 personnes.



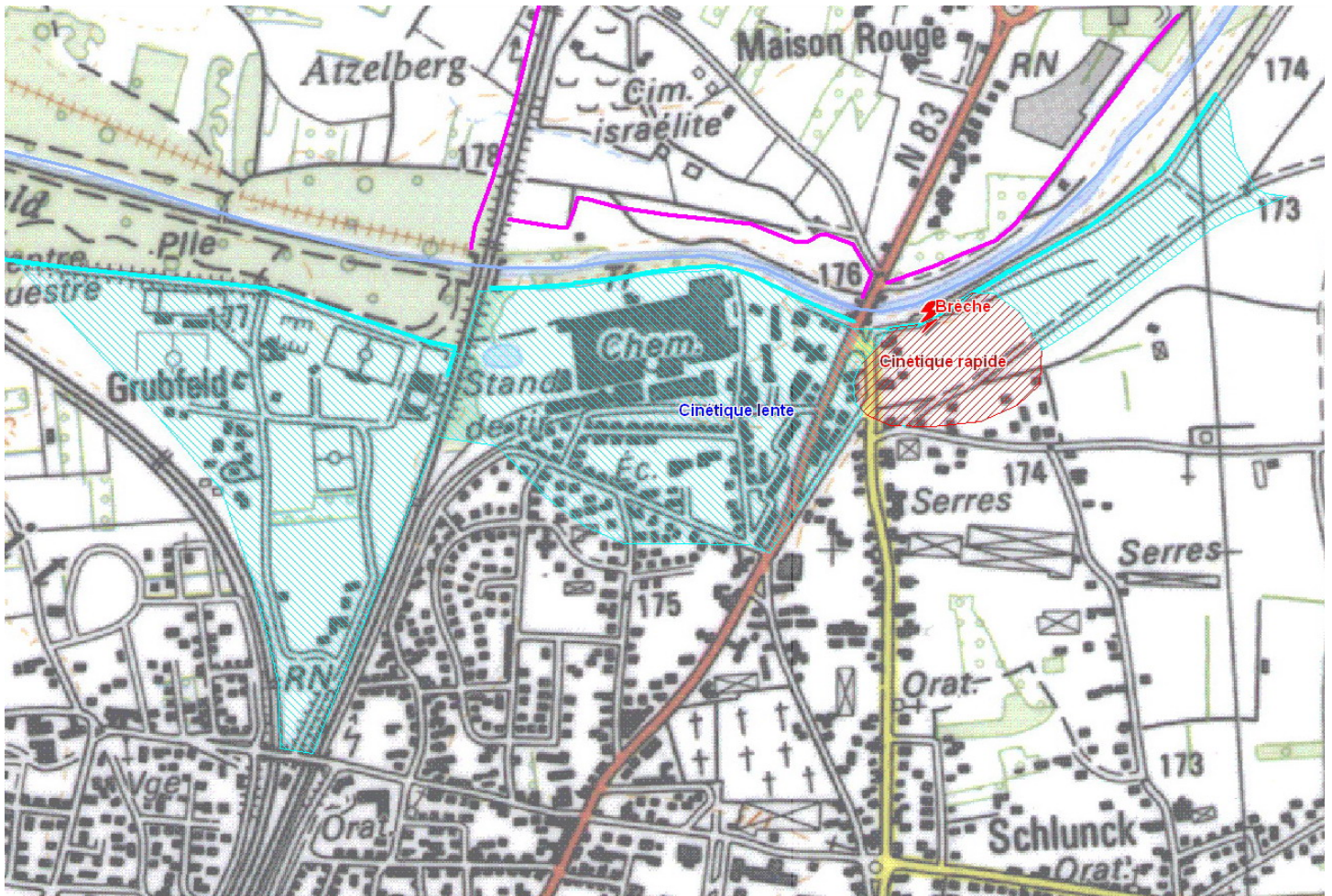


Figure 44 : Scénario D – Zones soumises à des cinétiques rapide et lente suite à une rupture du tronçon 2.3

#### 8.4.3. SUBMERSION D'UNE DIGUE

Les phénomènes de submersion de digue sans rupture se produiront pour des débits supérieurs au débit de dimensionnement des ouvrages, à savoir le débit centennal. Nous avons estimé que les déversements sur les digues seraient probables pour le débit millénal.

La lame d'eau sur les digues sera nécessairement faible pour cette gamme de débit, et l'énergie résultant de la surverse sera relativement faible du fait des hauteurs de digues envisagées. En tout état de cause, l'onde de submersion du val sera moins importante que celle analysée dans les paragraphes précédents, en termes d'intensité et de cinétique.

Seuls des enjeux situés dans les 10 premiers mètres seraient soumis à des vitesses fortes. Nous pouvons donc considérer qu'une défaillance de type surverse n'entraînera pas de cinétique rapide au droit des enjeux en arrière des digues du Giessen.

Par ailleurs, le phénomène de surverse est relativement prévisible, sous réserve d'une surveillance de la montée des eaux. De ce fait, une évacuation, même partielle, pourra avoir lieu avant le phénomène de débordement, réduisant ainsi la gravité de la défaillance (voir ci-après).

## 8.5. GRAVITE DES SCENARIOS DE DEFAILLANCE

La grille de référence suivante est issue du guide de lecture des études de dangers des barrages. Elle permet d'évaluer un accident en le ramenant à des classes de gravité. Celle proposée permet de distinguer les personnes exposées en cinétique rapide de celles situées en zone à cinétique lente.

	Nombre de personnes exposées en cinétique rapide	Nombre de personnes exposées en cinétique lente
5 Désastreux	≥1 000	≥10 000
4 Catastrophique	≥100 et <1 000	≥1 000 et <10 000
3 Important	≥10 et <100	≥100 et <1 000
2 Sérieux	≥1 et <10	≥10 et <100
1 Modéré		≥1 et <10

TABLEAU 13 : DEFINITION DES CLASSES DE GRAVITE

Cette classification appelle les constats suivants :

- La « gravité maximale » d'une défaillance de la digue n°1 sera de classe « importante » pour une cinétique lente, et de même pour une cinétique rapide puisque le nombre de personnes y étant exposées est inférieur à 100 ;
- La « gravité maximale » d'une défaillance de la digue n°2 sera de classe « catastrophique » du point de vue d'une cinétique lente ou rapide.

Nous retiendrons la gravité maximale obtenue pour les scénarios de rupture de chacune des digues :

- Les scénarios A et B concernant la digue n°1, ont la même gravité, à savoir « importante » ;
- Les scénarios C et D concernant la digue n°2 ont la même gravité, à savoir « catastrophique ».

Enfin, pour l'estimation de la gravité d'une rupture lente (ou d'une surverse), nous faisons l'hypothèse d'une **cinétique lente**. Cette hypothèse est cohérente, d'une part car l'onde de rupture aura une intensité et une cinétique plus faible et, d'autre part, car la durée du mécanisme de rupture permettra une évacuation, tout au moins partielle, des habitants.

Le tableau suivant récapitule les gravités des défaillances pour chaque digue :

		Nombre de personnes exposées en cinétique rapide	Nombre de personnes exposées en cinétique lente
Rupture rapide	Digue n°1	3. Important	3. Important
	Digue n°2	4. Catastrophique	4. Catastrophique
Rupture lente	Digue n°1		3. Important
	Digue n°2		4. Catastrophique

TABLEAU 14 : GRAVITE DES DEFAILLANCES DES OUVRAGES

On se rend ainsi compte que, quelques soient la rapidité d'ouverture de la brèche et le mode de rupture (érosion, surverse, ...), **la gravité d'une rupture de la digue n°1 est « importante », et la gravité d'une rupture de la digue n°2 est « catastrophique ».**

## 8.6. CRITICITE

La criticité prend en compte simultanément la probabilité d'occurrence et la gravité des conséquences potentielles des accidents correspondants aux phénomènes dangereux identifiés dans l'étude de dangers.

Les « matrices de criticité » des digues du Giessen, ci-après, permettent de positionner les scénarios de défaillance les uns par rapport aux autres :

DIGUE N°1		PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
		"Evènement possible mais extrêmement peu probable"	"Evènement très improbable"	"Evènement improbable"	"Evènement probable"	"Evènement courant"
GRAVITE	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important	Rupture rapide par surverse ou érosion interne	Rupture lente par surverse ou érosion interne Rupture lente ou rapide par érosion externe	Déversement sans rupture		
	Sérieux					
	Modéré					

TABLEAU 15 : MATRICE DE CRITICITE DE LA DIGUE N°1

DIGUE N°2		PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
		"Evènement possible mais extrêmement peu probable"	"Evènement très improbable"	"Evènement improbable"	"Evènement probable"	"Evènement courant"
GRAVITE	Désastreux					
	Catastrophique	Rupture rapide par surverse ou érosion interne	Rupture lente par surverse ou érosion interne Rupture rapide ou lente par érosion externe	Déversement sans rupture		
	Important					
	Sérieux					
	Modéré					

TABLEAU 16 : MATRICE DE CRITICITE DE LA DIGUE N°2

On observe que le scénario le plus critique concerne la digue n°2 : déversement sans rupture, cas à la fois « improbable » et aux conséquences catastrophiques. Il convient néanmoins de considérer que ce scénario pourrait être classé dans une classe de gravité inférieure, sous réserve d'une évacuation de la zone exposée (non pris en compte dans la matrice).

**L'analyse n'intègre pas à ce stade la politique menée par la Communauté de Communes de Sélestat en termes de prévention des accidents majeurs et de système de gestion de la sécurité (SGS). Ce dispositif permettra d'assurer une évacuation préventive du site.**

En effet, toutes les procédures de surveillance de l'ouvrage que ce soit en dehors et en période de crue ainsi que la surveillance de montée des eaux du Giessen auront pour effet **d'anticiper** les décisions dans les situations d'urgence et de **prévenir le risque d'inondation**.

## 8.7. CONCLUSIONS

### 8.7.1. VALIDITE DE L'ANALYSE ET APPROFONDISSEMENT

Il convient de garder à l'esprit que l'étude de propagation de l'onde est donnée ici à titre indicatif : la topographie du lit majeur du Giessen ne peut être en tout point semblable à celle modélisée pour le Touch. Or, des études ont montré que la topographie joue un rôle considérable dans la propagation d'une onde de rupture.

**Néanmoins, la méthode utilisée permet de donner un bon ordre de grandeur des vitesses et des hauteurs d'eau occasionnées par une rupture de digue. Elle permet également de distinguer les scénarios les plus critiques et d'en estimer les conséquences.**

Ainsi, le scénario le plus critique réside dans une surverse sans rupture au droit du tronçon 2.2, au niveau du raccordement entre la digue et le mur.

Ce scénario pourra idéalement faire l'objet d'une modélisation spécifique permettant de quantifier de manière plus précise :

- Le temps d'arrivée de l'onde de rupture au droit des principaux enjeux,
- Les hauteurs d'eau atteintes,
- Les vitesses générées par une défaillance de l'ouvrage.

**Cette modélisation pourra intervenir après réalisation des ouvrages, et s'appuyer sur les observations de la première visite technique.**

L'analyse de la criticité des scénarios tient compte des barrières de sécurité suivantes :

- Surveillance des ouvrages en crue,
- Entretien régulier des digues,
- Arasement de certaines digues existantes,
- Protection de la berge rive gauche en amont du pont de la RD1083.

L'étude de réduction des risques (voir rubrique 9) présente d'autres mesures permettant d'abaisser le niveau de criticité des scénarios de défaillance.

### 8.7.2. POINTS SENSIBLES DES DIGUES DU GIESSEN

L'analyse a permis de mettre en évidence les tronçons les plus vulnérables au risque de rupture, les points les plus sensibles à l'érosion :

- Tronçon 1.2, notamment le point de raccordement de la digue au remblai de la voie ferrée,
- Tronçon 2.2, notamment les points de raccordement de la digue au remblai de la voie ferrée et du mur à la digue,
- Tronçon 2.3.

**Ces tronçons sont ceux situés en avant des secteurs à plus forts enjeux, et devront être examinés plus particulièrement, lors des visites de surveillance.**





## 9. ETUDE DE REDUCTION DES RISQUES

---



La réduction des risques peut prendre la forme d'une réduction de la gravité d'une défaillance (évacuation des zones protégées par exemple) ou bien d'une réduction de la probabilité (renforcement des ouvrages).

Nous listons ici les mesures qui pourraient être prises lors de la réalisation du projet pour abaisser le niveau de risque derrière chacune des digues.

## 9.1. MESURES DE REDUCTION DES RISQUES

### 9.1.1. LA SURVEILLANCE DE L'OUVRAGE ET DES CRUES

La réduction des risques sera effective grâce à un système efficace de surveillance de la digue, en dehors et en période de crue. Celle-ci sera faite telle qu'exposée par le Système de Gestion de la Sécurité (SGS) appliqué pour l'ouvrage (voir chapitre 4).

Cette barrière de sécurité a d'ores-et-déjà été prise en compte dans l'analyse effectuée dans la rubrique 8.

### 9.1.2. L'INFORMATION ET LA PREVENTION

Comme pour n'importe quel risque, la conscience du risque parmi les populations concernée est un élément prépondérant pour la réduction de gravité des conséquences.

Des dispositions constructives ou d'équipement peuvent être ainsi mises en œuvre :

- Murets, plantations végétales pour freiner la vitesse d'une onde de submersion,
- Positionnement d'équipements sensibles en lieux moins vulnérables,
- Orientation des ouvertures des bâtiments à l'opposé du sens de propagation d'une hypothétique onde de submersion,
- Préservation d'accès, et chemins pour une évacuation rapide des personnes,
- ...

La conscience du risque permet aussi d'accroître la vigilance des personnes les plus exposées, lors des crues du Giessen.

### 9.1.3. L'EVACUATION PREVENTIVE ET D'URGENCE

L'évacuation sera effective une fois l'alerte donnée par le personnel chargé de la surveillance de la digue.

**Les risques de rupture rapide doivent conduire à une évacuation préventive dès que le niveau de crue annoncé dépassera un certain seuil à définir.**

#### 9.1.4. PROTECTION CONTRE L'EROSION

Il pourrait être envisagé de protéger la berge et le pied de digue au droit des tronçons 2.3 et 2.3, en rive droite amont et aval de la RD1083. Il s'agit en effet des secteurs où les vitesses sont les plus fortes et le corps de digue au plus proche du lit vif.

Néanmoins, 222 ml d'ouvrage de protection seront constitués d'un mur en béton, bien moins vulnérable à l'érosion externe que ne peuvent l'être les digues en terre. Vers l'amont, la filature atténuerait la gravité d'une défaillance (nombre de personnes soumises à une cinétique rapide probablement inférieure à 100 personnes). Il convient également de garder à l'esprit que le risque peut être considéré comme acceptable, au même titre que les autres modes de rupture (« évènement très improbable »), comme le montre la matrice de criticité.

Des protections de type enrochements de pied de berge associées à des techniques végétales (techniques mixtes) pourraient diminuer la sensibilité de la digue à l'érosion externe. Ces dispositifs pourront le cas échéant être mis en place suite à des observations du comportement des ouvrages lors des premières montées d'eau suivant leur mise en service.

## 9.2. ANALYSE DE LA REDUCTION DES RISQUES

Les mesures listées ci-dessus sont autant de barrières de sécurité à inclure dans le Nœud Papillon des digues du Giessen.

Nous estimons ci-après les niveaux de criticité attendus après mises en place des nouvelles barrières de sécurité suivantes :

- **Information et prévention,**
- **Evacuation préventive.**

Ces barrières de sécurité seront mises en œuvre immédiatement après réalisation des digues.

Elles permettront de limiter l'exposition des personnes aux défaillances des digues, et donc de réduire la gravité d'une rupture.

