

Directive inondation

Bassin Rhin-Meuse

*Partie française du district
hydrographique international du Rhin*

RAPPORT DE PRESENTATION

Cartographie du risque inondation sur le Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de l'agglomération strasbourgeoise

*Inondation par débordement
de la Bruche, de l'Ill et du Rhin*

*Version approuvée par le Préfet
Coordonnateur de Bassin Rhin-Meuse
arrêté SGAR Lorraine n°2015-269
en date du 14/10/2015*



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

Sommaire

1.	Contexte	5
2.	Principes généraux d'élaboration des cartes des surfaces inondables et des risques.....	7
3.	Présentation du TRI de l'agglomération strasbourgeoise	8
3.1.	Présentation de la Bruche	12
3.1.1	Principales caractéristiques du bassin versant.....	12
3.1.2	Ouvrages de protection et infrastructures formant obstacle aux crues.....	14
3.2.	Présentation de l'Ill	14
3.2.1	Principales caractéristiques du bassin versant.....	14
3.2.2	Ouvrages de protection et infrastructures formant obstacle aux crues.....	16
3.2.3	Les ouvrages hydrauliques sur l'Ill dans la traversée de l'agglomération strasbourgeoise	16
3.3.	Présentation du Rhin.....	17
3.3.1	Principales caractéristiques du bassin versant.....	17
3.3.2	L'aménagement du Rhin	17
3.3.3	Ouvrages de protection.....	18
3.4.	Le contexte « inondation » sur l'agglomération strasbourgeoise	19
3.4.1	Les crues récentes de la Bruche et de l'Ill	20
3.4.2	Les crues récentes du Rhin.....	25
4.	Cartes des surfaces inondables sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise	27
4.1.	Méthodes utilisées	28
4.1.1	Valorisation des études antérieures et en cours.....	29
4.1.2	Modèles hydrauliques.....	30
4.1.2.1	Modèle principalement utilisé au sein du TRI.....	30
4.1.2.2	Modèle utilisé pour les débordements du Rhin (hors porte de garde).....	33
4.2.	Aléas inondation sur la Bruche.....	34
4.2.1	Détermination des débits pris en compte	34
4.2.2	Débordement de la Bruche en crue fréquente	34
4.2.3	Débordement de la Bruche en crue moyenne.....	35
4.2.4	Débordement de la Bruche en crue extrême	37
4.3.	Aléas inondation sur l'Ill.....	38
4.3.1	Modalités techniques de prise en compte de la défaillance des ouvrages de protection d'Erstein.....	38
4.3.1.1	Descriptif détaillé du dispositif de protection d'Erstein	38
4.3.1.2	Méthodologie suivie pour la prise en compte d'une défaillance du dispositif d'Erstein et principaux résultats.....	39
4.3.2	Débordement de l'Ill en crue fréquente	42
4.3.3	Débordement de l'Ill en crue moyenne.....	42
4.3.4	Débordement de l'Ill en crue extrême	44
4.4.	Aléas inondation sur le Rhin.....	45
4.4.1	Les écluses nord et sud.....	46
4.4.2	La porte de garde du Port aux Pétroles.....	47
5.	Éléments communs aux études aléas Bruche, Ill et Rhin.....	50
5.1.	Limites et incertitudes des résultats obtenus	50
5.2.	Représentation de l'aléa sur les cartes de surfaces inondables.....	50
5.2.1	Classes de hauteurs d'eau	50
5.2.2	Crue fréquente	51
5.2.3	Crue moyenne.....	51
5.2.4	Crue extrême	51
6.	Cartes des risques sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise	52
6.1.	Enjeux représentés	52
6.1.1	Bases de données mobilisées.....	52

6.1.2	Limites et incertitudes	55
6.2.	Analyse des enjeux	55
6.2.1	Population et emplois	55
6.2.2	Enjeux ponctuels	56
6.2.3	Infrastructures linéaires de transport	56
6.2.4	Commentaires sur les enjeux.....	57
6.3.	Enjeux non cartographiés	59
7.	Conclusion et suites de l'étape « cartographie »	60

Liste des tableaux :

Tableau 1 :	Synthèse des principes d'élaboration des cartes des surfaces inondables pour les débordements de cours d'eau (extrait de la circulaire du 16 juillet 2012)	7
Tableau 2 :	Récapitulatif des débits issus des scénarios de défaillance du dispositif de protection d'Erstein en situation de crue extrême de l'Ill	41
Tableau 3 :	Rappel des hypothèses de débits de pointe instantanée sur le Rhin	45
Tableau 4 :	Estimation de la population en zone inondable (nombre d'habitants arrondi à la centaine).....	55
Tableau 5 :	Estimation du nombre d'emplois en zone inondable (arrondi à la centaine)	55
Tableau 6 :	Estimation, par catégorie, du nombre d'enjeux ponctuels impactés (<i>en italique les bâtiments utiles à la gestion de crise</i>)	56
Tableau 7 :	Estimation sommaire du nombre d'emplacement où les infrastructures de transport seraient submergées.	57
Tableau 8 :	Installations polluantes en zone potentiellement inondable 30 km en amont du TRI 60	
Tableau 9 :	Stations de traitement des eaux usées de plus de 2 000 équivalents-habitants en zone potentiellement inondable 30 km en amont du TRI	60

Liste des figures :

Figure 1 :	Profil longitudinal du cours de la Bruche	13
Figure 2 :	Profil longitudinal du cours de l'Ill	15
Figure 3 :	Description schématique des échanges Ill/Rhin.....	15
Figure 4 :	Cumul des précipitations d'avril à mai 1983 sur la station de Strasbourg-Entzheim (Source : Météo-France).....	22
Figure 5 :	Hydrogrammes retenus sur la Bruche en partie amont du TRI de l'agglomération strasbourgeoise	34
Figure 6 :	Débits de pointe instantanée injectés dans le modèle hydraulique pour le calcul des zones inondables en situation de crue fréquente de la Bruche et de l'Ill	35
Figure 7 :	Débits de pointe instantanée injectés dans le modèle hydraulique pour le calcul des zones inondables en situation de crue moyenne de la Bruche et de l'Ill	36
Figure 8 :	Débits de pointe instantanée injectés dans le modèle hydraulique pour le calcul des zones inondables en situation de crue extrême de la Bruche et de l'Ill	37
Figure 9 :	Schéma de principe de l'ensemble du dispositif de régulation de l'Ill à Erstein.....	38
Figure 10 :	Plan de situation du dispositif de protection d'Erstein	39
Figure 11 :	Hydrogramme de l'Ill à hauteur de Nordhouse en situation de défaillance du dispositif de protection d'Erstein pour une crue moyenne	43
Figure 12 :	Débits pris en compte pour le calcul des zones inondables en situation de crue moyenne sur l'Ill incluant une défaillance sur le dispositif d'Erstein	43
Figure 13 :	Hydrogramme de l'Ill à hauteur de Nordhouse en situation de défaillance du dispositif de protection d'Erstein pour une crue extrême.....	44
Figure 14 :	Débits pris en compte pour le calcul des zones inondables en situation de crue extrême sur l'Ill incluant une défaillance sur le dispositif d'Erstein.....	45
Figure 15 :	Débits pris en compte sur le TRI pour le calcul des zones inondables en situation de crue extrême sur le Rhin	49

Figure 16 : Classes de hauteurs d'eau retenues pour la cartographie sur le TRI « agglomération strasbourgeoise »	51
Figure 17 : Représentation particulière de la zone impactée par une défaillance ponctuelle des ouvrages de protection d'Erstein.	51
Figure 18 : Représentation particulière des zones de rétention associées à la gestion dynamique des crues du Rhin.....	51

Liste des cartes :

Carte 1 : L'agglomération strasbourgeoise au sein de l'EuroDistrict Strasbourg-Ortenau et densité de population	8
Carte 2 : Réseau routier et ferré dans l'emprise du TRI.....	9
Carte 3 : Communes du TRI de l'agglomération strasbourgeoise.....	10
Carte 4 : Réseau hydrographique à l'échelle de l'ensemble du TRI de Strasbourg.....	11
Carte 5 : Réseau hydrographique dans Strasbourg.....	12
Carte 6 : Bassin versant de la Bruche en amont du TRI de Strasbourg.....	13
Carte 7 : Bassin versant de l'Ill en amont du TRI de Strasbourg.....	14
Carte 8 : Cumuls des précipitations du 12 au 16/02/1990 sur le nord-est de la France	23
Carte 9 : Emprise surfacique du modèle principalement utilisé pour le TRI	31
Carte 10 : Laisses de la crue de 1990 utilisée pour le calage du modèle DHI	32
Carte 11 : Emprise surfacique du modèle utilisé pour les débordements du Rhin (hors porte de garde)	33
Carte 12 : Emprise du modèle hydraulique « défaillance Erstein »	40
Carte 13 : plan de situation des ouvrages mobiles permettant le transit fluvial entre le Rhin et l'agglomération strasbourgeoise.....	46

Liste des photographies :

Photographie 1 : La Bruche à Oberschaeffolsheim et Wolfisheim lors de la crue de 1990	24
Photographie 2 : Pont SNCF sur le Canal de la Bruche à hauteur de Strasbourg (lieu-dit Holtzmatt) lors de la crue de 1990. Vue depuis l'aval rive gauche.....	24
Photographie 3 : Pont de la route de Schirmeck sur le Canal de la Bruche à hauteur de la Holtzmatt (Strasbourg) lors de la crue de 1990. Vue depuis l'amont rive droite.....	25
Photographie 4 : Les environs d'Erstein, janvier 1955 (source DNA).....	25

1. Contexte

La directive européenne du 23 octobre 2007, dite Directive Inondation (directive 2007/60/CE), relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, a été transposée en droit français par l'article 221 de la LENE du 12 juillet 2010 (loi portant engagement national pour l'environnement) et par le décret n°2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, qui modifient le Code de l'Environnement.

La mise en œuvre de cette directive comporte les étapes suivantes, réalisées pour chaque district sous l'autorité du Préfet coordonnateur de bassin :

- Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (EPRI) ;
- Identification des Territoires à Risque important d'Inondation (TRI) ;
- Élaboration, pour trois niveaux d'inondation (événements fréquent, moyen, extrême) de cartes des surfaces inondables et de cartes des risques d'inondation dans chacun des TRI ;
- Élaboration d'un Plan de Gestion des Risques d'Inondation (PGRI). Le PGRI définira, pour chaque district, les objectifs de réduction des conséquences négatives des inondations sur les enjeux humains, économiques, environnementaux et patrimoniaux et les mesures à mettre en œuvre pour les atteindre. Il sera également articulé avec la nouvelle version du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E) lequel, comme actuellement, traitera en premier lieu de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)¹.

En parallèle à l'élaboration des Plans de Gestion des Risques d'Inondation, des Stratégies Locales de Gestion des Risques d'Inondation (SLGRI) seront élaborées pour chaque TRI. Elles alimenteront le contenu du PGRI et permettront une mise en œuvre de celui-ci adaptée aux spécificités de chaque TRI.

Ces stratégies locales nécessiteront un **engagement des acteurs locaux** dans leur élaboration et leur mise en œuvre, s'appuyant notamment sur un partage des responsabilités, le maintien d'une solidarité amont-aval face aux risques, la recherche d'une synergie avec les autres politiques publiques.

Enfin une Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation a par ailleurs été élaborée au cours de ces derniers mois par le ministère en charge de la prévention des risques en concertation avec les parties prenantes, au premier rang desquelles **les collectivités locales**. Entrée en vigueur avec l'arrêté interministériel du 07 octobre 2014, elle encadre les orientations des PGRI et des SLGRI.

La mise en œuvre de cette directive s'opère selon un processus cyclique qui prévoit que l'ensemble des productions établies soit révisé tous les 6 ans². Cependant, les cartes pourront être modifiées de manière anticipée si nécessaire.

C'est dans ce cadre que le Préfet Coordonnateur de Bassin Rhin-Meuse a désigné, par arrêté du 18 décembre 2012 (arrêté SGAR n°2012-527), une liste de 12 Territoires à Risque important d'Inondation (TRI) : 8 sur le district Rhin et 4 sur le district Meuse.

L'identification de ces TRI a obéi à une **logique de priorisation** des actions et des moyens apportés par l'État et les collectivités locales dans leur politique de gestion du « risque inondation ».

¹ Directive 2000/60/CE

² Ainsi le présent rapport s'inscrit dans le premier cycle de mise en œuvre couvrant la période 2015-2021.

Cette liste des TRI a été établie sur la base de l'exploitation des connaissances rassemblées dans les Evaluations Préliminaires des Risques d'Inondation³ des bassins français du Rhin et de la Meuse de 2011 et suite à la concertation avec les parties prenantes qui a eu lieu courant 2012.

L'agglomération strasbourgeoise a été identifiée comme Territoire à Risque d'inondation Important : ce sont les débordements de la Bruche, de l'Ill et du Rhin qui sont pris en compte sur ce territoire.

Par ailleurs et en application des articles L. 566-5 et R. 566-5 du code de l'environnement relatifs à l'identification des territoires dans lesquels il existe un risque d'inondation important ayant des conséquences de portée nationale⁴, le TRI de l'agglomération strasbourgeoise a été reconnu comme tel par l'arrêté ministériel du 06 novembre 2012 en raison des risques de débordement du Rhin sur ce territoire.

La qualification d'un territoire en TRI implique une nécessaire réduction de sa vulnérabilité face au risque d'inondation, et engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement dans la recherche de cet objectif. A cette fin, une Stratégie Locale⁵ de Gestion du Risque d'Inondation (SLGRI) sera élaborée. Ses objectifs, son périmètre d'action ainsi que le délai d'élaboration de la stratégie seront arrêtés par le Préfet Coordonnateur de Bassin d'ici décembre 2014 en tenant compte des priorités de la Stratégie Nationale de Gestion du Risque d'Inondation et de sa déclinaison dans les Plans de Gestion du Risque d'Inondation (PGRI) des bassins français du Rhin et de la Meuse, lesquels doivent être approuvés d'ici décembre 2015.

Afin d'éclairer les choix à faire et partager les priorités, la connaissance des inondations sur les TRI doit être approfondie, en réalisant une cartographie des surfaces inondables et des risques (article L. 566-6 du code de l'environnement et décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation) pour 3 scénarios de crue basés sur :

- l'aléa de faible probabilité ou scénario d'événement extrême,
- l'aléa de probabilité moyenne,
- l'aléa de forte probabilité, le cas échéant.

La circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation donne des orientations et recommandations techniques détaillées pour l'élaboration de cette cartographie.

L'objet du présent rapport est d'explicitier, pour le TRI de l'agglomération strasbourgeoise, la méthodologie utilisée pour l'élaboration des cartes de surfaces inondables et des risques et les résultats obtenus dans le cadre de la Directive Inondation.

³ L'EPRI 2011 est téléchargeable à cette adresse : <http://www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-preliminaire-des-r1884.html>

⁴ et de l'arrêté ministériel du 27/04/2012 relatif aux critères nationaux de caractérisation de l'importance du risque d'inondation, pris en application de l'article L. 566-4 du code de l'environnement.

⁵ ou éventuellement plusieurs stratégies locales (en fonction du contexte hydrographique du TRI).

2. Principes généraux d'élaboration des cartes des surfaces inondables et des risques

L'annexe 2 de la circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « cartographie » de la directive européenne relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation donne des orientations et recommandations techniques détaillées pour l'élaboration de la cartographie.

Le tableau ci-dessous, extrait de la circulaire précitée, présente un résumé des principes d'élaboration des cartes des surfaces inondables.

	Crue représentée	Prise en compte de l'effet des ouvrages de protection ?
Aléa de forte probabilité : crue fréquente	Crue de temps de retour de 10 ans à 30 ans : événement historique ou événement modélisé	Oui, mais seulement si la défaillance ou le dysfonctionnement des ouvrages est peu probable pour la gamme de crue
Aléa de probabilité moyenne : crue moyenne	Crue de temps de retour de 100 ans à 300 ans : événement historique ou événement modélisé	Non, dans la majorité des cas, sauf cas particulier où il est démontré que les défaillances sont très improbables
Aléa de faible probabilité : crue extrême	Crue de temps de retour de l'ordre de 1 000 ans, qui met en défaut tout système de protection : événement modélisé ou méthode plaine alluviale fonctionnelle (lit majeur)	Non sauf éventuellement en cas d'impossibilité physique de ne pas prendre en compte les aménagements

Tableau 1 : Synthèse des principes d'élaboration des cartes des surfaces inondables pour les débordements de cours d'eau (extrait de la circulaire du 16 juillet 2012)

Pour chaque TRI, l'atlas cartographique est composé, dans le cas d'inondation par débordement de cours d'eau, des cartes suivantes :

- 1 carte des surfaces inondables pour chacun des 3 scénarios (crue fréquente - le cas échéant ⁶ -, crue moyenne et crue extrême) ;
- 1 carte de synthèse des surfaces inondables regroupant l'ensemble des scénarios avec l'indication des limites des surfaces inondables ;
- 1 carte des risques comportant les enjeux ajoutés sur la carte de synthèse des surfaces inondables.

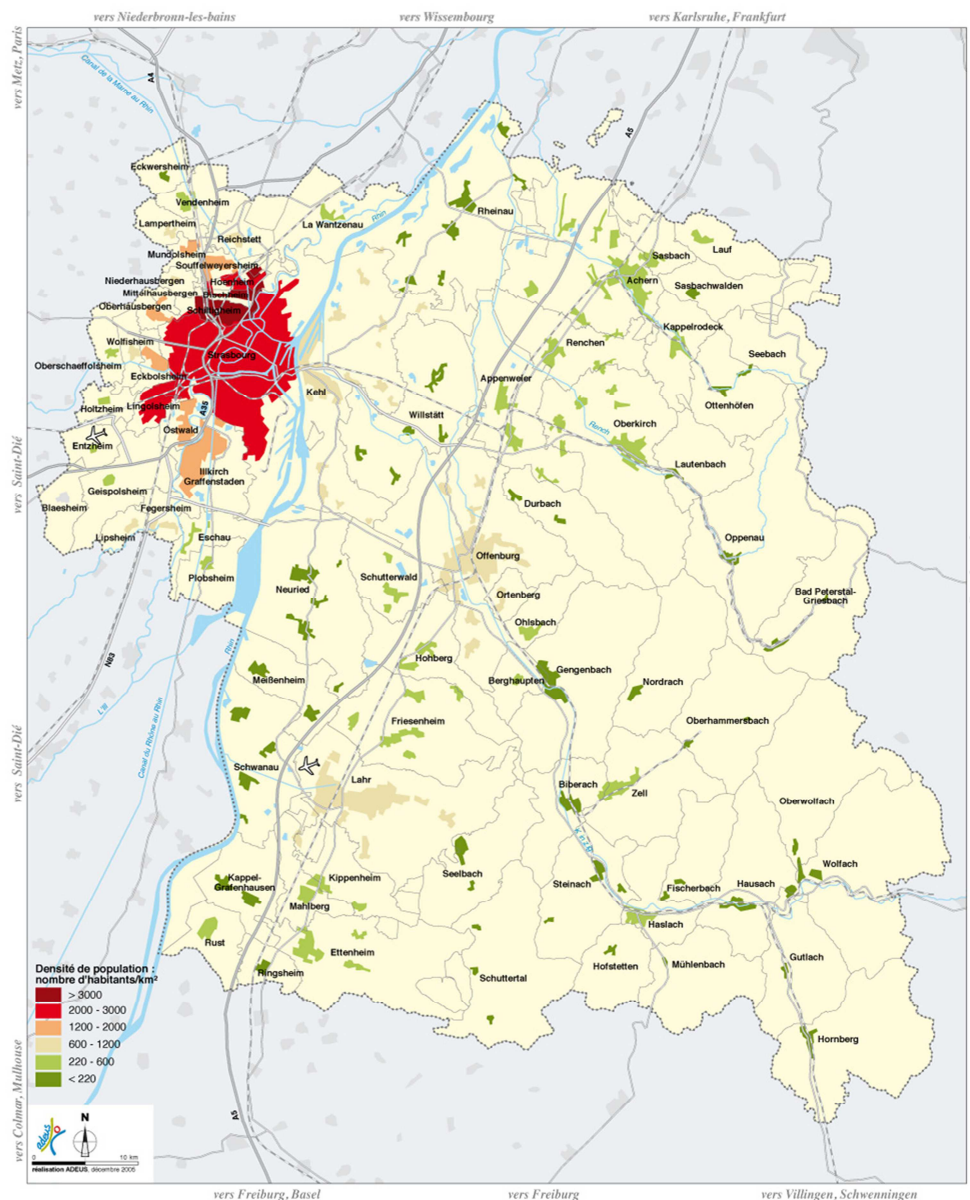
L'échelle de représentation des cartes est fixée au 1/25 000ème (sauf lorsqu'elle est manifestement inadaptée à la lisibilité de la carte). Le fond de plan est le SCAN 25 de l'IGN⁷.

⁶ Si des enjeux sont impactés pour cette crue fréquente

⁷ IGN = Institut National de l'Information Géographique et Forestière.