Le système d'évacuation devrait permettre au minimum d'évacuer toute la population soumise à une cinétique rapide (environ 300 personnes au maximum). En ce qui concerne les zones à cinétique lente, nous considérons que l'évacuation permettra d'abaisser d'au moins une classe la gravité d'une défaillance (évacuation d'environ 150 personnes au minimum). Le tableau suivant présente les classes de gravité attendues :

COMMUNAUTE DE COMMUNES DE SELESTAT  
**PROTECTION DE LA VILLE DE SELESTAT CONTRE LES CRUES DU GIESSEN**  
**FASCICULE N° 6 : ETUDE DE DANGERS**

		Nombre de personnes exposées en cinétique rapide	Nombre de personnes exposées en cinétique lente
Rupture rapide	Digue n°1	1. Modéré	2. Sérieux
	Digue n°2	1. Modéré	3. Important
Rupture lente	Digue n°1		2. Sérieux
	Digue n°2		3. Important

TABLEAU 17 : CLASSES DE GRAVITE ATTENDUES APRES MISE EN PLACE DES BARRIERES DE SECURITE

Ainsi, les niveaux de criticité attendus après réalisation des digues et mises en place de ces barrières seront les suivants :

DIGUE N°1		PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
		"Evènement possible mais extrêmement peu probable"	"Evènement très improbable"	"Evènement improbable"	"Evènement probable"	"Evènement courant"
GRAVITE	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important					
	Sérieux	Rupture rapide par surverse ou érosion interne	Rupture lente par surverse ou érosion interne Rupture lente ou rapide par érosion externe	Déversement sans rupture		
	Modéré					

TABLEAU 18 : MATRICE DE CRITICITE ATTENDUE DE LA DIGUE N°1 APRES MISE EN PLACE DES BARRIERES DE SECURITE

COMMUNAUTE DE COMMUNES DE SELESTAT  
 PROTECTION DE LA VILLE DE SELESTAT CONTRE LES CRUES DU GIESSEN  
 FASCICULE N° 6 : ETUDE DE DANGERS

DIGUE N°2		PROBABILITE				
		E	D	C	B	A
		"Evènement possible mais extrêmement peu probable"	"Evènement très improbable"	"Evènement improbable"	"Evènement probable"	"Evènement courant"
GRAVITE	Désastreux					
	Catastrophique					
	Important	Rupture rapide par surverse ou érosion interne	Rupture lente par surverse ou érosion interne Rupture rapide ou lente par érosion externe	Déversement sans rupture		
	Sérieux					
	Modéré					

TABLEAU 19 : MATRICE DE CRITICITE ATTENDUE DE LA DIGUE N°2 APRES MISE EN PLACE DES BARRIERES DE SECURITE



## 10. CARTOGRAPHIE





## LISTE DES CARTES

---

- CARTE 1 – LOCALISATION DU PROJET
- CARTE 2 – ZONES INONDABLES EN SITUATION ACTUELLE – CRUE CENTENNALE (*SOURCE : EST INGENIERIE*)
- CARTE 3 – LOCALISATION DES DIGUES ET ZONES DE PROTECTION
- CARTE 4 – OCCUPATION DES SOLS DES ZONES DE PROTECTION
- CARTE 5 – CARTOGRAPHIE DES ENJEUX
- CARTE 6 – RESULTATS DE SIMULATION D'UNE CRUE CENTENNALE EN SITUATION ACTUELLE – CONTOURS DE LA ZONE INONDABLE (*EST INGENIERIE, 2005*)
- CARTE 7 – RESULTATS DE SIMULATION D'UNE CRUE CENTENNALE EN SITUATION PROJET – CONTOURS DE LA ZONE INONDABLE (*EST INGENIERIE, 2005*)



**ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDEES LORS DE LA CRUE DU  
GIESSEN EN FEVRIER 1990 (DDAF)**









**ANNEXE 2 : ESTIMATION DE LA POPULATION RESIDANT DANS CHAQUE ZONE  
PROTEGEE (*CC SELESTAT, 2009*)**





Communauté de communes de SELESTAT

**Protection de la ville de SELESTAT contre les crues du GIESSEN**

Occupation des sols dans les zones de protection des digues

Zone de protection	Rue	Nb Habitants	Activités
n°1	route de Strasbourg côté est : N°50, 56, 60, 62, 64	17	hypermarché INTERMARCHE, station service TOTAL, Grebig (vente et réparations tronçonneuses), portes Importal
	route de Strasbourg côté OUEST : n°109, 123	20	
	rue du Strosackweg	74	menuiserie Rossfelder, électricité auto Vogel
	route d'Epfig RD1422 côté ouest	28	
	chemin rural Epfigerweg	37	
	chemin rural Paradiesweg	20	
	chemin rural Muehlloechelweg	1	cimetière israélite
	rue Grenchen	9	menuiseries Taglan, pièces auto Freiss, garage Alsauto, garage Michel, toitures Bilz, menuiseries Heidrich, magasin Vie Bio
	rue de Waldkirch	3	garage Ford, jardinerie Pfister, magasin Tennispro, expert auto Barth, automatismes Pneumax, serrurerie Keller, ambulances Mader, comptables Ehrhardt
	rue de Charleroi	8	transports Capelle, vins Hauler, décapage Métalboi, société JCB Bernard, rotisseries alsaciennes
	<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	
n°2	rue des Chênes	8	carrelages Morreale
	rue des Sapins	27	club house AS Portugais
	chemin rural Grubweg	0	stand de tir sportif
	rue du Champs de Mars	69	
	boulevard Paul Cuny	190	école primaire Jean Monnet : élèves + personnel : 250 personnes
	rue de la Filature	296	
	quai du Giessen	26	
	route de Strasbourg : N°69 à 96	331	électricité Confort.com, garage Ménétré
	rue de l'Œuvre : N°26 à 43	54	
	rue de l'Oslo	7	
	rue Sainte Odile : N°66 à 74	14	
	rue d'Ebersheim : N°66 à 78	13	Véolia Eau + écussons Männel
	rue Frédéric Fiebig	93	
<b>TOTAL</b>	<b>1128</b>		







**ANNEXE 3 : CONSIGNES ECRITES DES DIGUES**



---

## CONSIGNES ECRITES DES DIGUES

---

Dès le début de la construction de l'ouvrage, le propriétaire ou l'exploitant de tout barrage ou digue ouvre puis met régulièrement à jour un **dossier de l'ouvrage**.

La Communauté de Communes de Sélestat, dans le cadre du projet de protection de la ville de Sélestat contre les crues du Giessen, mettra en œuvre un dossier présentant les consignes écrites, telles que développées ci-dessous.

Les consignes écrites devront notamment préciser :

- Les consignes relatives aux visites de surveillance,
- Les consignes de crue,
- Les consignes relatives aux visites techniques approfondies.

### 1. VISITES DE SURVEILLANCE

Les visites de surveillance consistent à réaliser une inspection visuelle des digues afin de repérer d'éventuels désordres pouvant affecter les ouvrages.

#### 1.1. PERIODICITE DES VISITES

Ces visites seront programmées au moins une fois par an pour chacune des digues, de préférence durant l'automne, avant la période de crues (décembre à mai).

En outre, des visites de surveillance auront lieu après tout évènement particulier (crues et séismes).

#### 1.2. ORGANISATION ET PERIMETRE DES VISITES

Les visites devront couvrir **l'ensemble du linéaire d'endiguement**. Elles consisteront à récolter l'ensemble des **informations visibles** sur les désordres ou présomptions de désordre affectant l'une ou l'autre composante des digues.

Elles seront effectuées par 2 agents au minimum, qui parcourront **à pied** les ouvrages.

On s'attardera à observer :

- Les talus côté rivière : anse d'érosion, protection en pied de talus, ravines, ...
- Les crêtes de digue : fissures sur chaussées, état de la voie de crête, irrégularités, affaissements, ornières, ...
- Les talus côté val : ravines, végétation, terriers, indices de fuite, état de la voirie en pied de talus, ...

- Le mur de protection en rive droite : fissures, affouillements, usure du béton, ...

Les désordres et informations répertoriées seront consignés sur une fiche de visite, et illustrés par un dossier photographique.

Les observations ainsi faites seront comparées avec les documents contenant les conclusions des précédentes visites afin d'analyser les évolutions de tel ou tel désordre.

### 1.3. POINTS PARTICULIERS A OBSERVER

Les visites de surveillance devront en particulier porter sur les points les plus vulnérables des digues du Giessen, à savoir :

- Les points de raccordement des tronçons 1.2 (rive gauche, secteur médian) et 2.2 (rive droite, secteur médian) au remblai de la voie ferrée,
- Le tronçon 1.2 (rive gauche, secteur médian) en amont du pont de la RD1083, du fait des vitesses et des turbulences induites par l'ouvrage de franchissement,
- Le point de raccordement de la digue en remblai au mur sur le tronçon 2.2 (rive droite, secteur médian),
- Le tronçon 2.3 (rive droite, secteur aval), situé en extrados et exposé à des vitesses plus fortes que les autres tronçons.

## 2. CONSIGNES DE CRUE

Les consignes précisant les dispositions spécifiques à la surveillance de l'ouvrage en période de crue sont précisées dans le protocole d'intervention établi par la ville de Sélestat. Le protocole est présenté en annexe 4 du fascicule 6.

## 3. VISITES TECHNIQUES APPROFONDIES

Conformément aux articles R214-122 et R214-123 du Code de l'Environnement, la Communauté de Communes de Sélestat programmera des visites techniques approfondies :

- au moins une fois tous les 2 ans pour la digue n°1 (rive gauche du Giessen),
- au moins une fois par an pour la digue n°2 (rive droite du Giessen).

Ces visites seront menées par un personnel compétent notamment en hydraulique, en électromécanique, en géotechnique et en génie-civil.

Conformément à la doctrine de la MISE du Bas-Rhin du 29 juin 2009 (Digues & Barrages), le compte-rendu de visite précisera « les constatations, les éventuels désordres observés, leurs origines possibles et les suites à donner en matière de surveillance, d'exploitation, d'entretien, d'auscultation, de diagnostic ou de confortement ».

Le contenu des visites techniques sera arrêté après réalisation de l'ouvrage.

oOo



**ANNEXE 4 : PROTOCOLE D'INTERVENTION EN CAS DE CRUE DU GIESSEN**





# CRUE DU GIESSEN

## PROCOLE D'INTERVENTION

---

Décembre 2008

Le présent protocole a pour objet de préciser les actions à conduire par les Services de la Ville de Sélestat en cas de crue du Giessen.

## I) NIVEAU D'ALERTE

### → L'information sur les crues du Giessen repose sur :

- les informations diffusées par le Service de prévision des crues (SPC) et disponible sur le site [www.vigicrues.ecologie.gouv.fr](http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr). (annexe 1 ci-jointe).  
La carte disponible sur ce site permet de connaître le niveau du Giessen et son évolution et permet également d'accéder aux bulletins d'information associé qui précisent la nature des événements susceptibles de se produire,
- le niveau du Giessen constaté à l'échelle située au droit du pont du Giessen (cf. annexe 2).

### → Jusqu'à 1,30, situation normale ; aucune disposition particulière n'est à adopter.

### → à partir de 1,30, ce niveau correspond à un niveau d'alerte jaune déclenché par le SPC

- à ce niveau, l'agent d'astreinte doit consulter le site vigicrue (m.a.j à 10h et 16h) afin de se tenir informé de la tendance,
- aucun dispositif particulier n'est à adopter sur le terrain.

### → à partir de 1,70, ce niveau correspond à un niveau d'alerte orange déclenché par le SPC.

- la Ville est informée du déclenchement de ce niveau d'alerte par le système automatisé d'appel,
- l'agent d'astreinte suit l'évolution de la situation sur le site vigicrue (m.a.j à 10h et 16h et 22h en cas de tendance à la hausse),
- l'agent d'astreinte assure un contrôle sur le terrain afin de :
  - s'assurer qu'aucun problème particulier n'est à signaler.

### → à 2,00 constaté sur l'échelle :

- l'agent d'astreinte effectue un contrôle toutes les deux heures, notamment afin de vérifier l'évolution de la crue sur l'échelle,
- l'agent d'astreinte demande au SDEA (Tél : 03.88.19.97.09 ou Tél : 03.88.74.41.41) de se rendre sur site pour fermer les vannes EP de la Zone Industrielle Nord et installer les moyens de pompage.

### → à 2,20 constaté sur l'échelle, l'agent d'astreinte doit s'assurer de la tendance sur le site vigicrues.

**A défaut d'une tendance à la baisse assurée**, l'agent d'astreinte appelle l'élue d'astreinte qui donne le feu vert pour la mise en place de la cellule de crise selon les modalités ci-après.

### → à 2,50 constaté sur l'échelle des crues (ce niveau correspond à un niveau d'alerte rouge déclenché par le SPC).

- La Ville est informée de ce niveau d'alerte par le système automatisé d'appel.
- La cellule de crise doit être en place selon les modalités décrits ci-après.

## II) MISE EN PLACE DE LA CELLULE DE CRISE - l'agent d'astreinte prévient :

*La cellule de crise est centralisée au Pont du Giessen*

<b>Qui ?</b>	<b>Pour quoi faire ?</b>	
<b>Les agents municipaux d'astreinte</b>	amènent au pont du Giessen : - le Kramer - 1 poids lourd - + nécessaire de signalisation de chantier se mettent à disposition de l'agent de maîtrise d'astreinte pour organisation de la surveillance des berges	
<b>CENTRE DE SECOURS PRINCIPAL</b> Tél : 03.88.92.01.63	se rend sur place afin d'assurer : - la protection des agents municipaux chargés de la surveillance des berges	
<b>UNITE TERRITORIALE DU CONSEIL GENERAL DU BAS-RHIN</b> Tél : 03.69.06.72.00	l'agent d'astreinte (CG 67) est informé de la situation	
<b>Entreprise VOGEL</b> M. Denis VOGEL : <u>06.80.08.50.60</u> (jusqu'au 26.12.2008) M. J.Luc VOGEL : <u>06.80.08.50.62</u> (après le 26.12.08)	amène sur site (pont) une pelle 19 T avec preneuse	
<b>Entreprise LEONHART</b> M. LEONHART : Tél <u>06.12.66.40.87</u> (PDG des Gravières) M. HUSS : Tél <u>06.12.66.41.09</u> (responsable de la carrière)	Se met en alerte afin d'être prête à intervenir en cas de fragilisation d'une digue (cf ci-après)	
<b>POLICE NATIONALE</b> Tél : 03.88.58.84.22	Se rend sur place afin de sécuriser les abords des ponts et fermer la RD1083 si nécessaire	
<b>CTE COMMUNES DE SELESTAT</b> M. Alain RAUSCHER : <u>06.08.21.81.47</u> (Ingénieur) M. Charles ANDREA : <u>06.86.38.84.43</u> (Elu chargé de l'hydraulique fluviale) M. Hervé HEITZ : <u>06.77.59.76.40</u> (Directeur Général des Services)	Conseil de la cellule de crise	

### III) ENLEVEMENT DES EMBACLES SOUS LE PONT

- assuré par pelle avec preneuse de l'entreprise VOGEL
- la sécurité des personnes est assurée par la Police Nationale et le Centre de Secours Principal

**ATTENTION : cette opération présente des risques pour les personnes (la preneuse risquant d'être déstabilisée par le courant)**

### IV) CONTROLE DE LA SOLIDITE DES BERGES

Trois équipes (au minimum de 2 personnes) sont mises en place. Elles sont constituées d'agents municipaux. Chaque équipe est dotée d'un téléphone portable et de torches. Le personnel assurant cette mission doit savoir nager (en cas de chute dans l'eau).

La surveillance doit s'effectuer sur trois sections de digues :

- ➔ digue Filature (entre Pont RD1083 et Pont SNCF),
- ➔ digue « Schlunck » (entre la RD1083 et le déversoir),
- ➔ digue Zone Industrielle Nord (entre Pont RD1083 et Pont SNCF).

### V) LIAISON METEO / EVOLUTION

La cellule de crise se tient informée de l'évolution météorologique

-> [www.meteo.fr](http://www.meteo.fr)

-> [www.vigicrues.ecologie.gouv.fr](http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr)

### VI) FRAGILISATION D'UNE DIGUE

Dans l'hypothèse où une équipe de surveillance signale une digue fragilisée (suintement) ou un risque de surverse, elle en avertit immédiatement la cellule de crise.



La cellule de crise contacte :

→ l'entreprise VOGEL,

→ l'entreprise LEONHART  
afin que soient ramenés sur le site des big-bag sable pour colmatage.

Si le risque s'avère important, l'entreprise LEONHART peut mettre à disposition 400 à 500 T d'enrochement (le transport sera assuré par des véhicules spécialisés de l'entreprise VOGEL)

## **VII ) MISE EN SECURITE DES BIENS ET PERSONNES**

Se référer au protocole de gestion de crise.