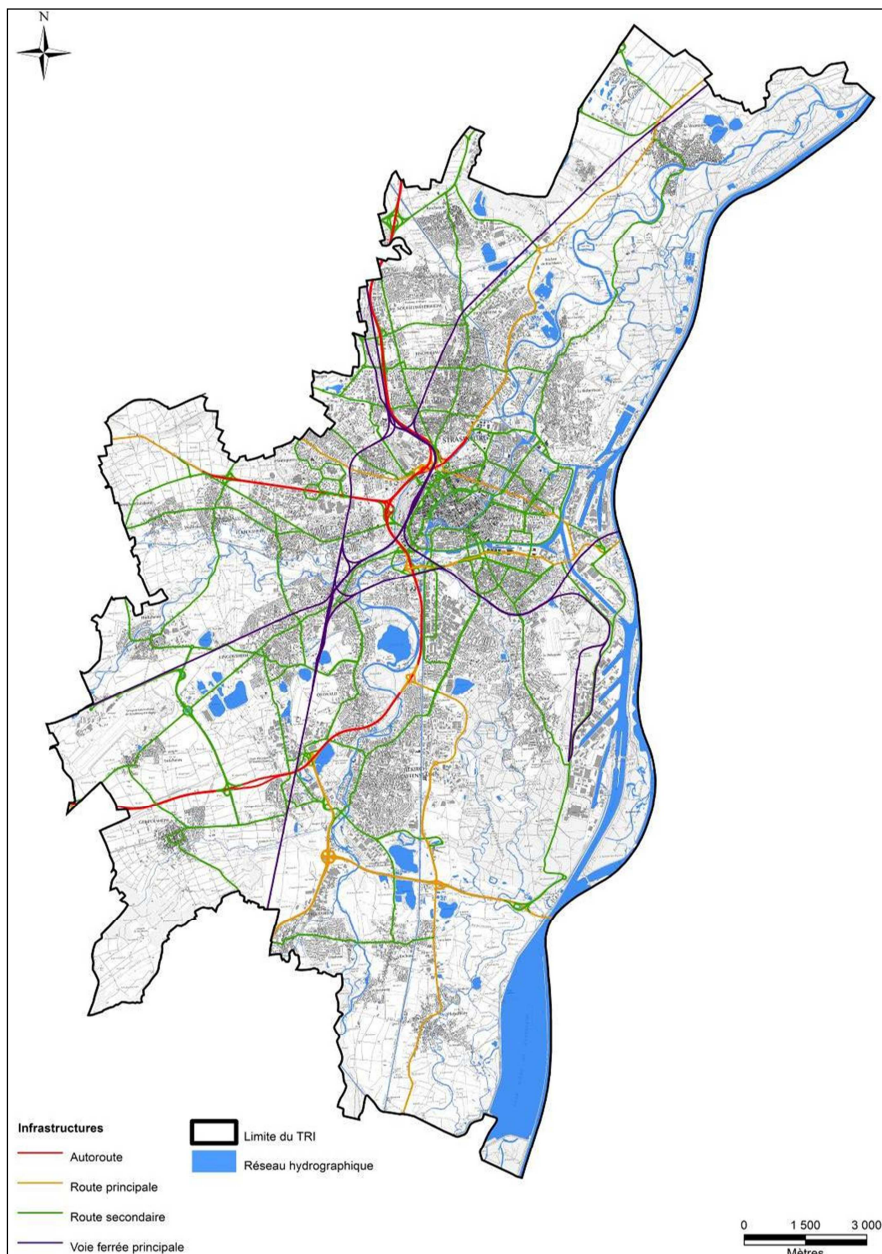
3. Présentation du TRI de l'agglomération strasbourgeoise

Le TRI de l'agglomération strasbourgeoise concerne un pôle économique structurant aux échelles transfrontalière (avec la conurbation Strasbourg-Kehl-Offenbourg organisée à présent au sein de l'EuroDistrict Strasbourg-Ortenau regroupant près de 870 000 habitants pour une population active de 355 000 emplois - cf. carte 1 ci-après) et alsacienne mais aussi à l'échelle bas-rhinoise (activités tertiaires très présentes notamment autour des institutions européennes hébergées par la capitale alsacienne dont le Parlement Européen et le Conseil de l'Europe) auquel s'ajoute un développement urbain soutenu mais très contraint par le relief et les rivières.



Carte 1 : L'agglomération strasbourgeoise au sein de l'EuroDistrict Strasbourg-Ortenau et densité de population

Le territoire est traversé par de grandes infrastructures telles que les autoroutes A4, A35, A350 et A351, les routes nationales N4, N83 et N353, le nœud ferroviaire à l'intersection des lignes Paris/Strasbourg/Kehl, Strasbourg/Nord Alsace, Strasbourg/Bâle, Strasbourg/Vallée de la Bruche et l'aéroport international d'Entzheim.



Carte 2 : Réseau routier et ferré dans l'emprise du TRI

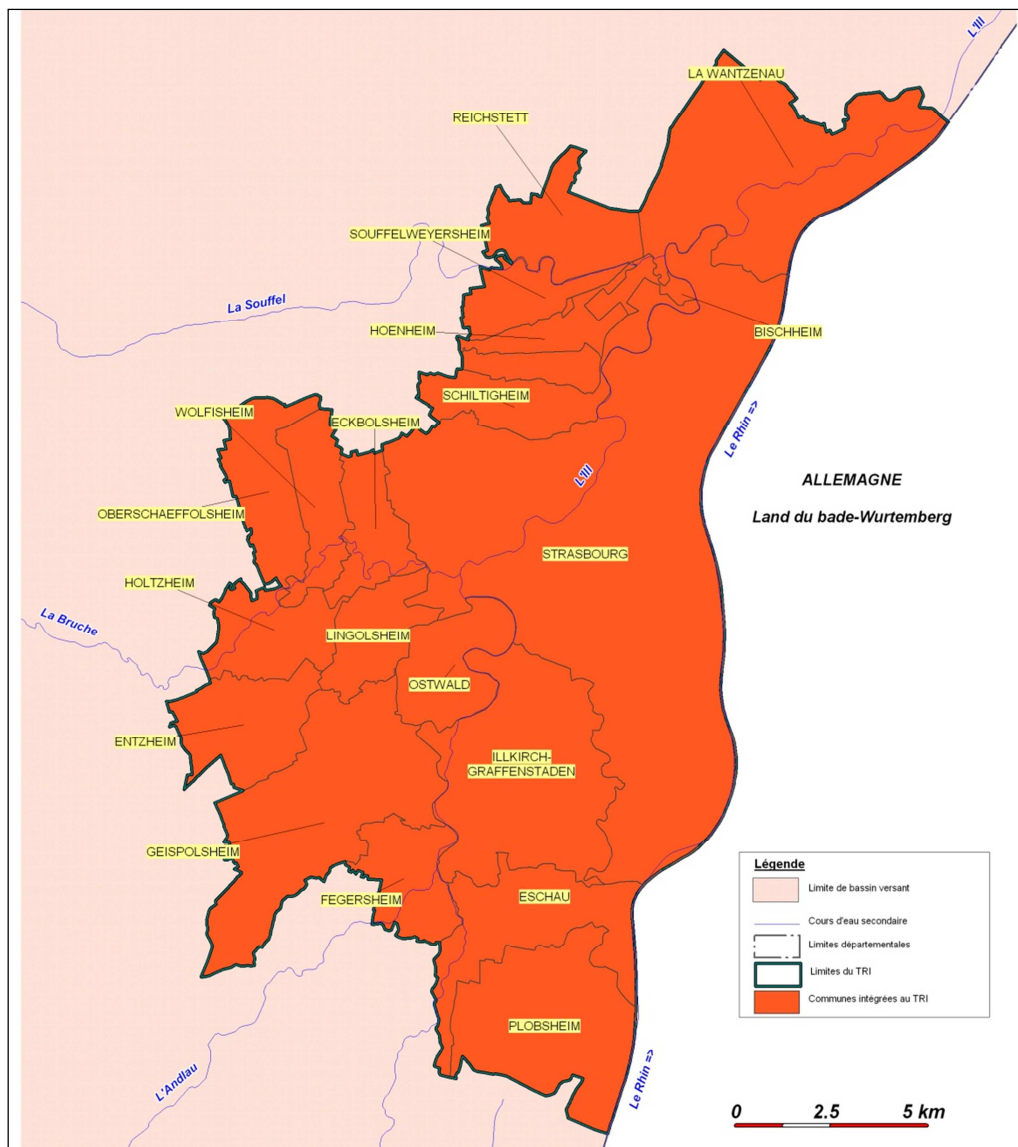
Les 19 communes suivantes forment le TRI de l'agglomération strasbourgeoise toutes situées dans le département du Bas-Rhin (67) : Bischheim, Eckbolsheim, Entzheim, Eschau, Fegersheim, Geispolsheim, Hœnheim, Holtzheim, Illkirch-Graffenstaden, La Wantzenau, Lingolsheim, Oberschaeffolsheim, Ostwald, Plobsheim, Reichstett, Schiltigheim, Souffelweyersheim, Strasbourg, Wolfisheim.

Elles regroupent une population estimée à 442 000 habitants pour un total de 296 000 emplois. Le territoire est marqué par une forte urbanisation.

Les modalités de désignation des communes membres des TRI se sont notamment appuyées sur les emprises des « unités urbaines » telles que définies par l'INSEE⁸ : la notion d'unité urbaine repose sur la continuité du bâti et le nombre d'habitants. Ainsi on appelle unité urbaine une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) qui compte au moins 2 000 habitants.

⁸ INSEE = Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

Les communes du TRI appartiennent à l'unité urbaine de Strasbourg et sont réputées vulnérables au risque d'inondation par débordement de la Bruche, de l'Ill et du Rhin. Ces 19 communes sont toutes membres de la Communauté Urbaine de Strasbourg, laquelle comporte 28 communes au total.