# ANNEXE 3

ANALYSE COUT-BENEFICE

---



Communauté  
de Communes  
de Sélestat

# Programme d'action de prévention des inondations (PAPI)

## Analyse coût-bénéfice (ACB)

Baldenheim  
Châtenois  
Dieffenthal  
Ebersheim  
Ebersmunster  
Kintzheim  
La Vancelle  
Mussig  
Muttersholtz  
Orschwiller  
Scherviller  
Sélestat

B.P.20195 • 1 rue Louis Lang 67604 Sélestat cedex  
Tél. 03 88 58 01 60 • Fax 03 88 82 99 30 • [contact@cc-selestat.fr](mailto:contact@cc-selestat.fr)  
[www.cc-selestat.fr](http://www.cc-selestat.fr)

## CONTENU

I. PRESENTATION DE L'ANALYSE COUT-BENEFICE (ACB) .....	2
A. PERIMETRE.....	3
B. SCENARII D'AMENAGEMENT ETUDIES.....	4
1. <b>Description des scénarii d'aménagement</b> .....	4
2. <b>Coût des aménagements</b> .....	5
C. SCENARII HYDRAULIQUES ETUDIES .....	5
II. RECENSEMENT DES ENJEUX.....	6
A. TYPOLOGIE DES ENJEUX CONSIDERES .....	6
B. METHODOLOGIE DE RECENSEMENT DES ENJEUX .....	7
III. EVALUATION DES DOMMAGES MOYENS ANNUELS (DMA) .....	9
A. COUTS DES INONDATIONS.....	9
1. <b>En situation actuelle (sans aménagement)</b> .....	10
2. <b>Dommmages en situation future (avec aménagement)</b> .....	16
B. DOMMAGES MOYENS ANNUELS.....	19
1. <b>DMA sans aménagement</b> .....	20
2. <b>DMA avec aménagements</b> .....	21
IV. BENEFICES ATTENDUS (DEMA).....	22
V. INDICATEURS SYNTHETIQUES DE L'ACB.....	23
A. VALEUR ACTUALISEE NETTE (VAN).....	23
B. RAPPORT DEMA/C .....	24
C. CONCLUSION SUR LES INDICATEURS DE L'ACB .....	24
VI. SENSIBILITE .....	25
VII. DISCUSSION SUR L'ANALYSE COUT-BENEFICE .....	30
VIII. CONCLUSION DE L'ANALYSE COUT-BENEFICE .....	30

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : étapes de l'ACB .....	2
Figure 2 : périmètre de l'analyse coût-bénéfice .....	3
Figure 3 : zone de protection des digues dimensionnées pour la Q100 .....	4
Figure 4 : enveloppes des crues de premiers dommages et centennale .....	6
Figure 5 : logements et activités économiques en zone inondable.....	7
Figure 6 : activités agricoles en zone inondable.....	8
Figure 7 : courbe de dommages aux logements individuels.....	11
Figure 8 : logements individuels en zone inondable selon la classe de hauteur d'eau (pour la crue centennale digues effacées) .....	11
Figure 9 : courbe de dommages aux logements collectifs .....	12
Figure 10 : activités économiques en zone inondable selon la classe de hauteur d'eau (crue centennale digues effacées).....	14
Figure 11 : cultures en zone inondable selon la classe de hauteur d'eau (cas de la crue centennale digues effacées).....	15
Figure 12 : activités agricoles en zone inondable (crue centennale en situation projet) ..	17
Figure 13 : zones de rupture probables des digues .....	18
Figure 14 : zones inondées en cas de ruptures des digues projet (crue millénale).....	19
Figure 15 : dommages en situation actuelle par occurrence de crue.....	20
Figure 16 : dommages en situation projet par occurrence de crue .....	21

## LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau I : coûts des différents scénarii d'aménagement envisagés .....</i>	<i>5</i>
<i>Tableau II : recensement des enjeux en zone inondable sur le secteur d'étude .....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau III : modélisation et hypothèses utilisées.....</i>	<i>9</i>
<i>Tableau IV : dommages aux logements individuels .....</i>	<i>12</i>
<i>Tableau V : dommages aux logements collectifs .....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau VI : dommages aux activités économiques .....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau VII : dommages aux activités agricoles .....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau VIII : dommages aux ERP.....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau IX : récapitulatif des dommages en situation actuelle.....</i>	<i>20</i>
<i>Tableau X : dommages en situation projet.....</i>	<i>21</i>
<i>Tableau XI : DEMA et pourcentages de dommages évités pour chaque scénario d'aménagement .....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau XII : valeur de la VAN pour chaque scénario d'aménagement.....</i>	<i>23</i>
<i>Tableau XIII : valeur du rapport DEMA/C pour chaque scénario d'aménagement .....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau XIV : valeurs des indicateurs de l'analyse coût-bénéfice .....</i>	<i>24</i>
<i>Tableau XV : variation de la VAN selon la variation des coûts de fonctionnement.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau XVI : variation du rapport DEMA/C selon la variation des coûts de fonctionnement .....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau XVII : variation de la VAN et du rapport DEMA/C en fonction du coût initial des digues de protection contre la crue cinquantiennale.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau XVIII : variation de la VAN en fonction de la variation du DEMA .....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau XIX : variation du rapport DEMA/C en fonction de la variation du DEMA .....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau XX : étude de l'impact de la variation du DEMA, du <math>C_0</math> et du <math>C_i</math> sur les indicateurs de l'ACB pour le scénario 3 .....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau XXI : rappel des résultats de l'ACB .....</i>	<i>30</i>

## I. PRESENTATION DE L'ANALYSE COUT-BENEFICE (ACB)

L'analyse coût-bénéfice est un outil permettant d'évaluer la pertinence économique d'une mesure. Il s'agit de comparer les coûts des mesures de protection envisagées aux bénéfices liés à la réduction des dommages que ce projet engendrerait. Cette réduction des dommages se traduit en termes de « dommages évités », afin de connaître la pertinence économique du projet à mettre en place. L'ACB peut être vue comme une aide à la décision lorsque plusieurs choix sont possibles.

Elle doit être réalisée dans le cas de mesures structurelles qui conduisent à une modification des caractéristiques de l'aléa inondation sur le territoire ou pour des actions d'un montant financier supérieur à 2 millions d'euros. Dans le cas du PAPI Giessen Lièpvrette, seule l'action 7.1 « mise en place de digues de protection sur la commune de Sélestat » est concernée par la réalisation d'une ACB.

L'ACB présentée ci-après suit les préconisations des annexes techniques. La méthode utilisée consiste à réaliser les étapes suivantes (figure 1) :

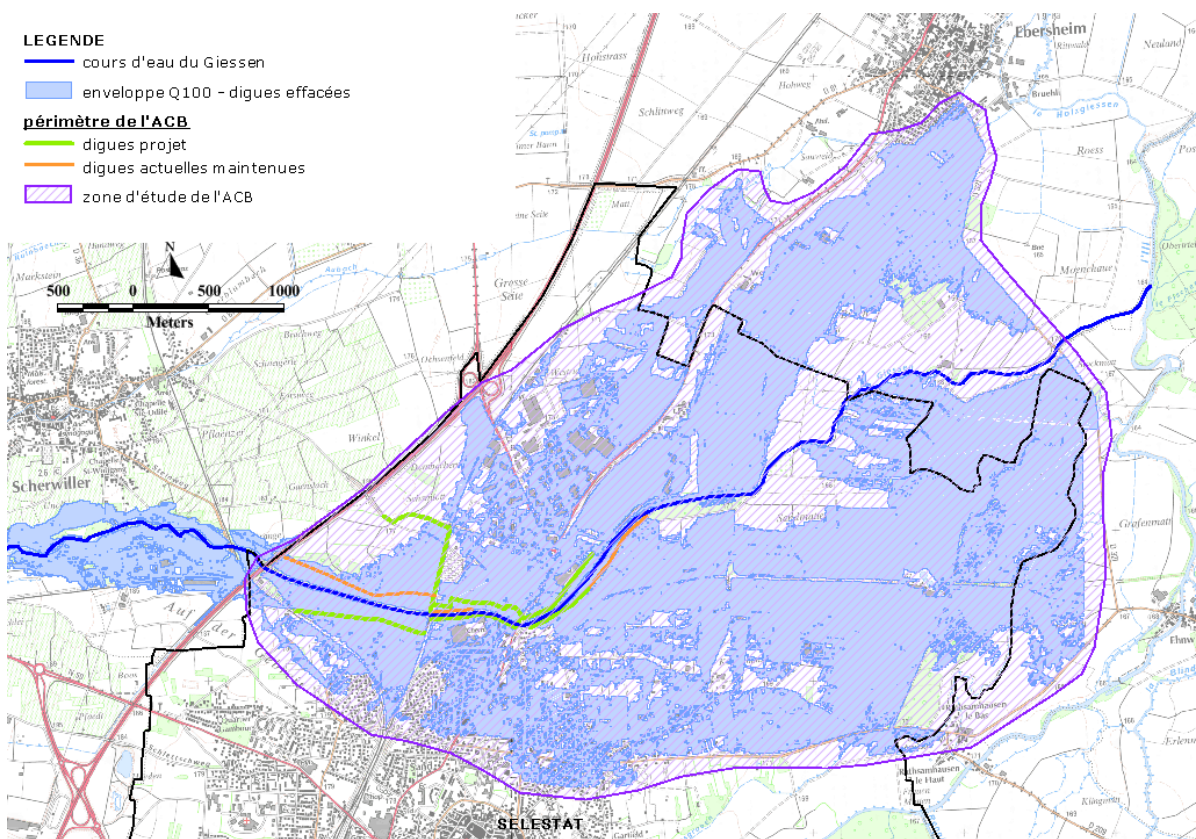
- Définition du périmètre de l'ACB ;
- Caractérisation des enjeux en ZI ;
- Evaluation des dommages avec et sans aménagement (DMA)
- Evaluation des bénéfices des aménagements (DEMA)
- Présentation des indicateurs synthétiques de l'ACB ;
- Evaluation de la sensibilité



**Figure 1** : étapes de l'ACB

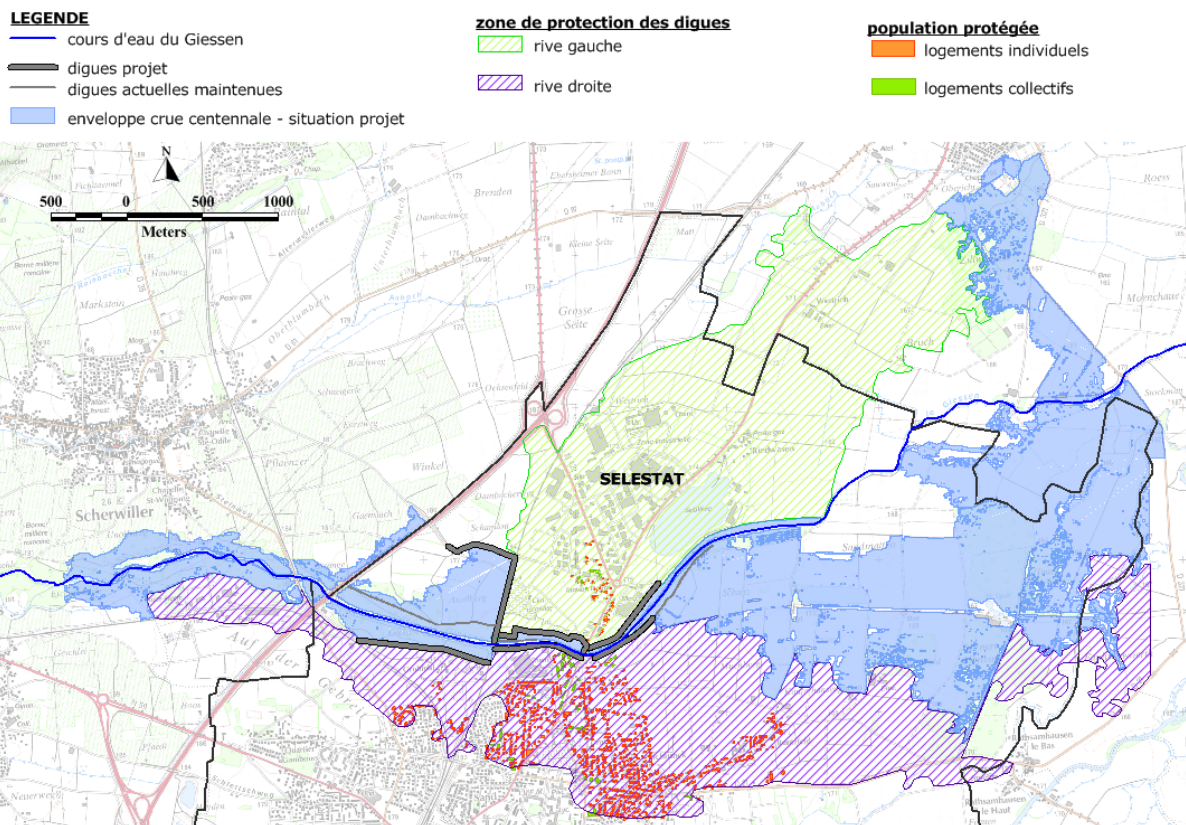


## A. PERIMETRE



**Figure 2** : périmètre de l'analyse coût-bénéfice

L'emprise géographique retenue pour cette analyse coût-bénéfice correspond à celui de l'enveloppe de la crue centennale situation digues actuelles effacées (plus important évènement de crue disponible, la crue exceptionnelle n'ayant pas été modélisée) (figure 2). L'ensemble du linéaire des digues projet est compris dans ce périmètre.



**Figure 3** : zone de protection des digues dimensionnées pour la Q100

La zone de protection des digues dimensionnées pour la crue centennale (niveau de protection le plus élevé envisagé dans cette ACB) est représentée sur la figure 3. L'ensemble de cette zone est située dans le périmètre d'étude de l'ACB.

## B. SCENARI D'AMENAGEMENT ETUDIES

### 1. Description des scénarii d'aménagement

Différents scénarii ont été évalués afin de connaître leur pertinence économique :

**Scénario 1** : renforcement des digues actuelles (sans élévation du niveau de protection). Il s'agit d'augmenter le niveau de sécurité des digues actuelles dont la résistance est remise en question par une étude de danger.

**Scénario 2** : digues de protection pour une crue cinquantennale. Il s'agit de mettre en place des digues dimensionnées pour contenir la crue cinquantennale avec une revanche de protection de 50 cm.

**Scénario 3** : digues de protection pour une crue centennale. Il s'agit de mettre en place des digues qui contiendraient une crue centennale avec une revanche de 50 cm.

## 2. Coût des aménagements

Les coûts des aménagements comportent :

- Les **coûts initiaux** (annexe 1.1). Ils correspondent aux dépenses engagées par le maître d'ouvrage depuis l'origine du projet jusqu'à sa conception.
- Les **coûts de fonctionnement**. Ils correspondent aux coûts de maintenance et d'exploitation de l'aménagement. Il a été considéré, dans ce dossier, que les coûts de fonctionnement s'élèvent à 2% des coûts de mise en place des aménagements (tableau I).

*Tableau I : coûts des différents scénarii d'aménagement envisagés*

	Coût d'investissement $C_0$	Coût de fonctionnement $C_i$ (annuel)
<b>Scénario 1 :</b> renforcement digues actuelles	1 200 000€	24 000€
<b>Scénario 2 :</b> digue de protection contre une crue cinquantennale	2 600 000€	52 000€
<b>Scénario 3 :</b> digue de protection contre une crue centennale	2 914 000€	58 000€

### C. SCENARII HYDRAULIQUES ETUDIÉS

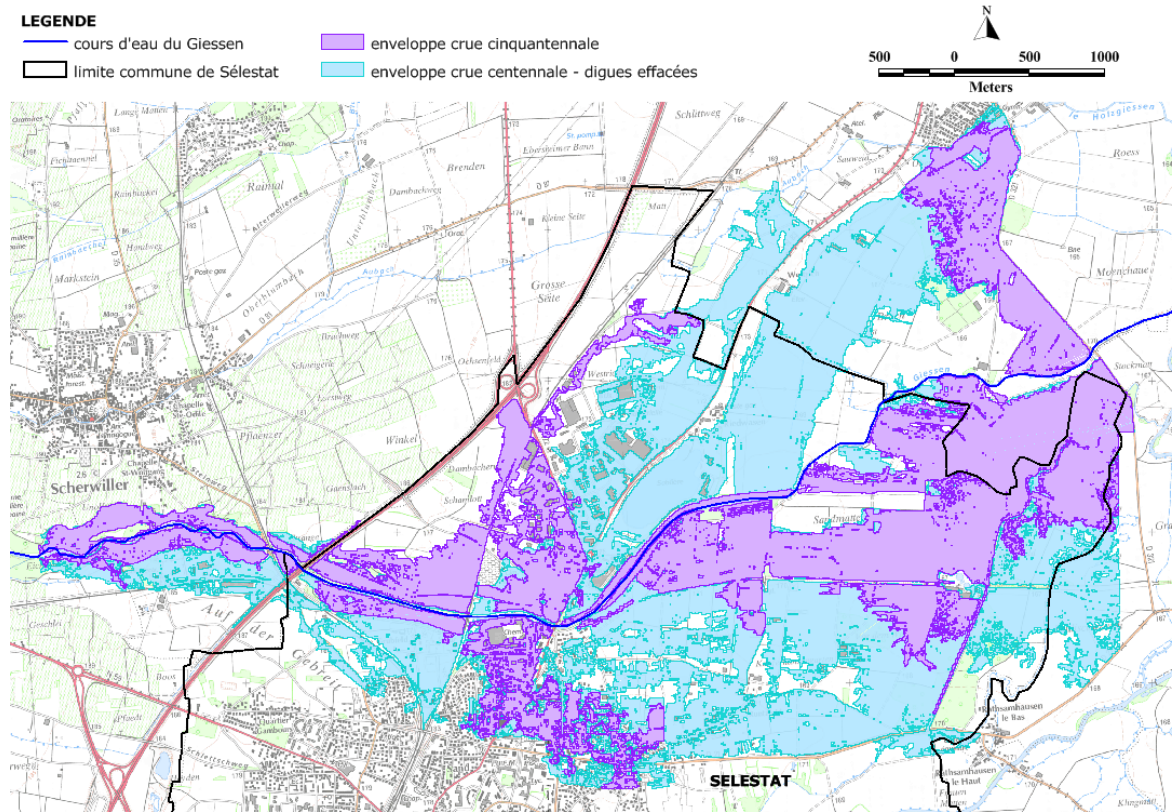
Afin de déterminer les dommages évités grâce aux aménagements et ainsi d'estimer leurs bénéfices, les dommages potentiels dus aux inondations doivent être estimés selon différents scénarii de crue en l'état actuel (sans projet) et en l'état futur (avec projet). Pour réaliser cette analyse coût-bénéfice, nous avons retenu 3 scénarii hydrauliques :

- 1. La crue de premiers dommages** qui correspond à une crue cinquantennale similaire à celle de 1990 (débit maximum = 153 m<sup>3</sup>/s) (figure 4).  
Cette crue engendre des coûts non négligeables qui peuvent sembler importants pour une crue de premiers dommages. Toutefois, la géographie de la zone, située sur un cône de déjection, permet de l'expliquer. Cette configuration en toit implique que lors de débordement du cours d'eau, la surface inondée est importante dès des occurrences de crue faible du fait de la pente observée. En effet, le lit mineur du Giessen au niveau de la commune de Sélestat est surélevé ce qui implique que lorsqu'il y a un débordement, le lit majeur, en contrebas, se retrouve rapidement (et largement) inondé. Pour cette crue, l'enveloppe de la crue de 1990 réalisée par la DDT dans le cadre du PPRI de Sélestat a été utilisée.
- 2. La crue de période de retour centennale**, également crue de référence pour le PPRI de Sélestat (débit estimé : 181 m<sup>3</sup>/s).  
Les enveloppes de crue utilisées sont également celles réalisées par la DDT67 dans le cadre de l'étude hydraulique (figure 4).