Carte 3 : Communes du TRI de l'agglomération strasbourgeoise

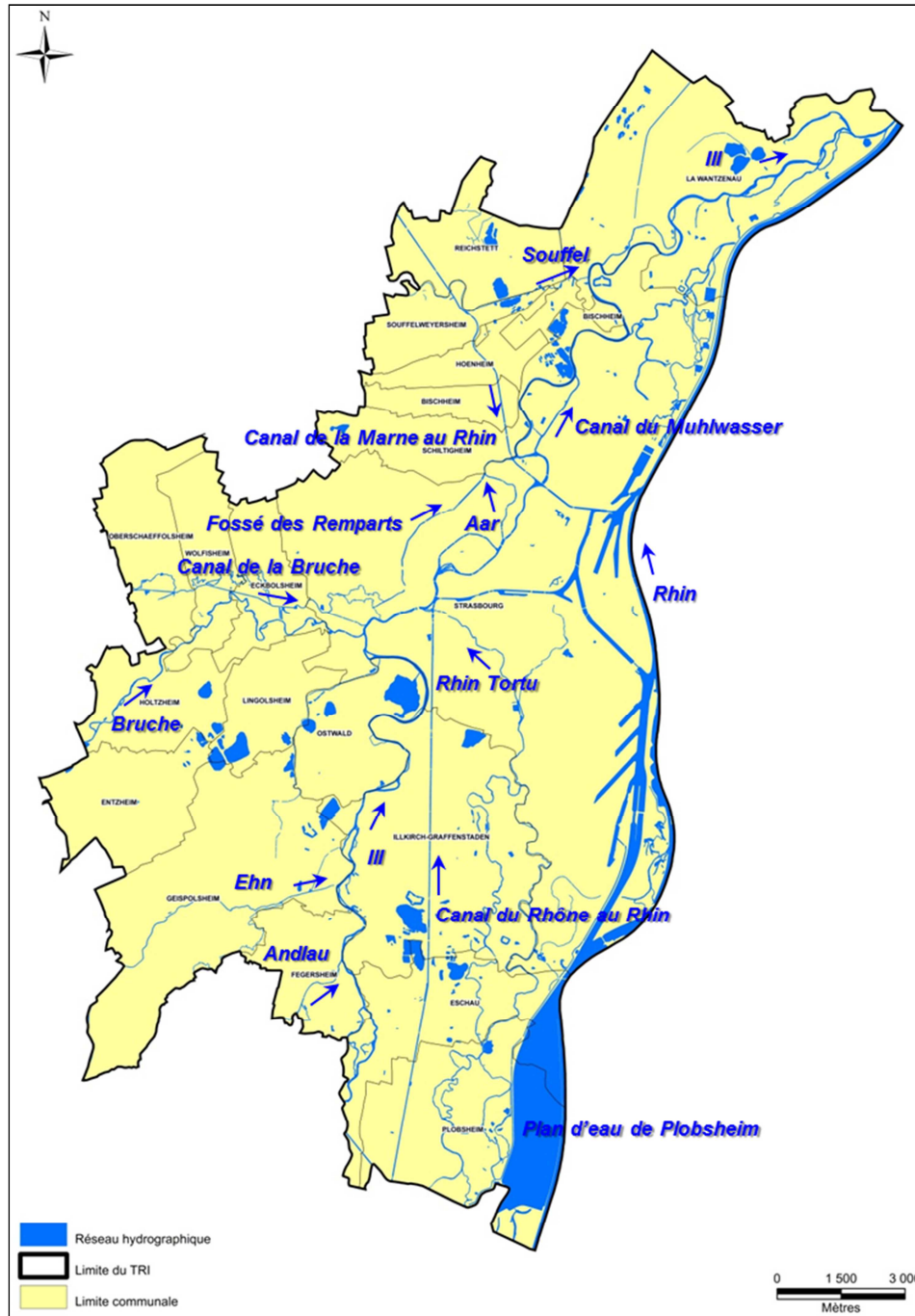
Concernant la prise en compte du risque d'inondation en matière d'urbanisme, plusieurs Plans de Prévention du Risque d'Inondation (PPRi), approuvés entre 1991 et 1996 sont en vigueur sur les communes du TRI. Ces PPRi traitent du risque d'inondation par débordement et remontée de nappes pour la Bruche et l'Ill mais pas des risques d'inondation liés au Rhin.

Leur révision a été prescrite par arrêté préfectoral du 17 janvier 2011. L'élaboration de ce nouveau PPRi a été confiée à la Direction Départementale des Territoires (DDT) du Bas-Rhin : les cartes « Directive Inondation » pour la crue moyenne sur le TRI de Strasbourg utilisent les résultats des travaux conduits, dans le cadre de ce PPRi, par la DDT en leur état actuel d'avancement (février 2014) : cf. partie 4 page 27.

Enfin il convient également de signaler que le SAGE Ill-Nappe-Rhin (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) approuvé en 2005, actuellement en cours de révision, est présent sur ce TRI. L'objectif des SAGE est d'aboutir à une gestion raisonnée de la ressource en eau et de la rivière, partagée par tous les acteurs du bassin versant. Le SAGE Ill-Nappe-Rhin, comme la plupart des autres SAGE, aborde la thématique « inondation ».

Le réseau hydrographique est particulièrement développé dans l'agglomération strasbourgeoise : seuls les débordements de la Bruche, de l'Ill, du Rhin et de leurs annexes hydrauliques seront cartographiés, à l'exclusion de leurs affluents (cf. 4.1.2 page 33).

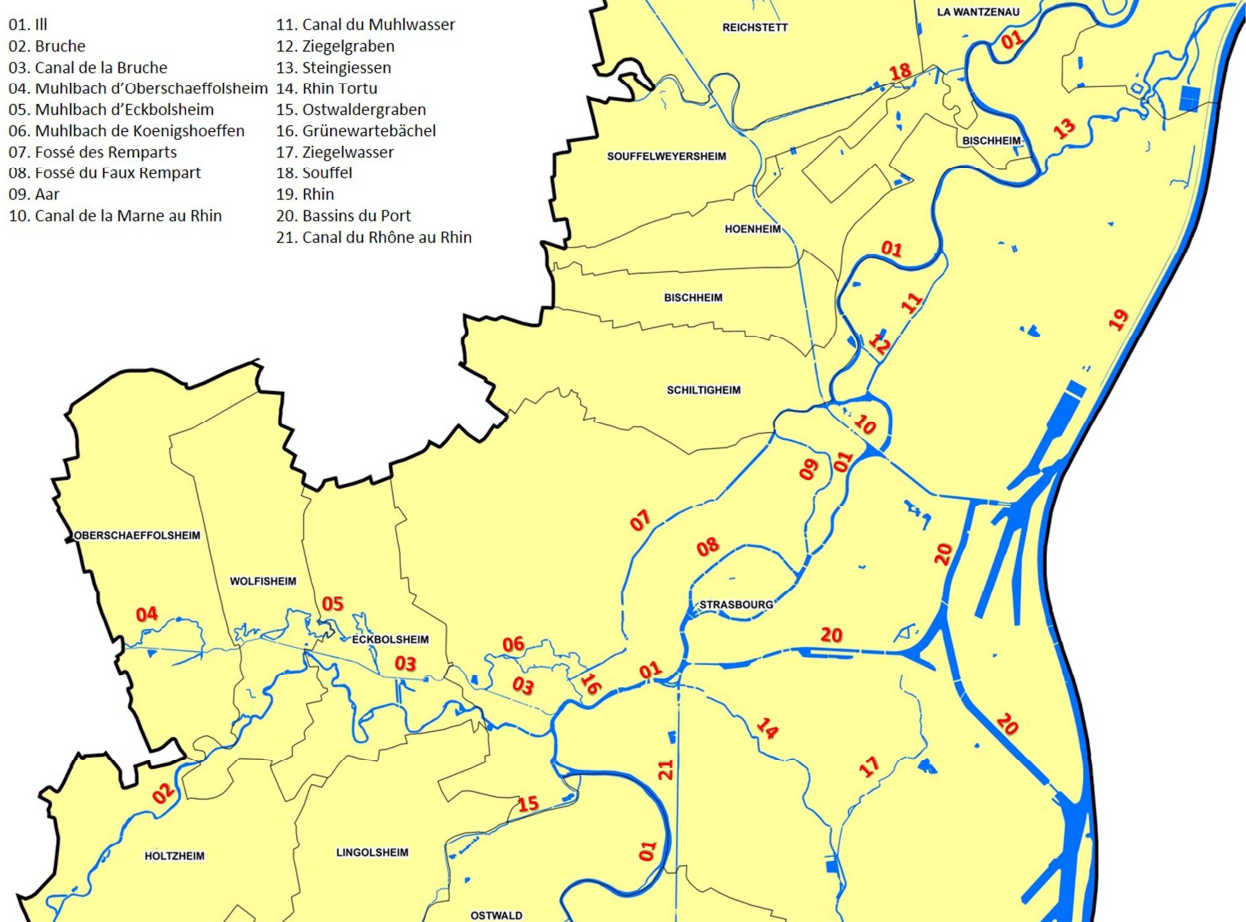
Le territoire du TRI est situé à la confluence des rivières Bruche, Ill et Rhin. Ce territoire est également traversé par plusieurs affluents de l'Ill, parmi ceux-ci : l'Ehn et l'Andlau au sud de l'agglomération, le Rhin Tortu (difffluence de l'Ill) et la Souffel au nord. Comme l'illustre la figure suivante, le réseau hydrographique traversant le TRI de l'agglomération strasbourgeoise se révèle dense et particulièrement complexe.



Carte 4 : Réseau hydrographique à l'échelle de l'ensemble du TRI de Strasbourg

Il faut signaler en outre l'importance de la voie d'eau navigable dans l'agglomération avec les canaux de la Marne au Rhin, du Rhône au Rhin et leurs annexes ainsi que l'ensemble des bassins connexes au Rhin du Port Autonome de Strasbourg, supports

d'une activité économique essentielle pour la région. La carte ci-dessous présente plus en détail les différents composants du réseau hydrographique de l'agglomération.



Carte 5 : Réseau hydrographique dans Strasbourg

3.1. Présentation de la Bruche

3.1.1 Principales caractéristiques du bassin versant

Le bassin versant de la Bruche présente une superficie à Holtzheim de 720 km² (bassin versant de la Mossig compris). La Bruche prend sa source dans le massif vosgien à une altitude de 660 m et conflue avec l'Ill dans Strasbourg à hauteur du quartier de la Montagne Verte après un parcours d'environ 77 km. La Bruche est caractéristique des rivières de montagne et de piémont (géologie, occupation des sols, climatologie) pour deux tiers de son linéaire jusqu'à Mutzig. De Mutzig à sa confluence, elle présente les caractéristiques géographiques et morphologiques des zones de transition du piémont vers la plaine rhénane. L'urbanisation du bassin de la Bruche est essentiellement concentrée sur le tiers aval de son cours.

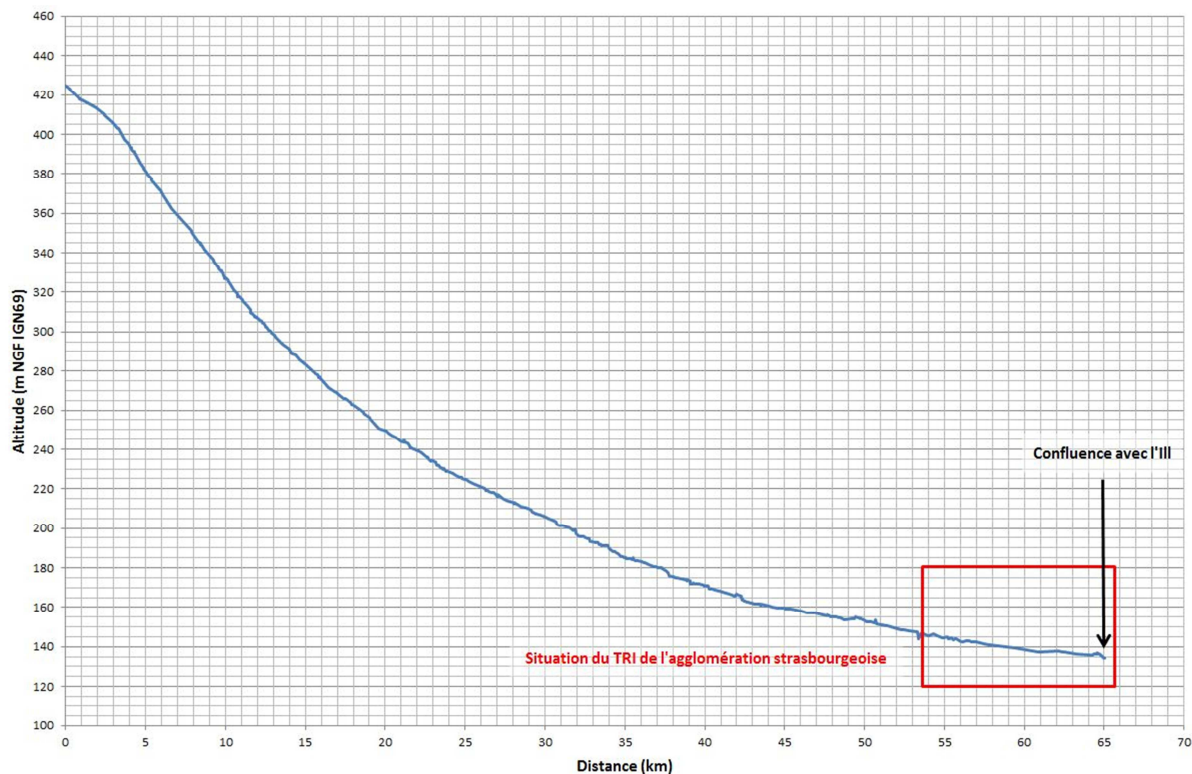
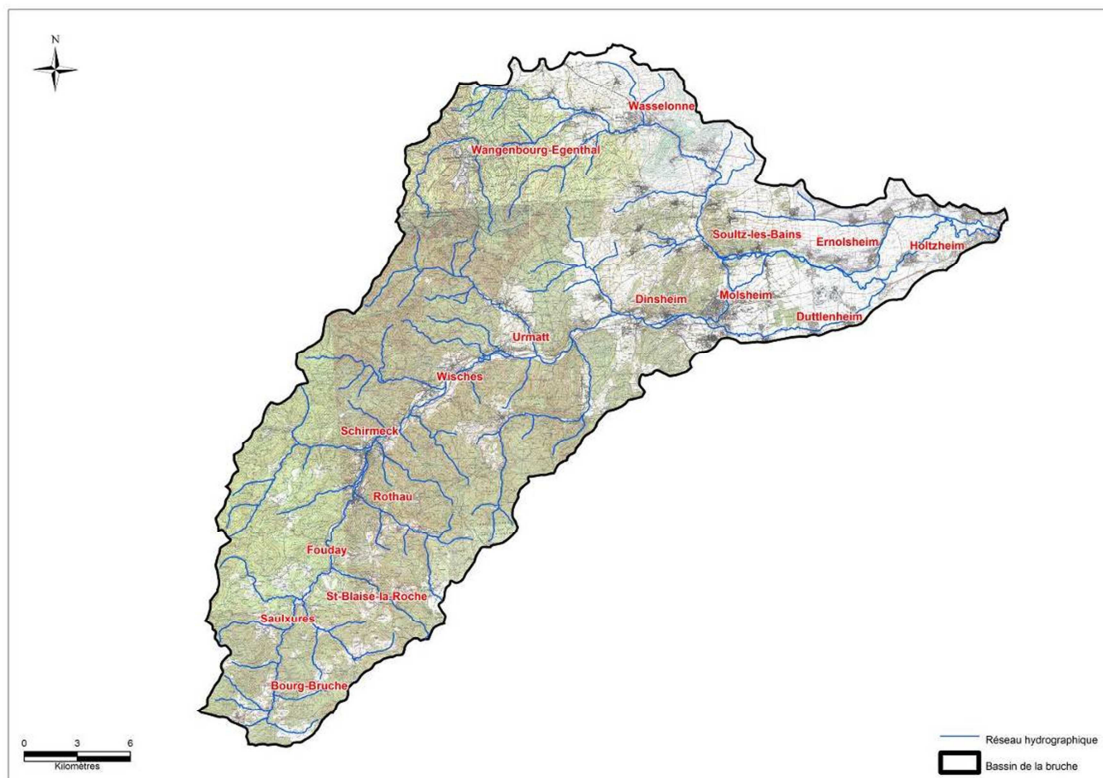


Figure 1 : Profil longitudinal du cours de la Bruche

L'étroitesse de la vallée entre Schirmeck et Molsheim lui confère des caractéristiques de type quasi-torrentielles. Au-delà, les crues sont typiques des cours d'eau de plaine et se caractérisent par des vitesses plus lentes.



Carte 6 : Bassin versant de la Bruche en amont du TRI de Strasbourg

En amont de Mutzig le lit majeur a été notablement réduit par des aménagements successifs (notamment la voie rapide de la vallée de la Bruche et plusieurs endiguements de protection contre les crues).

A l'aval de Molsheim, l'urbanisation en lit majeur s'est essentiellement traduite sous forme de zones d'activités (ZAC de Molsheim, ZAC de Duppigheim et de Duttlenheim)

et de zones d'habitation (lotissement d'Ernolsheim sur Bruche, communes d'Holtzheim, Wolfisheim, Eckbolsheim, Lingolsheim, Strasbourg - quartiers Koenigshoffen et Montagne Verte).

3.1.2 Ouvrages de protection et infrastructures formant obstacle aux crues

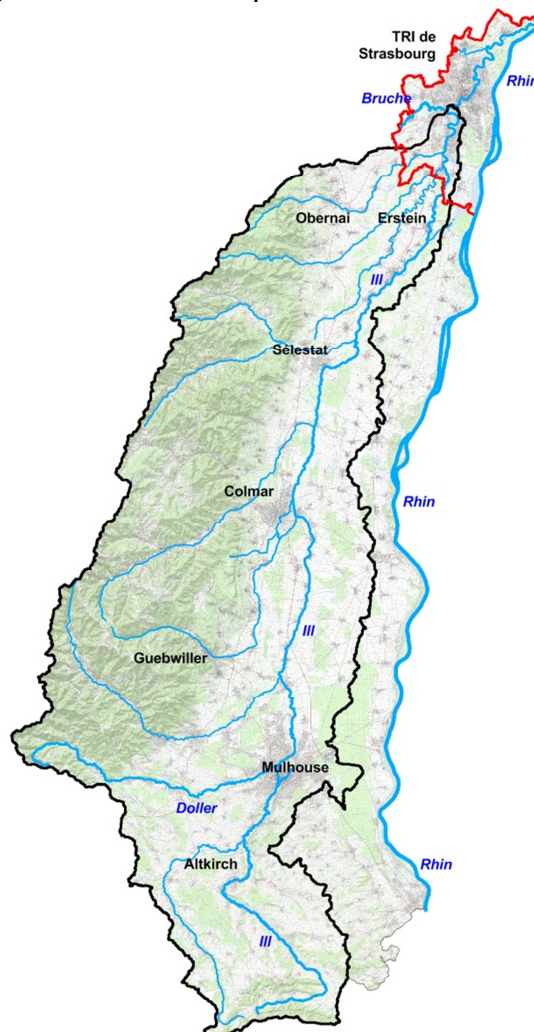
Au sein de l'agglomération strasbourgeoise on recense les ouvrages de protection suivants le long de la Bruche :

- une digue de protection à Holtzheim en rive droite à l'amont du pont principal de la commune ;
- sur l'ensemble de son parcours (donc en amont du TRI mais aussi sur celui-ci), les berges, souvent rehaussées, du Canal de la Bruche forment obstacle aux écoulements en crue et induisent de fait une protection des quartiers adjacents construits en rive nord du canal ;
- en plusieurs endroits des voies de circulation (route départementale 93 reliant Hangenbieten à Holtzheim et route départementale 63 reliant Holtzheim à Wolfisheim) sont construites dans le lit majeur du cours d'eau et pour certains niveaux de crues viennent diminuer la capacité d'expansion de ces dernières.

3.2. Présentation de l'III

3.2.1 Principales caractéristiques du bassin versant

L'III est le principal affluent alsacien du Rhin. Elle prend sa source à Winkel dans le Jura alsacien et parcourt ensuite la plaine alsacienne jusqu'à sa confluence avec le Rhin à l'aval de la chute de Gambsheim. Son linéaire est de l'ordre de 223 km et son bassin versant, de forme allongée, draine une superficie totale d'environ 4 760 km².



Carte 7 : Bassin versant de l'III en amont du TRI de Strasbourg

La rivière s'écoule du Sud vers le Nord selon un tracé globalement parallèle à celui du Rhin. L'III reçoit en rive gauche ses principaux affluents issus du massif vosgien et notamment la Lague, la Doller, la Thur, la Lauch, la Fecht, le Giessen, l'Andlau, l'Ehn, la Bruche, et en rive droite un réseau de cours d'eau phréatiques.