### 3. La crue exceptionnelle

Pour cette crue, nous ne disposons pas de modélisation hydraulique. Les dommages économiques dus à cette crue ont été évalués en multipliant les dommages causés par la crue centennale par un facteur 1,5, comme cela est préconisé dans les annexes techniques<sup>1</sup>.



**Figure 4** : enveloppes des crues de premiers dommages et centennale

## II. RECENSEMENT DES ENJEUX

Afin d'évaluer les coûts des dommages liés aux inondations sur le secteur de Sélestat, un recensement des enjeux socio-économiques soumis au risque inondation a été réalisé.

### A. TYPOLOGIE DES ENJEUX CONSIDERES

Pour réaliser cette analyse coût-bénéfice, les enjeux suivants ont été pris en compte :

- Logements (individuels et collectifs)
- Activités économiques
- Activités agricoles
- Etablissements recevant du public (ERP)
- Réseau routier

<sup>1</sup> Il s'agit de préconisation des annexes techniques (décembre 2010) qui dit « le dommage maximal est supposé égal à 1,5 fois les dommages générés par la plus forte crue modélisée ».

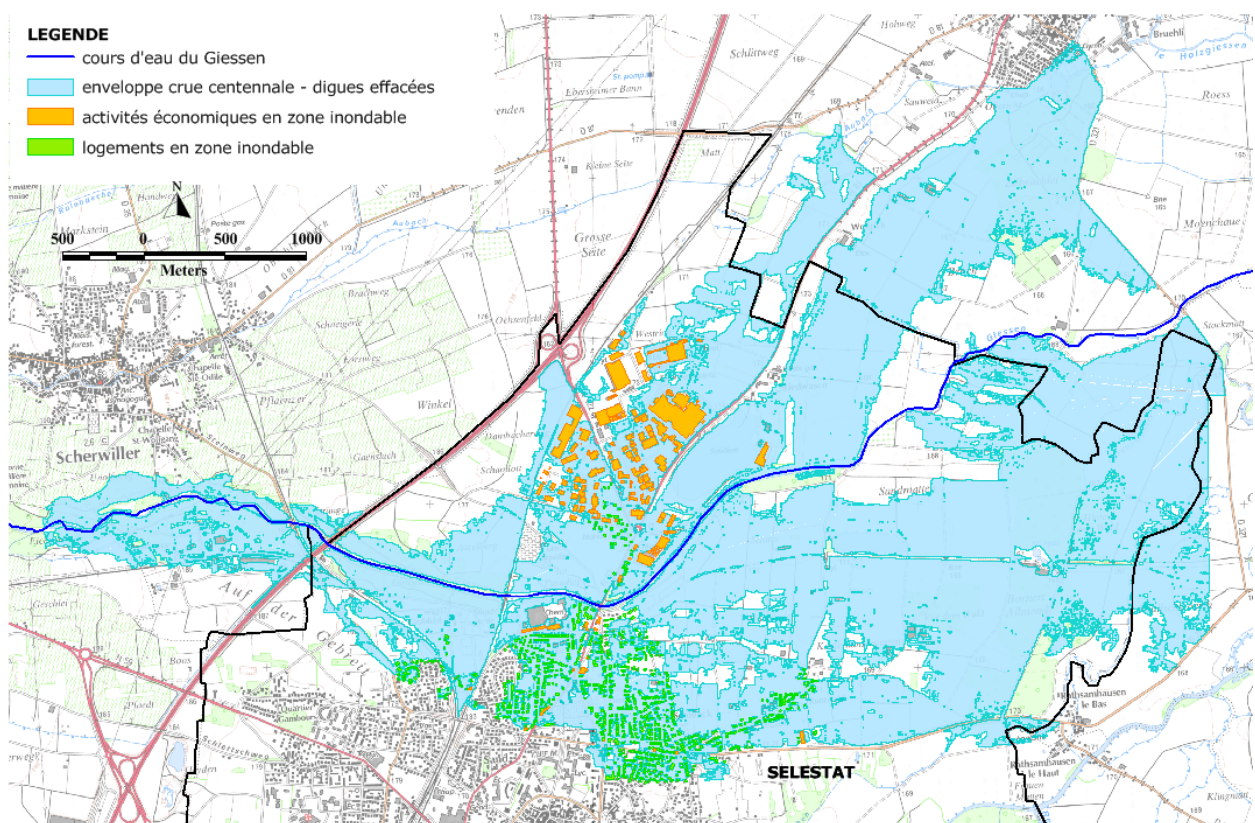
Pour réaliser cette partie de manière cohérente avec ce qui a déjà été réalisé dans le cadre du PPRI, des échanges concernant la méthodologie utilisée ont eu lieu avec la DDT67 en charge de la réalisation du PPRI.

Dans le cadre de ce PAPI les enjeux environnementaux ont été étudiés, mais les résultats conduisent à ne pas les prendre en compte dans l'analyse coût-bénéfice étant donné qu'ils sont négligeables (Cf. notice environnementale).

## B. METHODOLOGIE DE RECENSEMENT DES ENJEUX

- Logements et activités économiques

Le recensement des enjeux « logements » et « activités économiques » a été réalisé en croisant les couches SIG « logements » et « activités » issues de la BD OCS<sup>2</sup> avec les couches SIG des enveloppes des crues cinquantennale et centennale<sup>3</sup>. Cela permet de sélectionner les bâtiments à usage d'habitation et les bâtiments à visée commerciale ou industrielle des autres bâtiments. Une visite de terrain a permis de préciser ces données en ajoutant ou supprimant des bâtiments sur les couches en question (cas de bâtiments ne correspondant pas à des logements, entreprises non recensées dans la BD OCS, etc...) (figure 5).



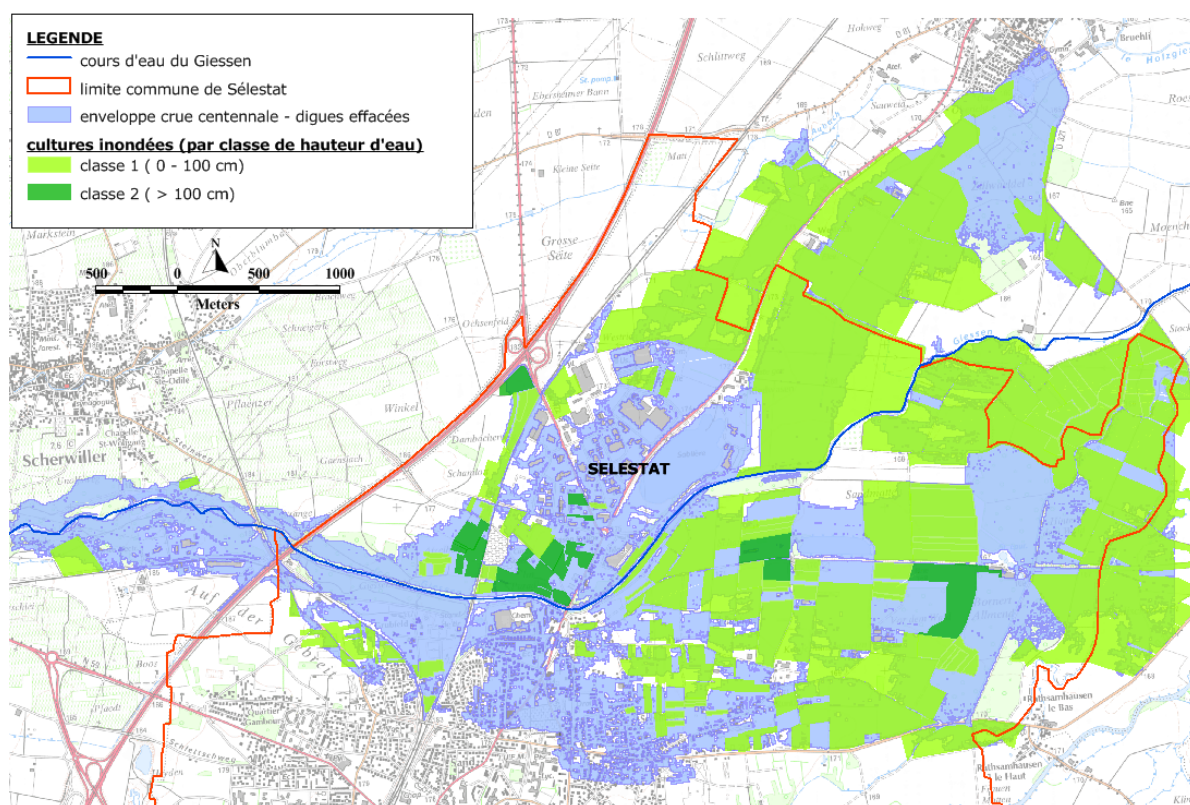
**Figure 5 :** logements et activités économiques en zone inondable

<sup>2</sup> Mises à disposition par le CG67

<sup>3</sup> Mises à disposition par la DDT67 (couches inondation du PPRI de Sélestat)

- Activités agricoles

Le recensement des activités agricoles a été réalisé grâce aux couches SIG fournies par la chambre d'agriculture de la région Alsace, localisant les surfaces agricoles en zone inondable (figure 6).



**Figure 6** : activités agricoles en zone inondable

- Etablissements Recevant du Public (ERP)

Les résultats du PPRI ont été repris pour l'identification des ERP en zone inondable sur le secteur d'étude. Sur le périmètre d'étude, 3 ERP sont recensés : 2 écoles et 1 EHPAD (Etablissement Hospitalier pour Personnes Agées Dépendantes).

- Réseau routier

Les enjeux routiers ont été déterminés sous SIG grâce aux données du CG67. Les couches SIG localisent les routes selon leur type (RD, RN, autoroutes) et ainsi que les distances concernées.

Grâce à ces données sur les enjeux situés en zone inondable, une estimation des dommages liés aux crues (selon différents scénarii) a pu être réalisée (tableau II).



**Tableau II** : recensement des enjeux en zone inondable sur le secteur d'étude

enjeux		Crue cinquantennale	Crue centennale
<b>Logements</b>	Individuels	564	867
	collectifs	27	59
<b>Activités économiques</b>		73	138
<b>Activités agricoles</b>		56,5 ha	142,7 ha
<b>ERP</b>		2	3
<b>Réseau routier</b>		1,045 km	2,76 km

### III. EVALUATION DES DOMMAGES MOYENS ANNUELS (DMA)

La vulnérabilité de la commune de Sélestat face aux inondations a été analysée du strict point de vue socio-économique. Seule la valeur économique des biens est prise en compte dans le calcul des dommages, la valeur patrimoniale, sentimentale, culturelle, etc... n'étant pas considérée.

Le calcul du dommage moyen annuel (DMA) a pour objectif de synthétiser les différents dommages obtenus selon le type de crues qui peuvent se produire. Il intègre pour chaque type de crue (de fréquente à très rare) les dommages qui lui sont associés. Ainsi, il prend en compte la situation pour laquelle l'ouvrage a été dimensionné mais également les situations où les crues seraient plus faibles (donc l'ouvrage serait efficace mais surdimensionné) et où les crues seraient plus importantes (avec donc, par exemple dans le cas d'une digue, surverse et dommages pour le territoire situé derrière cette digue). Le DMA peut s'interpréter alors comme un dommage moyen qui pourrait se produire chaque année en considérant une situation moyenne parmi les différents cas de figures possibles (de la crue fréquente à rare).

Le calcul du DMA se fait à partir des estimations du coût des inondations pour chacune des situations envisagées dans cette ACB.

#### A. COÛTS DES INONDATIONS

Cette partie présente les dommages engendrés par les différentes crues en situation actuelle (sans aménagement) et en situation projet (avec aménagement : scénario 1, 2 et 3).

Le tableau ci-après résume les modélisations utilisées et hypothèses faites pour déterminer les dommages (tableau III).

**Tableau III** : modélisation et hypothèses utilisées

	Situation actuelle		
	Q50	Q100	Crue exceptionnelle
<b>Modélisation ou hypothèse utilisée</b>	Enveloppe crue 1990	Enveloppe Q100 situation digues effacées	1,5 x Q100

	Situation projet		
	Q50	Q100	Crue exceptionnelle
<b>Scénario 1 : renforcement digues actuelles</b>	Enveloppe crue 1990	Enveloppe Q100 situation digues effacées	1,5 x Q100
<b>Scénario 2 : digues dimensionnées par la cinquantennale</b>	Absence de dommages	Hypothèse : dommages équivalent crue Q100 situation actuelle	Hypothèse : dommages = Q1000 situation actuelle
<b>Scénario 3 : digues dimensionnées pour la centennale</b>	Absence de dommages	Enveloppe Q100 situation projet	Dommages déterminés à partir des scénarii de rupture de l'EDD

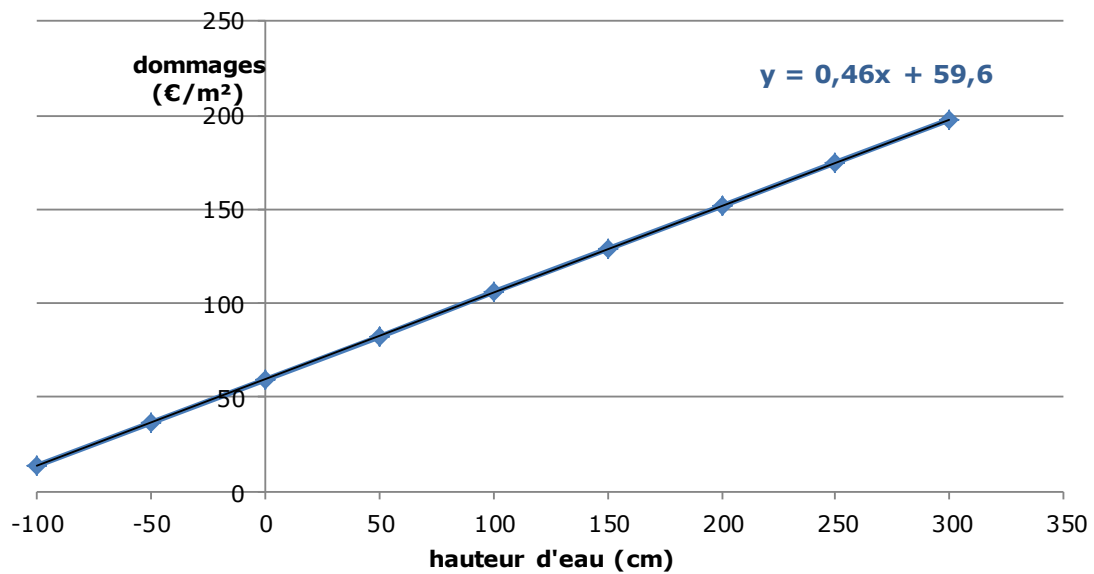
### 1. En situation actuelle (sans aménagement)

Les dommages en situation actuelle ont été estimés pour la crue de premiers dommages (période de retour 50 ans), la crue centennale et pour une crue exceptionnelle (de période de retour 500 ans). Dans le cas de la crue exceptionnelle, le coût n'a pas été calculé à partir de courbes de dommages mais déduit des coûts de la crue centennale. En effet, nous ne disposons pas de modélisation de cette crue ce qui nous amène à faire cette approximation. Il en sera toutefois tenu compte dans l'analyse de la sensibilité de l'ACB.