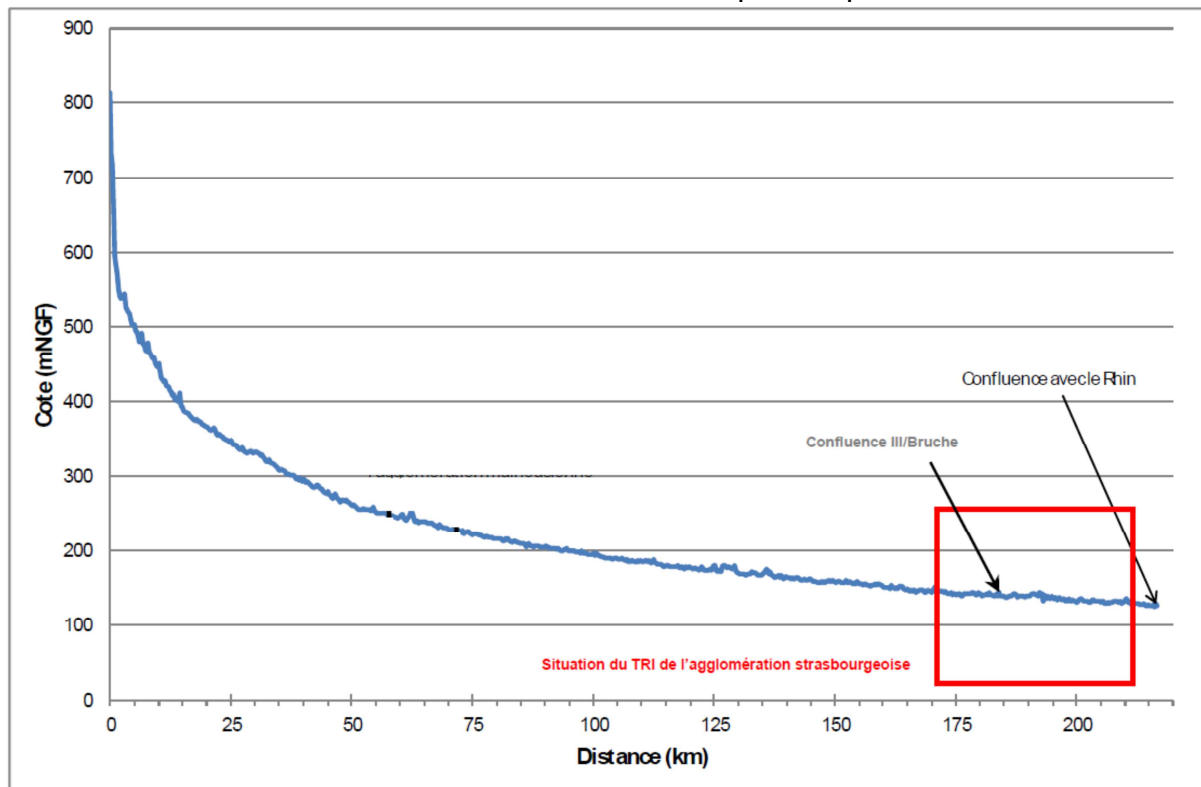


Figure 2 : Profil longitudinal du cours de l'III

L'III conflue avec le Rhin canalisé au niveau du bief d'Iffezheim. Le système III/Rhin est présenté dans la figure suivante :

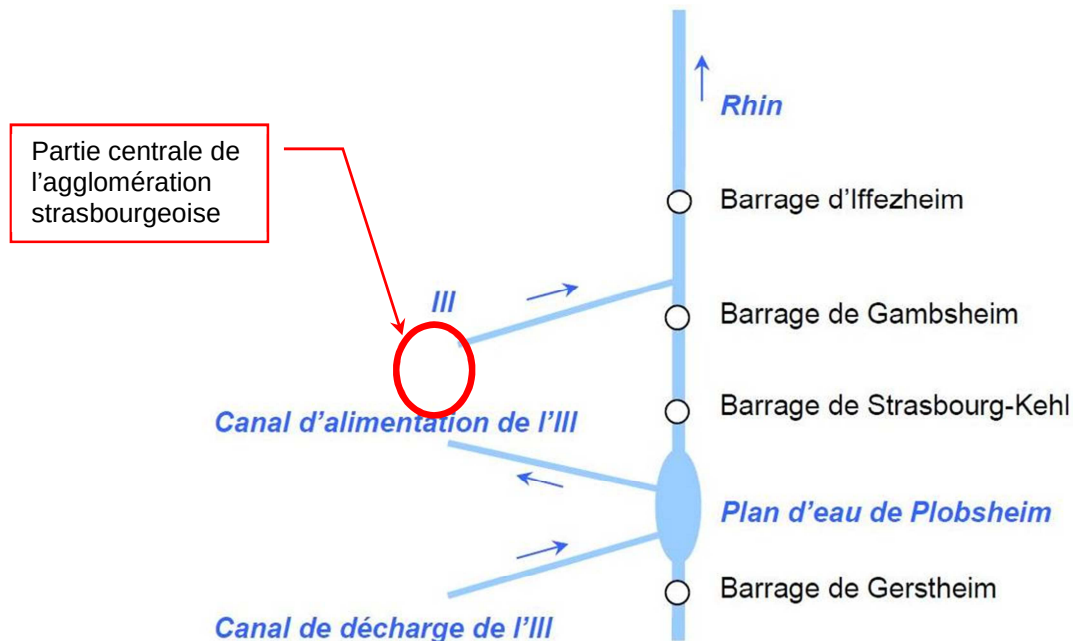


Figure 3 : Description schématique des échanges III/Rhin⁹

⁹ Document DHI. Les connexions III / Rhin au droit du Port Autonome de Strasbourg (écluses sud et nord et porte de garde du Port aux Pétroles) ne sont pas représentées sur ce schéma.

3.2.2 Ouvrages de protection et infrastructures formant obstacle aux crues

La construction, dans le courant du XIX^{ème} siècle, d'un canal de décharge implanté en amont de la commune d'Erstein a permis d'assurer la protection contre les crues de l'Ill des secteurs à enjeux situés en aval au premier rang desquels l'agglomération strasbourgeoise : ce canal dérive vers le Rhin les eaux de crues de l'Ill (cf. 4.3.1.1 page 38 pour plus de détails).

En aval de ce dispositif d'Erstein, les crues des affluents Andlau et Ehn (respectivement 301 et 166 km²) rejoignent le cours de l'Ill et contribuent à la formation des inondations dans l'agglomération strasbourgeoise.

Par ailleurs on recense :

- plusieurs digues de protection à l'aval de la confluence Ill/Bruche :
 - o au droit de la Grande Mosquée, en rive droite de l'Ill, dans le quartier du Heyritz ;
 - o appui rive gauche du barrage de l'Aar (quartier du Wacken à Strasbourg) ;
 - o en rive droite du Canal du Muhlwasser à La Robertsau ;
 - o impasse du Moulin, en rive gauche de l'Ill, à l'amont de la zone agglomérée de la commune de La Wantzenau.
- tout comme sur la Bruche, des voies de circulation construites dans le lit majeur de l'Ill et qui, pour certains niveaux de crues, viennent diminuer la capacité d'expansion de ces dernières : routes départementales 468 (en rive gauche) et 223 (en rive droite) entre Strasbourg et La Wantzenau.

3.2.3 Les ouvrages hydrauliques sur l'Ill dans la traversée de l'agglomération strasbourgeoise

Pour assurer le trafic fluvial dans l'agglomération strasbourgeoise, plusieurs aménagements ont été mis en œuvre au cours des XIX^{ème} et XX^{ème} siècle. Aujourd'hui gérés par l'établissement public VNF ces aménagements assurent la régulation des niveaux d'eau principalement dans le centre-ville de Strasbourg. En fonctionnement normal, ils assurent le bon transit de la navigation. En crue, leur manœuvre est essentielle pour permettre une meilleure évacuation des eaux.

Ainsi et compte tenu du morcellement du territoire par les différents canaux, la gestion des crues dans la traversée de la ville est très contraignante. Des manœuvres sur différents barrages/ouvrages vannes sont effectuées, principalement par les services de la direction territoriale de Strasbourg de VNF. Les principaux barrages/ouvrages/vannes ainsi manœuvrés sont :

- La porte de garde du Heyritz sur le canal dit de « jonction » entre l'Ill et les bassins¹⁰ du Port Autonome puis le Rhin ;
- Le barrage de l'Abattoir au départ du Fossé des Faux Remparts et les vannes de décharge de l'écluse de la Petite France sur le cours principal de l'Ill ;
- Le barrage à aiguilles du Wacken sur le cours principal de l'Ill à hauteur du Palais des Droits de l'Homme ;
- Les vannes du barrage de l'Aar à hauteur de son croisement avec le canal Marne au Rhin ;
- Les vannes du barrage du Doernel sur le cours principal de l'Ill au départ du canal du Mühlwasser.

¹⁰ Bassins Dusuzeau et Austerlitz notamment

Par ailleurs, il existe sur l'Ill dans l'agglomération strasbourgeoise des ouvrages hydrauliques, associés à des droits d'eau, placés sous la responsabilité de gestionnaires indépendants. Parmi ceux-ci figurent notamment :

- la centrale hydroélectrique d'Eschau-Wibolsheim ;
- les 2 centrales hydroélectriques d'Illkirch-Graffenstaden ;
- les centrales hydroélectriques de la Petite-France ;
- la papeterie de la Robertsau sur le Mühlwasser

Pendant les crues, des manœuvres spécifiques des ouvrages de décharge (vannes associées aux barrages et sur les canaux usiniers notamment) incombent à ces gestionnaires indépendants.

3.3. Présentation du Rhin

3.3.1 Principales caractéristiques du bassin versant

Le Rhin est un fleuve d'une longueur totale de 1 325 km. Le bassin versant qu'il draine jusqu'à son embouchure en Mer du Nord est d'environ 185 000 km² dont environ 23 500 km² en France (Moselle, Sarre et affluents alsaciens compris). Il prend ses sources dans les Alpes suisses. Le Rhin quitte la Suisse à Bâle et devient ensuite franco-allemand jusqu'à Lauterbourg. A sa sortie du territoire français, le bassin versant drainé par le Rhin est de l'ordre de 49 300 km². Le cours franco-allemand du Rhin représente environ 270 km lorsqu'on intègre les parties canalisées et les tronçons court-circuités. Son tracé s'inscrit ensuite totalement en Allemagne puis aux Pays-Bas.

Lors des crues qui se forment dans la haute vallée du Rhin, le Lac de Constance joue un rôle de réservoir tampon et à sa sortie, le fleuve a un débit relativement constant. Ses affluents aval, et notamment la Thur et l'Aare en territoire suisse, qui l'alimentent en débits torrentiels, contribuent à la formation de crues rapides. Du fait des origines alpines du fleuve et de ses affluents, le Rhin se caractérise principalement par des crues de printemps lorsqu'une fonte rapide des neiges stockées sur son versant alpin se combine avec des précipitations importantes. Ainsi son régime de hautes eaux s'établit entre mai et juillet en lien avec la fonte des neiges d'altitude et des glaciers.

3.3.2 L'aménagement du Rhin

Le Rhin a fait l'objet d'aménagements successifs entrepris dès le milieu du XIX^{ème} siècle : travaux de correction de Tulla puis de régularisation et de canalisation associée à la mise en place de chutes et d'usines hydroélectriques.

La canalisation du fleuve a été effectuée en plusieurs temps sur la base du Rhin corrigé de Tulla et a conduit à la création :

- du Grand canal d'Alsace en parallèle du « vieux Rhin » depuis Bâle (p.k 11 169) jusqu'à Vogelgrun (p.k 225) ;
- entre Marckolsheim (p.k 241) et Strasbourg (p.k 288) de quatre sites, avec pour chacun d'eux un canal d'amenée à l'usine parallèle au « vieux Rhin » ;
- de deux ouvrages construits directement sur le cours principal du fleuve : Gambsheim (p.k 309) et Iffezheim (p.k 334).