- Logements individuels (annexe 1.2)

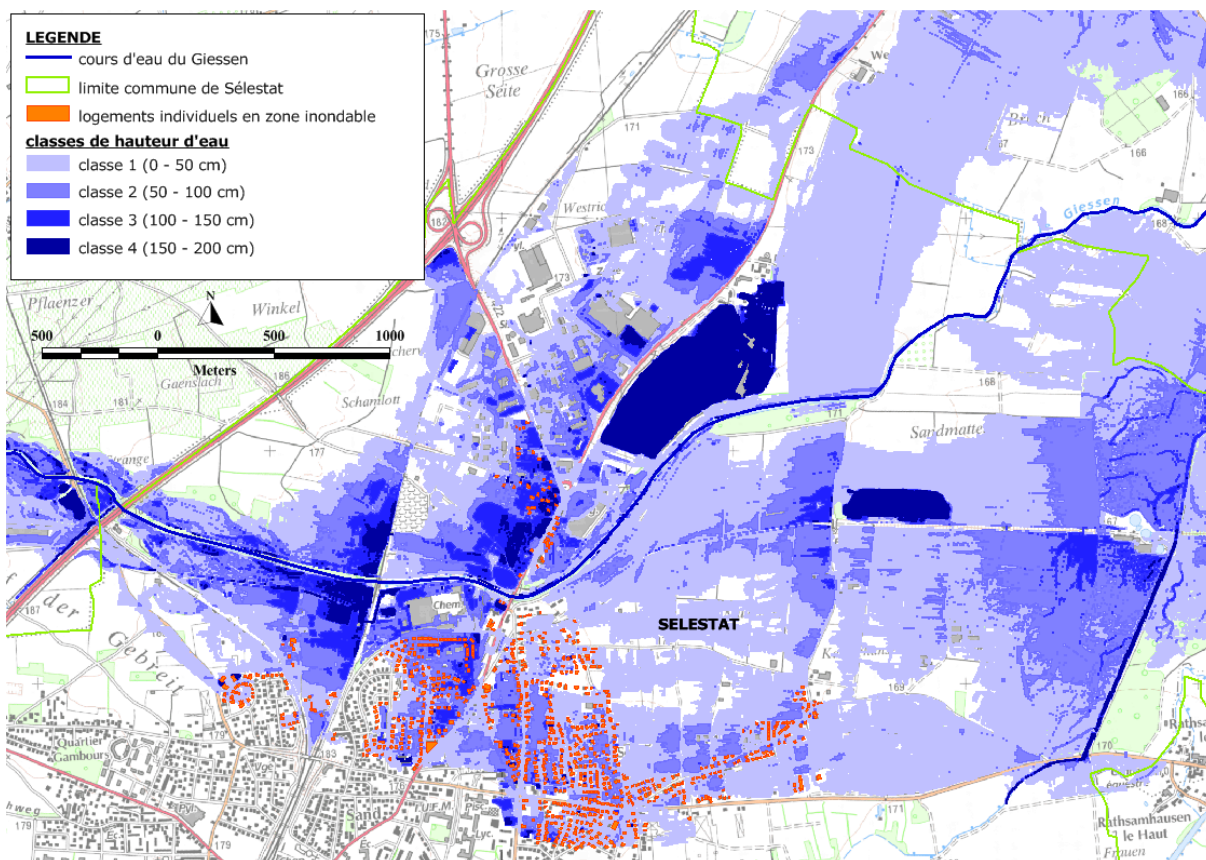
L'estimation des coûts des dommages aux logements individuels est réalisée selon la méthode de JP. TORTEROTOT, comme préconisé dans les annexes techniques du ministère (2012).

Cette méthode permet d'obtenir une courbe présentant les dommages au mètre carré de logement en fonction de la hauteur d'eau (figure 7).



**Figure 7** : courbe de dommages aux logements individuels

Un coût par m<sup>2</sup> a été défini pour chaque classe de hauteur d'eau. Grâce au couplage des couches inondation et logement individuels en zone inondable sous SIG, il a été possible de déterminer les surfaces de logement inondées par classe de hauteurs d'eau (figure 8).



**Figure 8** : logements individuels en zone inondable selon la classe de hauteur d'eau (pour la crue centennale digues effacées)

Un coût par m<sup>2</sup> a été défini pour chaque classe de hauteur d'eau.

	classe 1 (0-50cm)	classe 2 (50-100cm)	classe 3 (100-150cm)	classe 4 (150-200cm)
prix moyen du m <sup>2</sup> inondé (€)	71,1	94,1	117,1	140,1

Ce tableau présente les coûts d'une crue centennale sur les logements individuels.

**Tableau IV : dommages aux logements individuels**

	Dommages (€)
Crue cinquantennale	2 684 665
Crue centennale	4 851 844

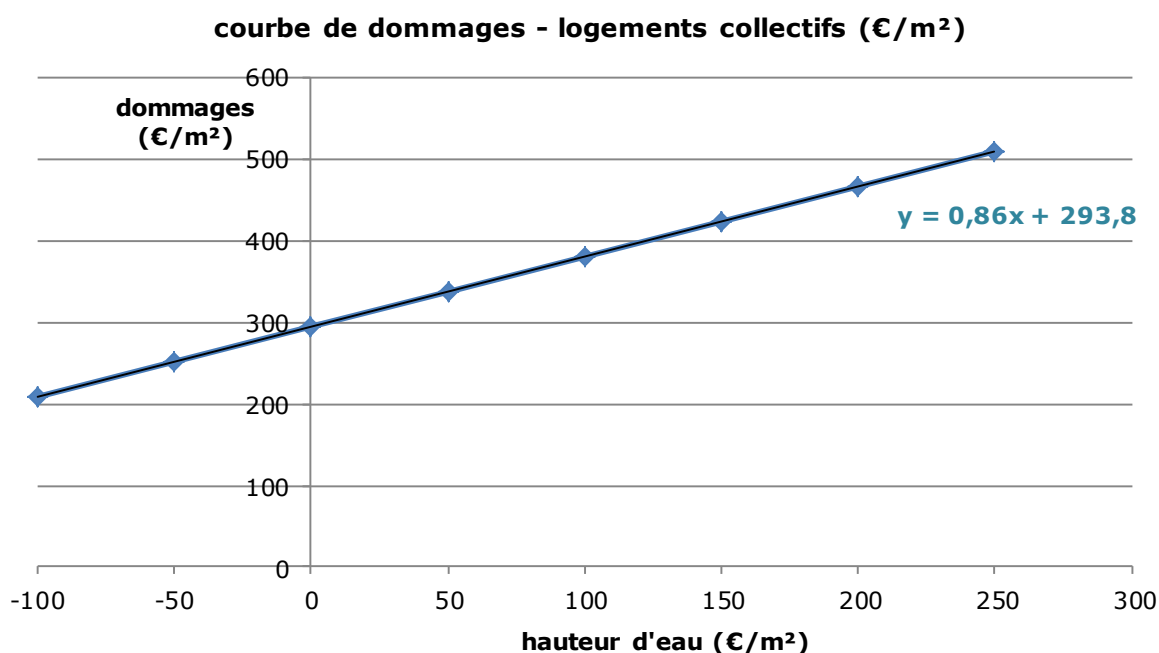
Par extrapolation des coûts liés à la crue centennale, les dommages pour la crue exceptionnelle sont estimés à 7 277 766 € (1,5 \* dommages Q100).

- Logements collectifs (annexe 1.3)

Pour estimer le coût des inondations sur la commune de Sélestat, la méthode utilisée est la même que pour les logements individuels.

Toutefois, JP TORTEROTOT précisait dans sa thèse que la méthode qu'il a développée n'est valable que pour les logements individuels. Nous avons malgré tout décidé d'utiliser cette méthode, aucune autre ne pouvant s'appliquer de manière efficace à notre zone d'étude (manque de données sur le type d'appartements présents dans les collectifs par exemple).

Cette méthode permet d'obtenir une courbe présentant les dommages au mètre carré de logement en fonction de la hauteur d'eau (figure 9).



**Figure 9 : courbe de dommages aux logements collectifs**

Un coût par m<sup>2</sup> a été défini pour chaque classe de hauteur d'eau.

	<b>classe 1 (0-50cm)</b>	<b>classe 2 (50-100cm)</b>	<b>classe 3 (100-150cm)</b>	<b>classe 4 (150- 200cm)</b>
prix moyen du m <sup>2</sup> inondé (€)	315,3	358,3	401,3	444,3

Ce tableau présente les coûts d'une crue centennale sur les logements collectifs.

**Tableau V : dommages aux logements collectifs**

	<b>Dommages (€)</b>
Crue cinquantennale	2 203 000
Crue centennale	5 117 686

Par extrapolation des coûts liés à la crue centennale, les dommages pour la crue exceptionnelle sont estimés à 7 676 529 € (1,5 \* dommages Q100).

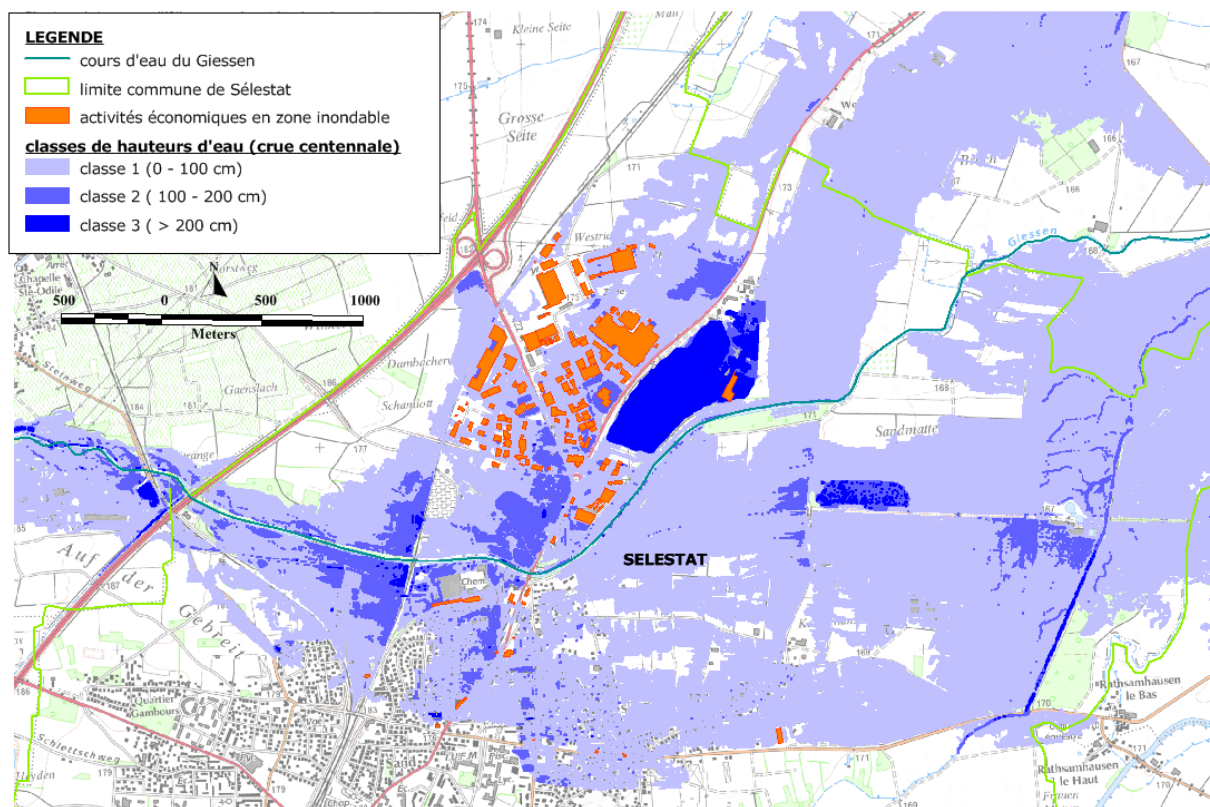
- Dommages aux activités économiques (annexe 1.4)

La méthodologie utilisée pour réaliser l'évaluation économique des dommages des inondations sur les activités économiques est celle préconisée dans les annexes techniques du ministère. Il s'agit de l'étude Loire Moyenne dont le but est de donner une estimation du montant des dommages directs et indirects aux activités économiques en zone inondable (figure 10) en fonction des facteurs suivants :

- Le type d'activité
- La classe de hauteur d'eau
- Le nombre de salariés
- Le délai d'intervention des entreprises spécialisées

Les dommages directs correspondent aux coûts liés aux dégâts matériels. Les catégories de biens pris en compte dans les dommages directs sont la construction, les outils de production et le stock.

Les dommages indirects correspondent aux coûts liés à l'interruption de l'activité (perte d'exploitation).



**Figure 10** : activités économiques en zone inondable selon la classe de hauteur d'eau (crue centennale digues effacées)

**Tableau VI** : dommages aux activités économiques

Type de crue	Nombre d'entreprises en ZI	Dommages directs (€)	Dommages indirects (€)	Total (€)
Crue cinquantennale (1ers dommages)	73	10 752 000	3 754 000	14 506 000
Crue centennale	138	27 478 000	8 048 000	35 526 000

Par extrapolation des coûts liés à la crue centennale, les dommages pour la crue exceptionnelle sont estimés à 53 289 000 € (1,5 \* dommages Q100).

- Dommmages aux activités agricoles (annexe 1.5)

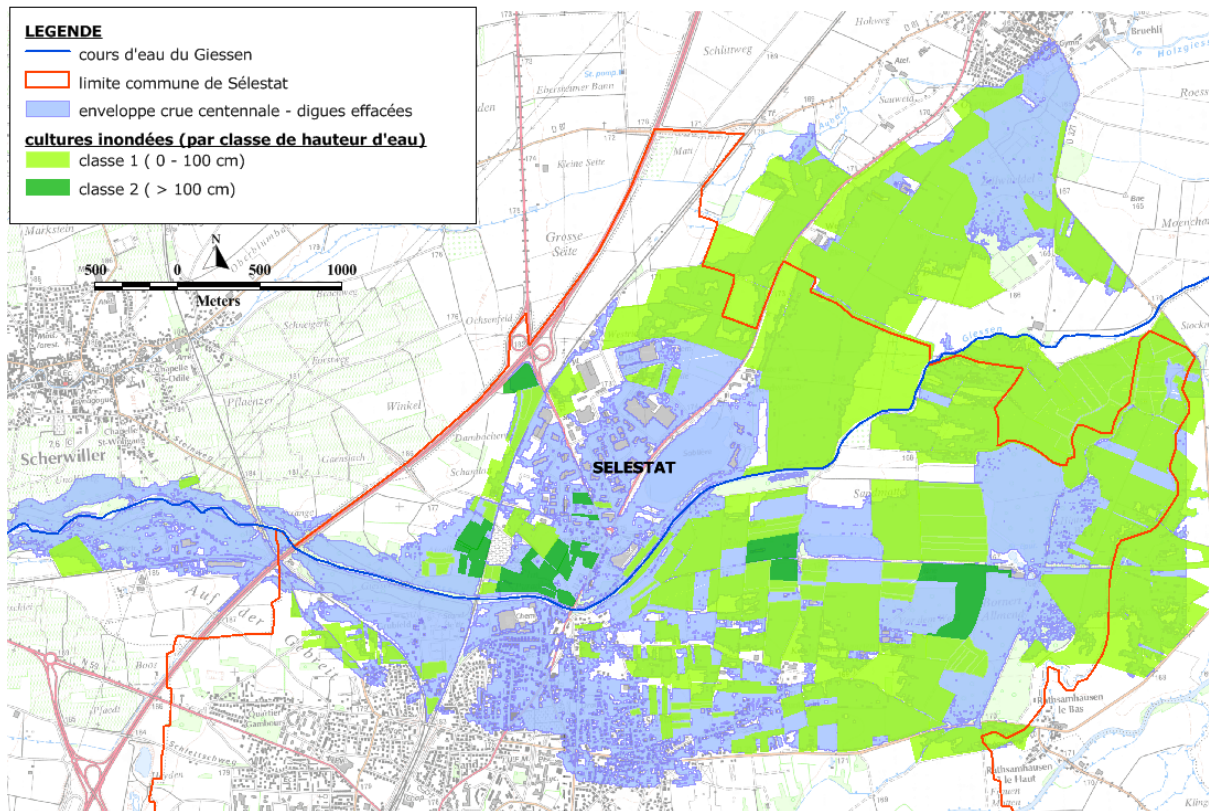
Le choix de la méthode dépend du temps de ressuyage des terres. Si l'eau reste plus de 5 jours, la méthode à utiliser est celle de JP TORTEROTOT. Dans le cas où l'eau ne reste pas plus de 5 jours, les annexes techniques du ministère préconisent la méthode développée par l'ASCA du Rhône.

Dans notre cas, les crues ont lieu en hiver le plus souvent entre janvier et mars. A cette période, les sols sont déjà humides et ont donc une moins bonne capacité d'infiltration ce qui peut entraîner des temps de « stagnation » plus long. Toutefois, les crues du Giessen sont rapides et le niveau d'eau revient à la normale en moyenne en 4 jours. Ainsi, nous considérons que le temps de submersion des terres agricoles est inférieur à 5 jours et



nous utiliserons donc la méthode de l'ASCa Rhône. Les courbes du Rhône donnent un coût du m<sup>2</sup> selon le type de culture, la période de l'année, la hauteur de submersion et les vitesses d'écoulement.

Afin de déterminer le coût des inondations sur les activités agricoles, nous avons travaillé conjointement avec la chambre d'agriculture de la région Alsace. Ainsi, après leur avoir fourni les couches inondation, la chambre d'agriculture a croisé ces couches avec leurs données concernant les surfaces agricoles (figure 11).