Sur ces secteurs aménagés, le niveau des biefs¹² est quasiment constant et dépend des manœuvres des barrages, sauf pour des débits exceptionnellement élevés.

¹¹ p.k = point kilométrique. Système de repérage linéaire tout au long du cours du fleuve. Son origine (p.k 0) est fixée à la sortie du lac de Constance.

¹² Un bief, sur le fleuve aménagé, représente le tronçon situé à l'amont d'un barrage hydroélectrique : il se prolonge jusqu'au prochain barrage situé plus haut sur le fleuve.

Toutes les sections du « vieux Rhin » ou du Rhin canalisé court-circuité sont alimentées par un débit réservé en période normale et permettent l'évacuation de l'essentiel du débit du fleuve en période de crue.

L'ensemble des aménagements a réduit de manière très marquée le linéaire du fleuve et son champ d'expansion des crues et a conduit parallèlement à une accélération de la vitesse de propagation des crues. Actuellement, une pointe de crue se propage de Bâle à Strasbourg en 12 heures environ. Le débit centennal est de l'ordre de 5 000 m³/s à Strasbourg (cf. 4.4 page 45).

Face à ce constat, la France et l'Allemagne se sont engagées en 1982, dans le cadre d'une convention internationale, à rétablir, pour les secteurs du Rhin Supérieur situés à l'aval des secteurs aménagés, un niveau de protection égal à celui qui existait avant la canalisation. A cette fin, il a été fixé un objectif de rétention d'un volume de 270 millions de m³ d'eau entre Bâle et Mannheim destiné à réduire le débit de pointe du Rhin en cas de crue exceptionnelle. Le programme comporte de nombreuses mesures adoptées conjointement par la France et l'Allemagne.

Parmi les ouvrages à réaliser, figurent «les polders» qui constituent de véritables zones de rétention dynamique avec des ouvrages de prises d'eau manœuvrables. Les mesures à la charge de la France, pour une rétention de 58 millions de m³, sont les suivantes :

- le polder d'Erstein : 7,8 millions de m³. Cet ouvrage se trouve en partie sur le territoire de la CUS¹³. Il apparaît donc comme une « zone de rétention associée à la gestion des crues du Rhin » dans les différentes cartes produites pour la Directive Inondation sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise ;
- le polder de la Moder : 5,6 millions de m³ ;
- les manœuvres exceptionnelles sur les usines du Rhin : 45 millions de m³.

En cas de crue, les manœuvres exceptionnelles des usines du Rhin consistent à réduire progressivement le débit des canaux d'amenée aux usines hydroélectriques pour les faire transiter dans l'ancien lit du Rhin (Vieux-Rhin) où les niveaux d'eau se trouvent ainsi rehaussés. En remobilisant ainsi une partie de l'ancien lit majeur, l'effet est comparable à celui d'un polder.

Les autres mesures, pour une rétention de 212 millions de m³ sont situées en territoire allemand, dont 93 millions de m³ déjà opérationnelles. Parmi celles-ci, figurent les manœuvres de rétention à l'amont du barrage agricole de Kehl-Strasbourg, qui ont notamment pour effet d'inonder l'île du Rohrschollen, qui se trouve sur le territoire du TRI. Cette zone est donc également identifiée comme une « zone de rétention associée à la gestion des crues du Rhin » dans les différentes cartes produites au titre de la Directive Inondation sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise.

3.3.3 Ouvrages de protection

La façade rhénane du TRI de l'agglomération strasbourgeoise représente un linéaire total d'environ 30 km depuis le plan d'eau de Plobsheim en amont jusqu'à la limite avec le ban communal de Gambenheim en aval. Hormis le secteur du « Jardin des 2 Rives » qui est soumis directement aux inondations lors des crues du fleuve, le reste de l'agglomération strasbourgeoise est protégée contre les crues du Rhin par un ensemble d'aménagements hydrauliques, qui se décomposent schématiquement comme suit, d'amont en aval :

¹³ Une partie du polder est située sur le ban communal de Plobsheim.

- Sur la partie Sud, les digues de canalisation associées à la retenue de l'usine hydroélectrique de Strasbourg (située au droit de l'île du Rohrschollen) : elles sont placées sous la responsabilité d'Electricité de France, en tant que titulaire de la concession hydroélectrique de la chute de Strasbourg. Au droit du pont Pierre Pflimlin sur la RN353 la hauteur de ces digues de canalisation dépasse les 8 mètres. La particularité de ces digues de canalisation est d'être en permanence sollicitée par la présence de l'eau. A ce titre, elles font l'objet d'une réglementation spécifique au titre de la sécurité des ouvrages hydrauliques et sont classées comme barrage.
- Depuis l'aval de la chute de l'usine hydroélectrique de Strasbourg jusqu'au Port aux Pétales : un continuum d'ouvrages (souvent d'anciennes digues des hautes eaux) forme ce qui est communément appelé « la ligne de protection de Strasbourg ». Les gestionnaires de ces ouvrages sont le Port Autonome de Strasbourg et Voies Navigables de France. Une partie d'entre eux est mobile pour assurer la continuité du trafic fluvial entre le Rhin lui-même et les canaux et cours d'eau navigables de l'agglomération. Hormis ces ouvrages mobiles, et en dehors des périodes de fortes crues, la ligne de protection est « à sec » en ce sens qu'elle n'est pas en contact direct avec les eaux du fleuve. La hauteur des ouvrages formant la ligne de protection est faible (ordre de grandeur inférieur à 1 m).
- Sur la partie Nord, les digues de canalisation associées à la retenue de l'usine hydroélectrique de Gambsheim : elles sont placées sous la responsabilité de Voies Navigables de France. A la limite aval du TRI (limite des bancs communaux de La Wantzenau et Gambsheim) la hauteur de ces digues de canalisation avoisine les 8 mètres. Tout comme celles du bief de Strasbourg, les digues de canalisation du bief de Gambsheim sont sollicitées en permanence par la présence de l'eau du fleuve et de la même manière font l'objet d'une réglementation spécifique au titre de la sécurité des ouvrages hydrauliques et sont classées comme barrage.

3.4. Le contexte « inondation » sur l'agglomération strasbourgeoise

Du fait de l'omniprésence de l'eau dans la plaine d'Alsace, les crues ont toujours fait partie de son histoire. Ainsi l'Ill, alimentée par tous ses affluents vosgiens, a toujours connu de grandes crues et les fouilles réalisées dans Strasbourg ont révélé des crues exceptionnelles à l'époque romaine dans les années 60 après J.C. Les récits depuis le Moyen-âge relatent les désastres provoqués dans les villages du Ried comme dans la métropole strasbourgeoise¹⁴.

Le Rhin également a connu de tous temps des crues d'une ampleur exceptionnelle et nombreux sont les récits qui en relatent les effets dévastateurs. Il demeure toutefois rare qu'une crue du Rhin concerne le fleuve de ses sources jusqu'à la mer du Nord. Au droit de l'agglomération strasbourgeoise les éventuelles sources historiques permettant d'identifier les dommages liés aux crues du Rhin n'ont pas été recensées au travers du présent document.

Il n'en reste pas moins que le risque inondation a beaucoup évolué lors des deux derniers siècles et ceci particulièrement au niveau de l'agglomération strasbourgeoise :

- d'une part sur le Rhin avec les rectifications et endiguements du fleuve, débutés dans la première moitié du XIX^{ème} siècle et poursuivie jusque dans les années 1970¹⁵. Ainsi, les crues que connaissait l'agglomération avant ces aménagements du fleuve n'ont rien à voir avec les crues possibles actuellement.

¹⁴ Source : DREAL Alsace - Service de prévision des crues Rhin-Sarre - Règlement de surveillance, de prévision et de transmission de l'information sur les crues.

¹⁵ On estime ainsi qu'entre Bâle et Lauterbourg le champ d'inondation du fleuve a été réduit d'environ 75%.

- d'autre part sur l'Ill : avant la mise en service du canal de dérivation en 1891, les crues de l'Ill traversaient intégralement l'agglomération.

Ainsi les crues de 1882, communes à l'Ill, à la Bruche et au Rhin, furent particulièrement dommageables à Strasbourg.

3.4.1 Les crues récentes de la Bruche et de l'Ill

Depuis la mise en service du dispositif de protection à Erstein et jusqu'à nos jours ce sont les apports issus du bassin versant de la Bruche qui sont à l'origine de toutes les crues dommageables qu'aura connu l'agglomération. Parmi celles-ci on retiendra les crues de décembre 1919, de décembre 1947, de janvier 1955, du printemps 1983 et de février 1990. Aujourd'hui encore ce sont **les crues de la Bruche qui restent le facteur de risque principal pour l'agglomération strasbourgeoise**.

Les crues de décembre 1919/janvier 1920

Qualifiées d'événement de référence en Alsace dans un article scientifique à vocation historique consacré aux crues dans le fossé rhénan¹⁶, ces inondations ont particulièrement touché les vallées de l'Ill et de ses affluents, la vallée de la Bruche fut particulièrement éprouvée¹⁷.

Sur le site de la station de mesure hydrométrique de Wolxheim sur la Bruche (l'une des plus anciennes de la région), la crue de 1919 a atteint la cote de 3,28 m : c'est la plus forte hauteur jamais observée sur ce site depuis le début des enregistrements (vers 1880) à nos jours¹⁸.

Les crues de décembre 1919/janvier 1920 sont le résultat de la combinaison de pluies intenses auxquelles s'est ajoutée une fusion nivale conséquente. Ainsi sur l'agglomération du 24 au 28 décembre 1919, tous les affluents de l'Ill et l'Ill elle-même sont en crue sévère.

Un rapport sur cette crue établi par la Direction Générale des Eaux et Forêts et de l'Agriculture « Service des Améliorations Agricoles » datant de décembre 1919 met l'accent sur le fait que la région de Strasbourg, qui avait été protégée contre les crues de l'Ill grâce à la construction du canal de décharge¹⁹ (cf. 3.2.2 page 16), ne fut pas épargnée par la Bruche. Ainsi les hautes eaux constatées à Strasbourg à partir du 24 décembre étaient presque exclusivement le fait de la Bruche.

On peut imaginer, comme il est souligné, « les conséquences désastreuses qu'auraient eues cette inondation, si aux eaux de la Bruche étaient venues s'ajouter comme autrefois, la presque totalité des eaux de l'Ill, au lieu d'une fraction de celle-ci inférieure à 6%. Il n'est pas douteux que le niveau constaté en 1882 aurait été considérablement dépassé : des quartiers entiers de la ville et des localités voisines auraient été complètement submergés et les dégâts auraient représentés des sommes incomparablement supérieures à celles déjà signalées »²⁰.