**Figure 11** : cultures en zone inondable selon la classe de hauteur d'eau (cas de la crue centennale digues effacées)

**Tableau VII** : dommages aux activités agricoles

Type de crue	Dommages aux cultures (€)
Crue cinquantennale	40 774
Crue centennale	96 273

Par extrapolation des coûts liés à la crue centennale, les dommages pour la crue exceptionnelle sont estimés à **144 410 €** (1,5 \* dommages Q100).

- Dommages aux ERP (annexe 1.6)

Afin d'estimer des dommages aux ERP, seuls les ERP de type établissements scolaires, hôpitaux, maisons de retraite,... ont été pris en compte. Les ERP à visée commerciale ont été considérés comme des activités économiques (grandes surfaces par exemple).

Les annexes techniques du ministère préconisent, en l'absence de méthode disponible, d'appliquer un endommagement forfaitaire de 100€ par m<sup>2</sup> de bâtiment public sous l'eau, sans distinction de hauteur.

**Tableau VIII : dommages aux ERP**

Type de crue	Dommages aux ERP (€)
Crue cinquantennale	100 590
Crue centennale	170 050

Par extrapolation des coûts liés à la crue centennale, les dommages pour la crue exceptionnelle sont estimés à **255 075 €** (1,5 \* dommages Q100).

- Dommmages au réseau routier (annexe 1.7)

Les coûts au réseau routier correspondent aux dégâts causés à la chaussée par les inondations ainsi qu'aux frais de nettoyage.

Une estimation du linéaire de routes situées en zone inondable a été réalisée sous SIG. Les autoroutes ne sont pas touchées car surélevées par rapport au lit majeur. Sur le périmètre étudié, 1,045 km de routes départementales sont en zone inondable pour la crue cinquantennale et 2,85 km pour la crue centennale.

Si l'on applique le coût forfaitaire de 18 100€ pour le km de départementale impacté, tel que préconisé dans l'étude réalisée par Erdlenbruch pour l'Orb, on obtient un coût des dommages au réseau routier de **18 915 €** pour la crue cinquantennale et **51 585 €** pour la crue centennale. Par extrapolation, le coût dans le cas de la crue extrême est estimé à **77 378 €**.

## **2. Dommages en situation future (avec aménagement)**

Cette partie donne l'estimation des dommages pour les trois scénarii de crue selon les 3 scénarii d'aménagements envisagés. L'évaluation des dommages crue extrême intègre le risque de rupture des ouvrages de protection envisagés. En effet, les digues sont dimensionnées pour une certaine crue. Au-delà des débits prévus, les digues peuvent contenir certaines occurrences de crue mais ne protègent plus. En effet, au-delà du débit pour lequel la digue a été dimensionnée le risque de surverse et de rupture doit être pris en compte.

- Scénario 1 : renforcement des digues actuelles

Le coût des dommages pour le scénario 1 « renforcement des digues actuelles » est considéré équivalent au coût des dommages sans aménagement. En effet, ce scénario n'augmente pas le niveau de protection de la ville contre les crues, il ne fait qu'augmenter la fiabilité des digues actuellement en place.

- Scénario 2 : digues de protection pour la crue cinquantennale

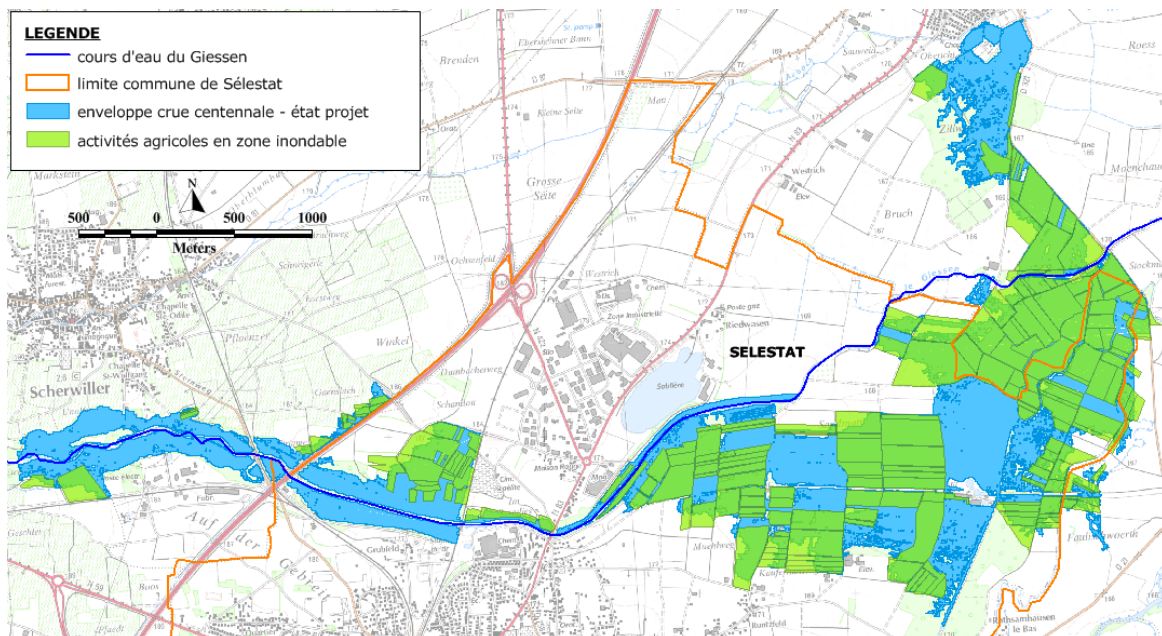
Il a été estimé que les digues dimensionnées pour la Q50 (avec une revanche de 50 cm) permettent de protéger la ville contre une crue jusqu'à une occurrence cinquantennale. Au-delà de cette période de retour, la protection n'est plus assurée du fait du risque de rupture et de surverse qui existe lorsqu'un ouvrage reçoit une crue pour laquelle il est sous-dimensionné. Ainsi, une crue centennale et une crue exceptionnelle entraîneraient des dommages. En l'absence de modélisation permettant de localiser les potentielles brèches engendrées par ces 2 événements et de définir les zones qui seraient inondées, il sera considéré que les crues centennale et exceptionnelle entraînent des dommages équivalents à ceux des crues centennale et exceptionnelle en situation actuelle (sans aménagement). Ce scénario maximise les dommages car il considère une rupture généralisée des digues ce qui est peu probable.

Le coût des dommages est donc estimé à **45 813 438 €** pour une crue centennale et à **68 720 157 €** pour une crue extrême.

- Scénario 3 : digues de protection pour la crue centennale

Les digues dimensionnées pour la crue centennale permettent de protéger la population contre des crues jusqu'à une occurrence centennale. Il a été estimé que les dommages sont nuls pour une occurrence de crue cinquantennale.

Pour une crue centennale, seuls des dommages agricoles sont recensés, pour un montant de **27 519 €** (figure 12) (annexe 1.8).



**Figure 12** : activités agricoles en zone inondable (crue centennale en situation projet)

L'étude de danger réalisée dans le cadre du dossier d'autorisation loi eau étudié 4 scénarii de rupture. La localisation des zones de rupture les plus probables ont été déterminées dans le cadre de l'étude de danger en tenant compte des vitesses

d'écoulement maximales atteintes et de la localisation de la digue vis-à-vis du lit mineur (figure 13).

Afin d'évaluer les dommages dus à une rupture de la digue dimensionnée pour la crue centennale, les dommages selon les 4 scénarii de rupture seront superposés (annexe 1.9).

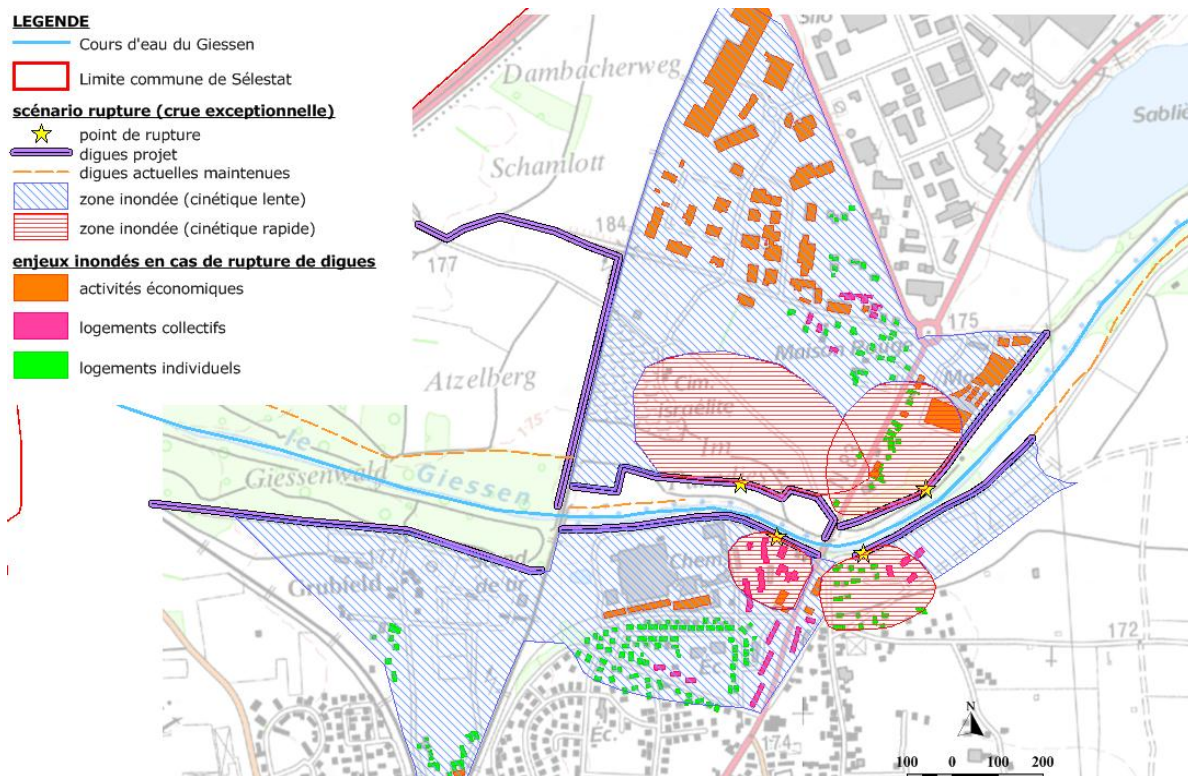


**Figure 13** : zones de rupture probables des digues

Les différents scénarii considérés sont les suivant :

- Scénario A** : brèche au droit du tronçon 1.2
- Scénario B** : brèche au droit du tronçon 1.3
- Scénario C** : rupture du tronçon de digue 2.2 en aval de la filature
- Scénario D** : rupture du tronçon 2.3 au droit des habitations





**Figure 14** : zones inondées en cas de ruptures des digues projet (cru millénale)

L'étude de danger distingue les zones touchées par des cinétiques lentes (bleues) et rapides (rouge) (figure 14). Toutefois, dans les méthodes préconisées dans les annexes techniques, le facteur cinétique de la crue n'entre pas en compte pour le calcul des dommages. En l'absence de données sur les hauteurs d'eau dans l'étude de danger, nous considérerons que les zones rouges sont équivalente aux zones ayant les hauteurs d'eau les plus importantes et donc celles qui engendrent le maximum de dégâts. Les zones bleues seront considérées équivalentes à des zones de hauteurs d'eau entre 0 et 100 cm.

Au final, le montant des dommages pour une crue d'occurrence millénale, si l'on considère une rupture des digues dimensionnées pour la Q100, s'élève à **16 072 068 €**.

enjeux		Dommmages (€)
Logements	Individuels	1 110 537
	collectifs	2 163 781
Activité économiques		12 780 000
ERP		17 750
<b>TOTAL</b>		<b>16 072 068</b>

## B. DOMMAGES MOYENS ANNUELS

Le DMA prend en compte les dommages engendrés par toutes les périodes de retour de crues. Il permet d'intégrer les poids relatifs de chaque dommage de crues en fonction de la période de retour. Le DMA exprime ce que coûte en moyenne par an l'ensemble des crues possibles, et correspond donc à ce qui devrait être provisionné chaque année pour faire face aux dommages éventuels.

## 1. DMA sans aménagement

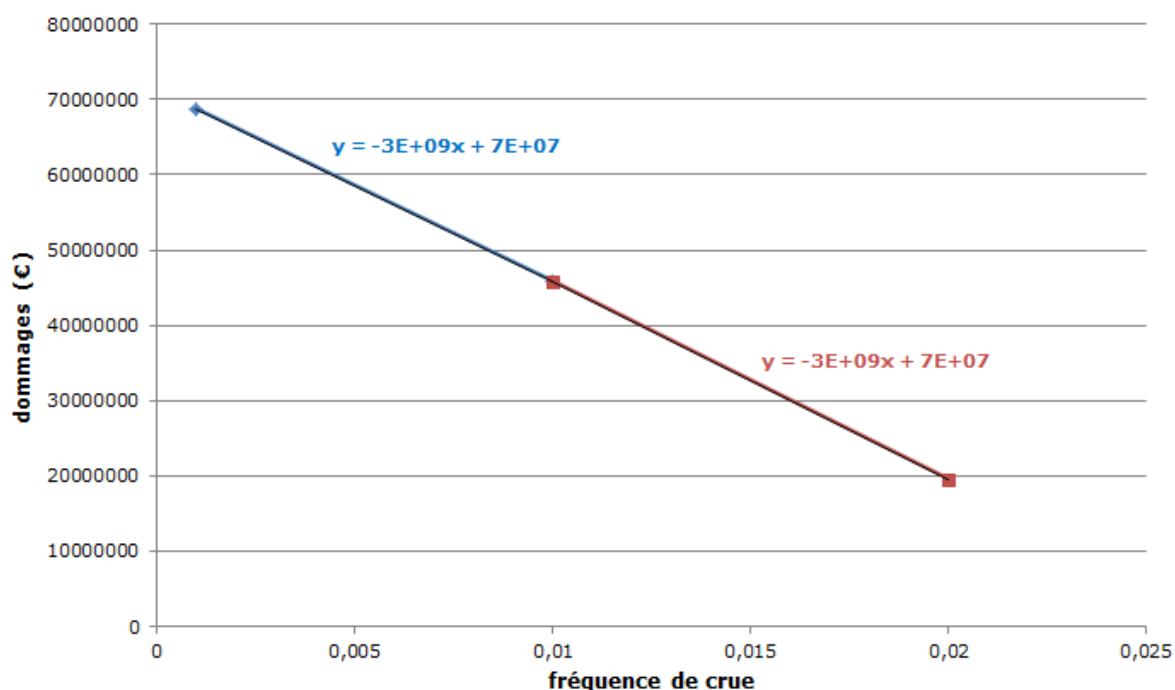
Le tableau ci-après reprend les coûts d'une crue cinquantennale et centennale sur les enjeux pris en compte dans cette ACB.

**Tableau IX** : récapitulatif des dommages en situation actuelle

Type d'enjeu		Dommages (€)		
		crue cinquantennale	crue centennale	crue exceptionnelle*
logements	Individuels	2 684 665	4 851 844	7 277 766
	collectifs	2 203 000	5 117 686	7 676 529
Activité économique	Directs	10 752 000	27 478 000	41 217 000
	indirects	3 754 000	8 048 000	12 072 000
Activité agricole		40 774	96 273	144 410
ERP		100 590	170 050	255 075
Réseau routier		18 915	51 585	77 378
<b>TOTAL</b>		<b>19 553 944</b>	<b>45 813 438</b>	<b>68 720 157</b>

\* Le coût des dommages liés à une crue exceptionnelle a été obtenu de manière théorique en multipliant les dommages de la crue centennale par un facteur 1,5 (annexes techniques du ministère, 2010)

Grâce aux montants des dommages, une courbe a pu être tracée permettant de déterminer le DMA sans aménagement (figure 15).



**Figure 15** : dommages en situation actuelle par occurrence de crue



Le DMA correspond à la surface située en dessous de la courbe de dommage exprimé en fonction des périodes de retour de crue (voir graphique ci-dessus).

$$\text{DMA situation actuelle} = \int_{0,001}^{0,02} (-3 \times 10^9)x + 7 \times 10^7 dx = 731\,500$$

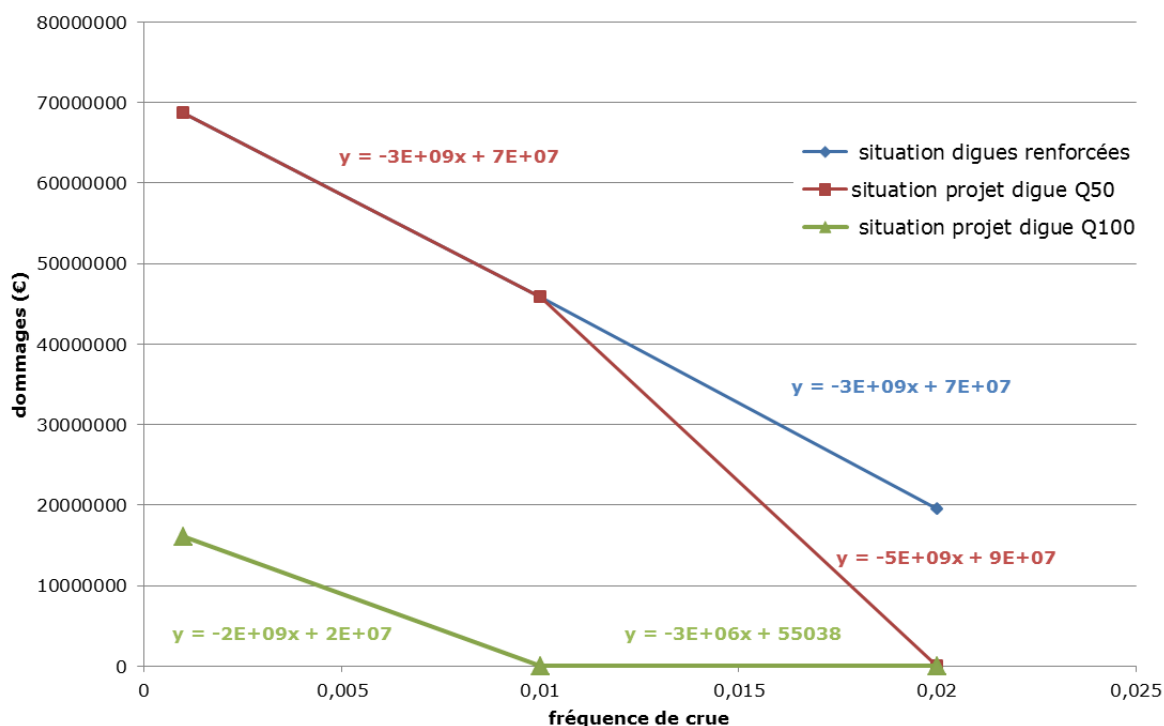
Après calcul, le **DMA en situation actuelle** équivaut à **731 500 €**.

## 2. DMA avec aménagements

Grâce aux coûts des dommages pour chaque scénario de crue selon les crues de 1ers dommages, centennale et millénale (tableau X), les courbes représentant les dommages par occurrence de crue ont pu être tracées (figure 16).

**Tableau X : dommages en situation projet**

SCENARIO	DOMMAGES		
	crue 1 <sup>er</sup> dommages	Crue centennale	Crue exceptionnelle
<b>Scénario 1</b>	19 553 944	45 813 438	68 720 157
<b>Scénario 2</b>	/	45 813 438	68 720 157
<b>Scénario 3</b>	/	27 519	16 072 068



**Figure 16 : dommages en situation projet par occurrence de crue**

Le DMA est équivalent à l'aire sous la courbe pour chaque scénario de crue. Il est obtenu en calculant l'intégrale correspondante.

$$\text{DMA digues renforcées} = \int_{0,001}^{0,02} (-3 \times 10^9)x + 7 \times 10^7 dx = \mathbf{731\,500\,€}$$

$$\text{DMA digues Q50} = \int_{0,001}^{0,01} (-(3 \times 10^9)x + 7 \times 10^7)dx + \int_{0,01}^{0,02} (-(5 \times 10^9)x + 9 \times 10^7) dx = \underline{\underline{631\ 500\ €}}$$

$$\text{DMA digues Q100} = \int_{0,001}^{0,01} (-(2 \times 10^9)x + 2 \times 10^7)dx + \int_{0,01}^{0,02} (-(3 \times 10^6)x + 55038)dx = \underline{\underline{81\ 100\ €}}$$

On obtient les valeurs de DMA, en situation projet, suivantes :

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
<b>DMA</b>	731 500 €	631 500 €	81 100 €

Ces valeurs vont servir à calculer les dommages évités moyens annuels (DEMA) pour chaque scénario d'aménagement.

#### IV. BENEFICES ATTENDUS (DEMA)

Le montant des dommages évités moyens annuels (DEMA) correspond à la différence des dommages moyens annuels (DMA) sans projet et des dommages moyens annuels avec projet pour des occurrences de crues allant d'une période de retour de 50 ans jusqu'à un évènement extrême (période de retour 500 ans). Cela traduit les coûts de dommages qui sont évités par la mise en place des protections selon le scénario considéré (tableau XI).

<b>DEMA = DMA sans aménagement – DMA avec aménagement</b>
---

*Tableau XI : DEMA et pourcentages de dommages évités pour chaque scénario d'aménagement*

DMA sans aménagement (€)	DMA avec aménagement (€)	DEMA (€)	% de dommages évités
<b>731 500</b>	Scénario 1 : renforcement des digues actuelles <b>731 500</b>	0	0%
<b>731 500</b>	Scénario 2 : digues de protection pour une crue cinquantennale <b>631 500</b>	100 000	14%
<b>731 500</b>	Scénario 3 : digues de protection pour une crue centennale <b>81 100</b>	650 400	89%

Ainsi, le premier scénario envisagé, qui consiste en un renforcement des digues actuelles sans augmentation du niveau de protection, ne permet d'éviter aucun dommage par rapport à la situation initiale. Ce scénario, bien qu'économiquement peu favorable, permettrait toutefois d'éviter les dégâts qui résulteraient d'une rupture des digues en place. En effet, ces digues sont dans un mauvais état et elles pourraient céder en cas de crue importante. (cf. dossier loi eau dont l'étude de danger stipule que si l'évènement de 1990 avait duré quelques heures de plus, les digues auraient certainement cédé).

Le second scénario envisagé, permettant de se prémunir contre des crues d'occurrence cinquantennale, entraînerait une diminution de 14% des dommages par rapport à la situation actuelle.

Enfin le dernier scénario de protection, visant à se prémunir contre les crues d'occurrence centennale, permettrait d'éviter 89% des dommages possibles pour des crues allant jusqu'à une période de retour de 1000 ans.

Ainsi, la comparaison des DEMA obtenus pour les différents scénarii de protection indique que la mise en place des digues de protection contre la crue centennale (scénario 3) est le scénario le plus favorable. En effet, c'est celui qui permet d'éviter le maximum de dommages.

## V. INDICATEURS SYNTHETIQUES DE L'ACB

### A. VALEUR ACTUALISEE NETTE (VAN)

La VAN (Valeur Actualisée Nette) correspond à la quantité de dommages évités et alors économisés par la société, déduction faite des coûts, grâce aux investissements faits (tableau XII). Une VAN positive indique que le projet étudié est pertinent du point de vue économique.

$$VAN = -Co + \sum_{i=0}^n \frac{1}{(1 + ri)^i} * (DEMA - Ci)$$

Avec :

Co : coût initial de la mesure

DEMA : Dommages Evités Moyens Annuels

Ci : coûts de fonctionnement du projet à l'année i (Ci peut varier dans le temps ou être constant)

n : horizon temporel de la mesure

ri : taux d'actualisation (ri = 4% si i ≤ 30 ans ; sinon ri =  $\sqrt[30]{1,04^{30}} * 1,02^{i-30} - 1$ )

On considère un horizon temporel égal à 30 ans.

On obtient les valeurs de VAN suivantes :

**Tableau XII : valeur de la VAN pour chaque scénario d'aménagement**

	<b>VAN</b>
<b>Scénario 1 :</b> Renforcement digues actuelles	-1 639 008
<b>Scénario 2 :</b> Digues de protection contre une crue cinquantennale	-1 721 984
<b>Scénario 3 :</b> Digues de protection contre une crue centennale	7 922 181

## B. RAPPORT DEMA/C

Le rapport DEMA / C peut s'interpréter comme un indicateur de la rentabilité du projet puisqu'il indique la quantité de dommages évités pour 1€ investi dans le projet (tableau XIII). Ainsi, pour que le projet soit rentable, il faut que le rapport DEMA/C soit supérieur à 1.

$$\frac{DEMA}{C} = \frac{\sum_{i=1}^{30} \frac{DEMA}{(1+ri)^i}}{C_0 + \sum_{i=1}^{30} \frac{C_i}{(1+ri)^i}}$$

**Tableau XIII** : valeur du rapport DEMA/C pour chaque scénario d'aménagement

	DEMA/C
<b>Scénario 1 :</b> Renforcement digues actuelles	0
<b>Scénario 2 :</b> Digues de protection contre une crue cinquantennale	0,49
<b>Scénario 3 :</b> Digues de protection contre une crue centennale	2,87

## C. CONCLUSION SUR LES INDICATEURS DE L'ACB

**Tableau XIV** : valeurs des indicateurs de l'analyse coût-bénéfice

Scénario de protection	VAN	DEMA/C
Renforcement digues actuelles	-1 639 008	0
Digues de protection contre crue cinquantennale	-1 721 984	0,49
Digues de protection contre crue centennale	<b>7 922 181</b>	<b>2,87</b>

- Scenario 1

L'ensemble des indicateurs montre que le scénario de renforcement des digues actuelles n'est pas économiquement pertinent (tableau XIV). Il est vrai qu'il ne vient pas augmenter le degré de protection de la ville face aux crues en termes d'occurrence de crue. Toutefois, ce projet a le mérite de rendre les digues actuelles plus sûres, ce qui est le minimum au vu des résultats de l'étude de danger et des observations faites sur le terrain.

- Scénario 2

Les indicateurs de l'analyse coût-bénéfice ne sont pas favorables au projet de digues dimensionnées pour la crue cinquantennale (tableau XIV). La valeur actualisée nette (VAN) est moins favorable pour le scénario 2 que pour le scénario 1 du fait d'un DEMA trop faible au regard des coûts d'investissement et de fonctionnement.

- Scénario 3

L'ensemble des indicateurs calculés montre que le scénario « digues dimensionnées pour la crue centennale » est pertinent d'un point de vue économique (tableau XIV). Ainsi, l'investissement fait pour mettre ces digues en place est rentable en comparaison avec les dommages qui seraient engendrés par des crues en l'absence de ces digues.

## VI. SENSIBILITE

Certaines approximations ont été réalisées afin d'obtenir les résultats de cette ACB. Ces approximations peuvent avoir un impact plus ou moins important sur les résultats. Le but de cette partie est de faire varier certaines valeurs afin d'observer l'impact de ces variations sur les résultats des calculs.

Dans notre cas il a été décidé que les facteurs pouvant subir des variations sont les suivants :

- **Coûts de fonctionnement  $C_i$**  (estimé à 2% du  $C_0$ ) ;
- **Coûts des aménagements  $C_0$**  pour les digues de protection contre la crue cinquantennale (le coût des aménagements est le fruit d'une extrapolation à partir du coût des digues dimensionnées pour la crue centennale (annexe 1.1)) ;
- Estimation des dommages (DMA) influant sur la **valeur du DEMA**. La crue extrême n'ayant pas été modélisée, les coûts associés à cette crue ont dû être estimés à partir des dommages en l'absence de digues et des résultats de l'étude de danger. Les approximations les plus importantes ont été faites pour le scénario 2.

- Variation des coûts de fonctionnement ( $C_i$ ) (tableaux XV et XVI)

Une variation de  $\pm 40\%$  du coût de fonctionnement entraîne peu de variation du rapport DEMA/C et des variations de la VAN modérées ( $\pm 22\%$  max). Plus le  $C_i$  diminue, plus le rapport DEMA/C et la VAN augmentent et donc sont favorables. Dans tous les cas, les indicateurs sont défavorables pour les scénarii 1 et 2 et favorables pour le scénario 3.

- Variation du coût d'investissement ( $C_0$ ) pour les digues de protection contre la crue cinquantennale (tableau XVII)

La VAN varie jusqu'à  $\pm 82\%$  mais reste largement négative ( $VAN_{\max} = -301510$ ). De la même façon, le rapport DEMA/C varie entre  $-29\%$  et  $+67\%$  mais reste toujours inférieur à 1.

Ces résultats indiquent que malgré la prise en compte des erreurs potentielles dans l'estimation du coût initial de l'aménagement, les indicateurs ne deviennent jamais favorables, preuve que ce scénario n'est pas pertinent d'un point de vue économique.

- Variation du DEMA (tableaux XVIII et XIX)

Le scénario 1 n'a pas été pris en compte ici car en absence d'augmentation du niveau de protection, le DEMA sera nul dans tous les cas. La variation du DEMA entraîne des variations non négligeables des indicateurs de l'ACB. Ainsi, lorsque l'on fait varier le DEMA de  $\pm 40\%$  la VAN subit des modifications allant de  $\pm 42\%$  (scénario 2) jusqu'à  $\pm 60\%$  (scénario 3) et le rapport DEMA/C varie de  $\pm 40\%$  pour les scénarii 2 et 3.

Quelles que soient les variations de DEMA, les indicateurs de l'ACB restent défavorables dans le scénario 2 et sont favorables pour le scénario 3.



**Tableau XV : variation de la VAN selon la variation des coûts de fonctionnement**

Variation coûts de fonctionnement (Ci)	Ci			VAN			Variation VAN		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
-40%	14400	31200	34800	-1463405	-1341510	8346555	+11%	+22%	+5%
-20%	19200	41600	46400	-1551206	-1531747	8134368	+5%	+11%	+3%
0%	24000	52000	58000	-1639008	-1721984	7922181	0%	0%	0%
+20%	28800	62400	69600	-1726810	-1912221	7709994	-5%	-11%	-3%
+40%	33600	72800	81200	-1814611	-2102458	7497806	-11%	-22%	-5%

**Tableau XVI : variation du rapport DEMA/C selon la variation des coûts de fonctionnement**

Variation coûts de fonctionnement (Ci)	Ci			Rapport DEMA/C			Variation rapport DEMA/C		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
-40%	14400	31200	34800	0	0,55	3,20	0%	+11%	+11%
-20%	19200	41600	46400	0	0,52	3,03	0%	+5%	+5%
0%	24000	52000	58000	0	0,49	2,87	0%	0%	0%
+20%	28800	62400	69600	0	0,47	2,73	0%	-5%	-5%
+40%	33600	72800	81200	0	0,45	2,60	0%	-9%	-9%

**Tableau XVII : variation de la VAN et du rapport DEMA/C en fonction du coût initial des digues de protection contre la crue cinquantennale**

Variation coûts d'investissement (C <sub>0</sub> ) scénario 2	C <sub>0</sub>	VAN	Variation VAN	DEMA/C	Variation rapport DEMA/C
-40%	1560000	-301510	82%	0,82	+67%
-20%	2080000	-1011747	41%	0,62	+25%
0%	2600000	-1721984	0%	0,49	0%
+20%	3120000	-2432221	-41%	0,41	-17%
+40%	3640000	-3142458	-82%	0,35	-29%

**Tableau XVIII** : variation de la VAN en fonction de la variation du DEMA

Variation DEMA	DEMA			VAN			Variation VAN		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
-40%	0	60000	390240	-1639008	-2453664	3163334	0%	-42%	-60%
-20%	0	80000	520320	-1639008	-2087824	5542757	0%	-21%	-30%
0%	0	100000	650400	-1639008	-1721984	7922181	0%	0%	0%
+20%	0	120000	780480	-1639008	-1356144	10301604	0%	+21%	+30%
+40%	0	140000	910560	-1639008	-990304	12681028	0%	+42%	+60%

**Tableau XIX** : variation du rapport DEMA/C en fonction de la variation du DEMA

Variation DEMA	DEMA			Rapport DEMA/C			Variation Rapport DEMA/C		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
-40%	0	60000	390240	0	0,30	1,72	0%	-40%	-40%
-20%	0	80000	520320	0	0,40	2,30	0%	-20%	-20%
0%	0	100000	650400	0	0,49	2,87	0%	0%	0%
+20%	0	120000	780480	0	0,59	3,45	0%	+20%	+20%
+40%	0	140000	910560	0	0,69	4,02	0%	+40%	+40%

D'une manière générale, on observe que malgré des variations allant de - 40% à +40% de la valeur « normale » des facteurs étudiés dans cette partie, le schéma ne change pas :

- La VAN est négative dans le cas des scénarii 1 et 2 et positive pour le scénario 3. De plus, quelles que soient les variations, l'aménagement correspondant au scénario 3 est économiquement pertinent.
- Le rapport DEMA/C reste systématiquement nul dans le cas du renforcement de digues actuelles. Ce rapport est systématiquement inférieur à 1 dans le cas des digues dimensionnées pour la crue cinquantennale et est toujours supérieur à 1 pour le scénario 3.

L'analyse de la sensibilité indique que, malgré les approximations faites dans la réalisation de l'ACB, le scénario 3 « digues de protection dimensionnées pour la crue centennale » reste, d'un point de vue économique, le meilleur choix possible parmi les 3 scénarii envisagés.

Il a été décidé d'étudier plus particulièrement le scénario 3 qui est le plus avantageux de l'ACB afin de déterminer quels sont les facteurs qui induisent le plus de variation et pour lesquels une attention plus grande devra être portée (tableau XX).

**Tableau XX** : étude de l'impact de la variation du DEMA, du  $C_0$  et du  $C_i$  sur les indicateurs de l'ACB pour le scénario 3

Taux de variation		VAN	Variation VAN	DEMA/C	Variation DEMA/C
DEMA	-40%	3163334	-60%	1,72	-40%
	-20%	5542757	-30%	2,30	-20%
	+20%	7922181	+30%	2,87	+20%
	+40%	10301604	+60%	3,45	+40%
Coûts d'investissement	-40%	9512155	+20%	4,79	+67%
	-20%	8717168	+10%	3,59	+25%
	+20%	7922181	-10%	2,87	-17%
	+40%	7127194	-20%	2,39	-29%
Coût de fonctionnement	-40%	8346555	+5%	3,20	+11%
	-20%	8134368	+3%	3,03	+5%
	+20%	7922181	-3%	2,87	-5%
	+40%	7709994	-5%	2,73	-9%

Il ressort de cette analyse que les variations les plus fortes sont liées aux variations du DEMA et du coût d'investissement. Les variations du coût de fonctionnement n'ont qu'un impact modéré sur les résultats de cette ACB dans le cas du scénario 3.

Le coût d'investissement ne devrait pas varier de manière trop importante, l'estimation du coût des travaux, par le maître d'œuvre chargé de la réalisation de ces digues, datant de mai 2014.

Le calcul du DEMA n'est pas le fruit d'hypothèses ou d'approximations trop importantes. Tout d'abord, nous disposons de la modélisation hydraulique de la crue centennale en situation projet. De plus, l'étude de danger réalisée dans le cadre du dossier loi sur l'eau

a permis de déterminer les zones de rupture potentielles et les zones inondées associées en cas de crue millénaire. Enfin, le recensement des enjeux a fait l'objet de visites de terrain afin d'améliorer les données SIG disponibles.

En conclusion, cette analyse montre que, quel que soit le taux de variation, les indicateurs de l'ACB (VAN et rapport DEMA/C) indiquent que le scénario d'aménagement consistant en la mise en place de digues de protection dimensionnées pour une crue centennale est économiquement pertinent.

## VII. DISCUSSION SUR L'ANALYSE COUTS-BENEFICES

L'analyse coût-bénéfice est un outil de décision permettant de déterminer si un projet est économiquement pertinent. Ce type d'approche, bien qu'essentiel au choix d'un projet, néglige toutefois les dommages non monétarisés dus aux crues. En effet, cette ACB n'intègre pas les dommages intangibles (stress, pollution, etc...) du fait de la difficulté qu'il existe à les chiffrer en l'état actuel des connaissances.

Le coût des inondations dépend largement de la réactivité de la population ainsi que de l'efficacité du système d'annonce. Cette donnée est cependant difficilement évaluable et prise en compte. Toutefois, les actions du présent PAPI visent à améliorer ces points afin qu'en cas de crue, les dommages soient réduits au maximum.

## VIII. CONCLUSION DE L'ANALYSE COUT-BENEFICE

**Tableau XXI : rappel des résultats de l'ACB**

Scénario de protection	DEMA	VAN	DEMA/C
Renforcement digues actuelles	0	-1 639 008	0
Digues de protection contre crue cinquantennale	100 000	-1 721 984	0,49
Digues de protection contre crue centennale	<b>650 400</b>	<b>7 922 181</b>	<b>2,87</b>

L'analyse coût-bénéfice réalisée a permis de définir la pertinence économique des différents scénarii de protection envisagés. Il en ressort que seul le scénario 3 est pertinents, sa mise en place entraînant un gain financier en comparaison à la situation actuelle (tableau XXI). C'est donc ce scénario qui est privilégié par le porteur de projet du PAPI.

La décision du meilleur scénario doit être le fruit d'une réflexion plus large que le seul facteur économique. Dans le contexte de Sélestat, la protection des personnes et des biens est un objectif fort au vue des enjeux situés en zone inondable sur la commune. Ainsi, il a été décidé de mettre en place des digues de protection contre la crue centennale afin d'atteindre le maximum de protection pour les riverains.

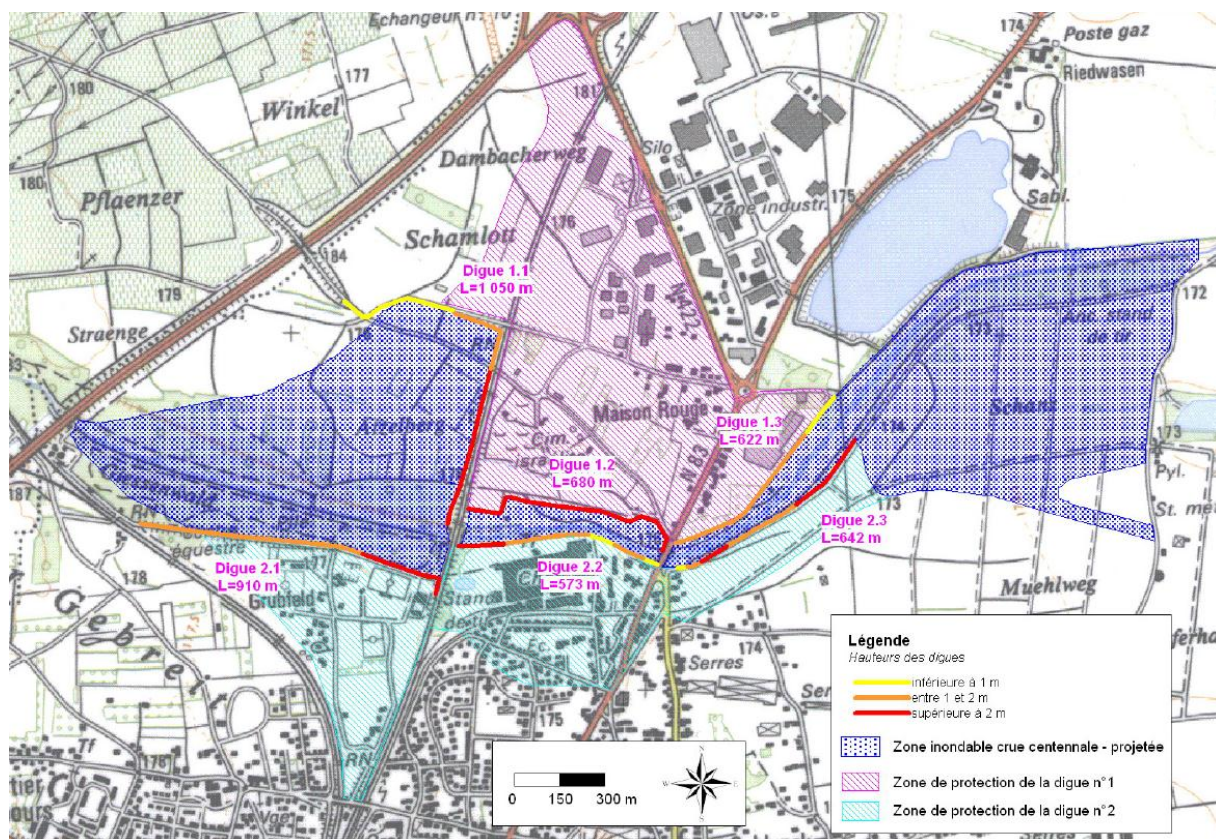
# ANNEXE 4

MODIFICATION DE LA ZONE DE PROTECTION DES DIGUES PROJET

---

## Définition de la zone de protection à partir des modélisations réalisées dans le cadre du PPRI

Initialement la zone de protection de l'étude de danger est basée sur les modélisations faites dans le cadre du dossier d'enquête publique concernant la protection de la ville de Sélestat contre les crues du Giessen (SOGREAH, 2009).



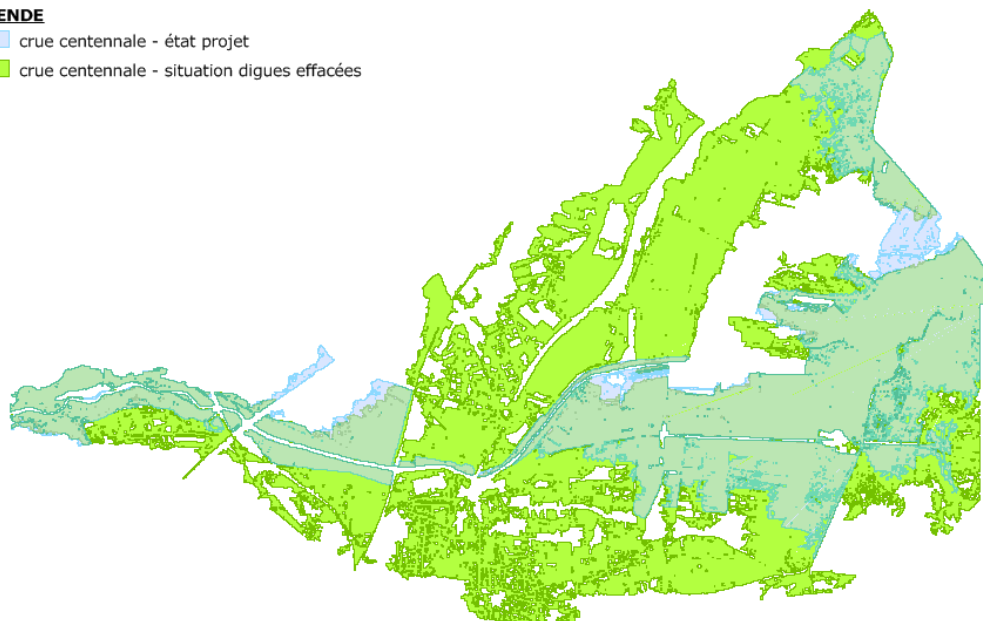
La population protégée par les digues en rive gauche est estimée à 217 habitants et à 1128 habitants en rive droite (sans compter les élèves et personnels de l'école : +250 personnes).

la zone protégée « actualisée » est obtenue superposant la couche « crue centennale en situation projet » avec la couche « crue centennale en situation digues effacées » :



**LEGENDE**

- crue centennale - état projet
- crue centennale - situation digues effacées



La zone de protection des digues correspond à l'ensemble des zones où l'enveloppe de crue bleue ne se superpose pas à l'enveloppe de crue verte.

Au final, on obtient les enveloppes de protection suivantes :

**LEGENDE**

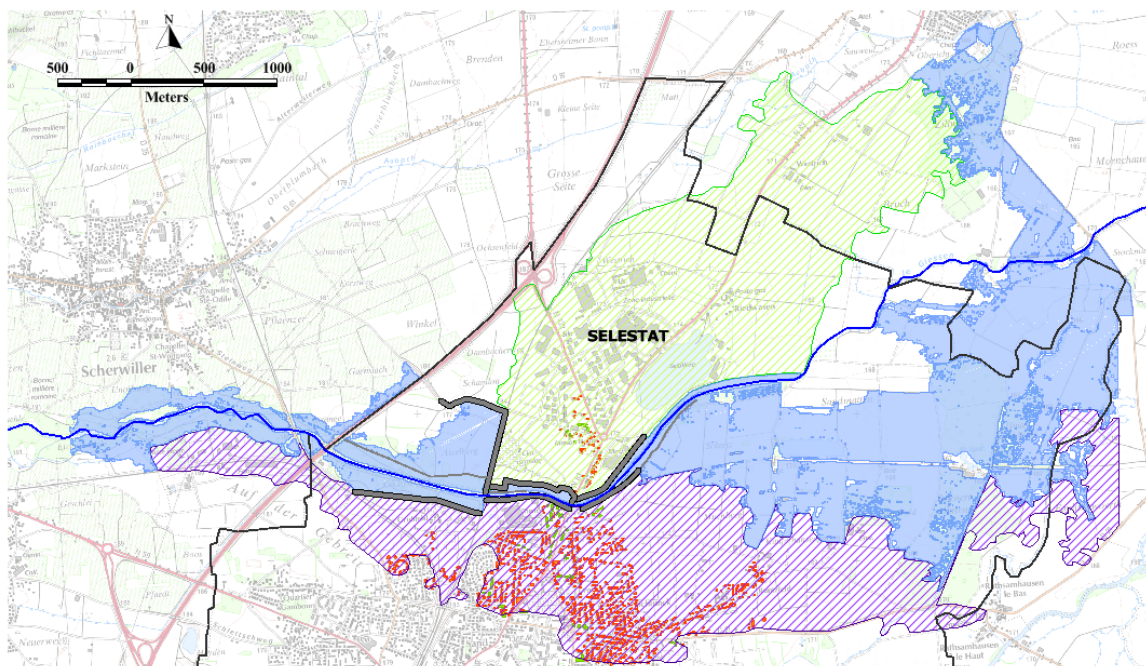
- cours d'eau du Giessen
- digues projet
- digues actuelles maintenues
- enveloppe crue centennale - situation projet

**zone de protection des digues**

- rive gauche
- rive droite

**population protégée**

- logements individuels
- logements collectifs



- **Classement des digues**

Population

Par croisement de la couche cadastre avec les couches représentant les zones de protection des digues rive gauche et des digues rives droites, un recensement des enjeux protégés a pu être réalisé.

Zone de protection	Nombre de logements		Surface (m <sup>2</sup> )			
			individuels		collectifs	
	individuels	collectifs	réelle	SIG	réelle	SIG
Rive gauche	46	10	4793	2875	2379	1427
Rive droite	957	49	106345	63807	22356	13413

Si l'on considère une moyenne de 33m<sup>2</sup> la moyenne par habitant d'un logement individuel et de 25m<sup>2</sup> la moyenne pour un habitant en logement collectif on obtient les estimations de population suivantes :

	Estimation population protégée		<b>TOTAL</b>
	Individuels	collectifs	
Rive gauche	87	57	<b>144</b>
Rive droite	1933	536	<b>2469</b>

Au total, environ 150 personnes sont protégées en rive gauche et 2500 en rive droite.

Etablissements Recevant du Public

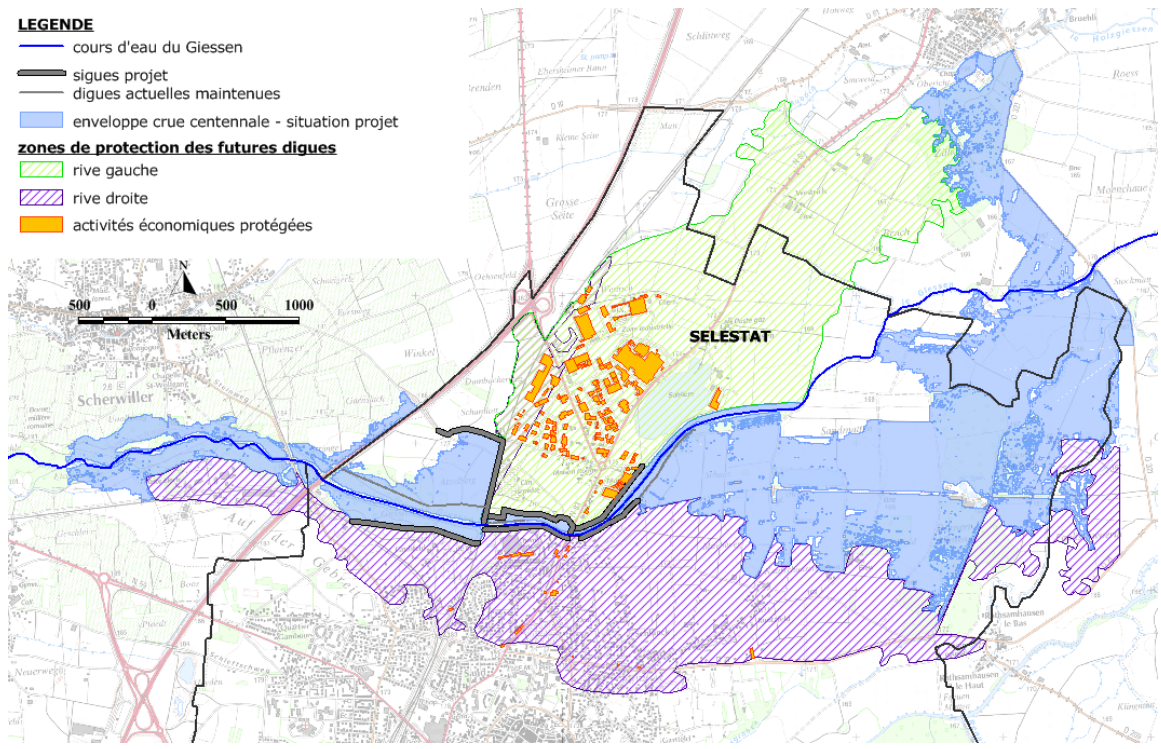
3 ERP sont recensés sur le secteur d'étude, tous situés en rive droite du cours d'eau.

<b>ERP</b>	<b>capacité</b>
Ecole primaire Jean Monnet	230
Ecole maternelle Schumann	192
EHPAD résidence fleurie	58
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>

Activités économiques

Environ 150 activités économiques sont recensées en zone inondable dont la majorité est située en rive gauche du Giessen.

	<b>Zone de protection rive droite</b>	<b>Zone de protection rive gauche</b>
Nombre d'entreprises	25	125
Nombre de salariés	83	635
Capacité	1886	25801
<b>TOTAL</b>	<b>1969</b>	<b>26436</b>



Au total, on obtient les résultats suivant :

La digue en rive droite permet de protéger approximativement **4900 personnes** elle est donc de **classe B**.

La digue en rive gauche permet de protéger une population d'environ **26 600 personnes**, elle est donc également en **classe B**.