Sur la seule commune de Strasbourg, on évalue les dégâts à plusieurs millions de francs de l'époque selon le journal « l'Alsace »²¹. Malgré le dispositif de décharge des crues de l'Ill dans le Rhin à Erstein, un très grand nombre de caves furent envahies par les eaux à Strasbourg tant par le sol même, que par les canalisations des égouts²².

¹⁶ Source : « Géohistoire de la crue de janvier 1910 dans le fossé rhénan (Alsace/Pays de Bade) ». Martin B. & al, La Houille Blanche, n°1 –2011, pp 62-68.

¹⁷ Source : site Pluies Extrêmes de Météo France (<http://pluiesextremes.meteo.fr/>).

¹⁸ Source : « Atlas des zones inondées », DDAF Bas-Rhin, mars 1997.

¹⁹ Dont le projet avait été dressé avant 1870 et qui fut exécuté seulement en 1891.

²⁰ Source : « Cartographie historique des crues catastrophiques sur la basse vallée de la Bruche » COLLINET Marion, 2007.

²¹ Source : Journal d'Alsace et de Lorraine, - Les inondations du 28 décembre 1919.

²² Source : site Pluies Extrêmes de Météo France (<http://pluiesextremes.meteo.fr/>).

La crue du 28 au 30 décembre 1947

Fort enneigement, redoux et pluies exceptionnelles sur le massif vosgien sont à l'origine de la crue majeure de décembre 1947 qui a touché tout le bassin Rhin-Meuse.

Quelques chiffres pour apprécier le comportement des cours d'eau durant cette crue : l'Ill à Kogenheim est montée de 2,56 m en 24h. Le débit dans le canal de décharge de l'Ill vers le Rhin au pont de Gerstheim a été estimé à l'époque à 475 m³/s.

Elle est de moindre ampleur que celle de 1919 sur l'Ill aval et la Bruche, quelles que soient les sections d'écoulement considérées. Les pluies ont été particulièrement importantes sur la partie amont du bassin versant de l'Ill. Sa période de retour a été estimée empiriquement entre 20 et 30 ans (17 ans à Wolxheim avec une hauteur à l'échelle de 3,08 m).

Dans le Bas-Rhin, la vallée de la Bruche est particulièrement touchée, les dégâts atteignent les 40 millions de francs (valeur 1948-50)²³.

La crue de janvier 1955

Elle est qualifiée d'exceptionnelle sur le secteur de l'Ill aval et plus globalement dans tout le département du Bas-Rhin. A l'échelle dite « du pont de Gerstheim » sur le canal de décharge de l'Ill à Erstein, la crue atteint la cote de 3,06 m (la plus forte jamais observée sur ce site jusqu'à nos jours) : l'estimation sommaire de sa période de retour est d'environ 50 ans. Avec une cote de 3,03 m à l'échelle de Wolxheim sur la Bruche, légèrement inférieure à la crue de 1947, on peut sommairement estimer sa période de retour, en cet emplacement de la vallée, entre 10 et 20 ans.

Ses origines sont classiques : de fortes pluies associées à un redoux généralisé. Le fait que les sols soient encore gelés au moment de l'arrivée des précipitations a joué un rôle aggravant en réduisant les possibilités d'infiltration, et par conséquent en augmentant la part du ruissellement et en accélérant le transfert vers les cours d'eau avec un effet maximisant sur les débits et les pointes de crues. Le rapport de l'ingénieur en chef du Génie Rural sur cet événement fait mention de la durée particulièrement longue de l'épisode pluvieux avec comme conséquence des conjonctions de crues extrêmes sur les 3 grands cours d'eau que sont le Rhin, l'Ill et la Bruche.²⁴

C'est sur le dispositif de protection de l'agglomération strasbourgeoise contre les crues de l'Ill, à hauteur du canal de décharge vers le Rhin entre Erstein et Plobsheim (cf. 3.2.2 page 16), que se sont concentrées les principales difficultés de gestion durant cette crue de janvier 1955.

Face à l'impérieuse nécessité de protéger l'agglomération strasbourgeoise, par ailleurs, menacée au même moment par la crue de la Bruche, les autorités civiles ont sollicité l'appui du génie militaire pour opérer une brèche dans les digues rive droite du canal de décharge afin de diminuer la hauteur d'eau et éviter ainsi des ruptures et/ou des submersions, jugées très plausibles, sur la rive gauche pouvant menacer en premier lieu Erstein et plus en aval l'agglomération de Strasbourg. Cet aménagement de brèche a été effectué en 2 temps dans la nuit du dimanche 16 au lundi 17 janvier 1955 puis en milieu de journée le 17 janvier. Sur un débit maximum estimé aux environs de 600 m³/s dans le canal de décharge, le débit délesté par la brèche a été évalué à environ 30 m³/s.

A noter que dans l'agglomération strasbourgeoise, des phénomènes de remontées de nappes ont été décrits entraînant l'inondation partielle de plusieurs quartiers (Montagne Verte, Meinau, Elsau, Robertsau) et de multiples dégâts, notamment les équipements (chaudières...) et marchandises entreposées dans les sous-sols²⁵.

²³ Source : « Les inondations de décembre 1947 », H. Baulig, (Publications du Comité consultatif météorologique du Bas-Rhin, Extrait des Annales de l'Institut de physique du globe de Strasbourg, tome V, 3^e partie, Géophysique), Strasbourg, Imprimerie Alsacienne, 1950.

²⁴ Source : « Description de la crue de janvier 1955 », l'Ingénieur en Chef du Génie rural, Strasbourg, le 24 janvier 1955.

²⁵ Source : articles du journal « Dernières Nouvelles d'Alsace », édition du 18 janvier 1955.

Cette crue a justifié le déclenchement par le Préfet du plan de crise « Orsec » (pour organisation des secours).

Pour le seul département du Bas-Rhin, les dégâts de toutes natures (notamment sur les infrastructures hydrauliques très éprouvées et nécessitant d'importants travaux de remise en état) ont été évalué à environ 700 millions de francs (valeur 1955)²⁶.

Cette crue a, de plus, mis en évidence le sous dimensionnement du canal de décharge qui a transité, à cette occasion, les débits les plus importants depuis sa mise en service. Face à ce constat des travaux de renforcement de la capacité d'évacuation du canal de décharge des crues de l'Ill ont été entrepris afin de passer celle-ci de 600 m³/s à environ 1 000 m³/s.

Les crues du printemps 1983

Deux épisodes de crues très puissants sur la région Alsace se produisent en avril et mai 1983.

La pluviométrie totale observée sur les deux mois d'avril et de mai est exceptionnelle comme l'indique le graphique ci-après élaboré par Météo-France sur la station de Strasbourg-Entzheim.

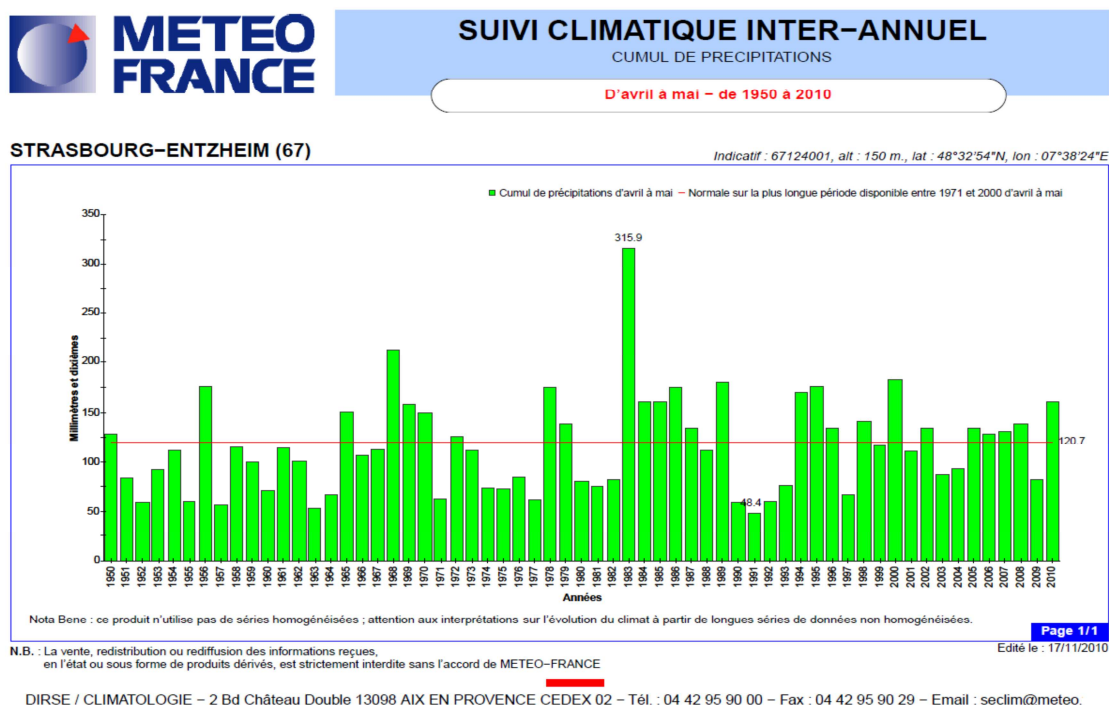


Figure 4 : Cumul des précipitations d'avril à mai 1983 sur la station de Strasbourg-Entzheim (Source : Météo-France)

La crue d'avril 1983 est généralisée à l'ensemble des cours d'eau confluents de la Bruche et de l'Ill. Ses origines sont classiques : fonte des neiges du massif vosgien associée à des averses pluvieuses de forte intensité. Sa période de retour est estimée à 20 ans sur le cours aval de la Bruche.

Du 23 au 25 mai, des précipitations soutenues touchent l'ensemble du territoire alsacien : on relève un cumul de 90 mm sur le secteur Mulhouse-Strasbourg. Dans un contexte de sol déjà saturé par la pluviométrie largement excédentaire observée depuis plusieurs semaines, le ruissellement est largement favorisé au détriment de l'infiltration. Du 1er au 22 mai 1983, il est tombé 126 mm sur le nord-est de la France, soit plus de deux fois la moyenne interannuelle. A Strasbourg, on relève 198 mm de pluies, la moyenne interannuelle étant de 61 mm. Du sud au nord de la plaine d'Alsace, les phénomènes de remontées de nappes généralisés (nappe rhénane et/ou nappe associée à d'autres cours d'eau) ont généré de très nombreux dégâts principalement

²⁶ Source : Rapport de l'ingénieur du Génie Rural daté du 01 février 1955.

par inondation des caves et sous-sols des immeubles. L'agglomération strasbourgeoise n'a pas été épargnée par ces phénomènes lors du printemps 1983.

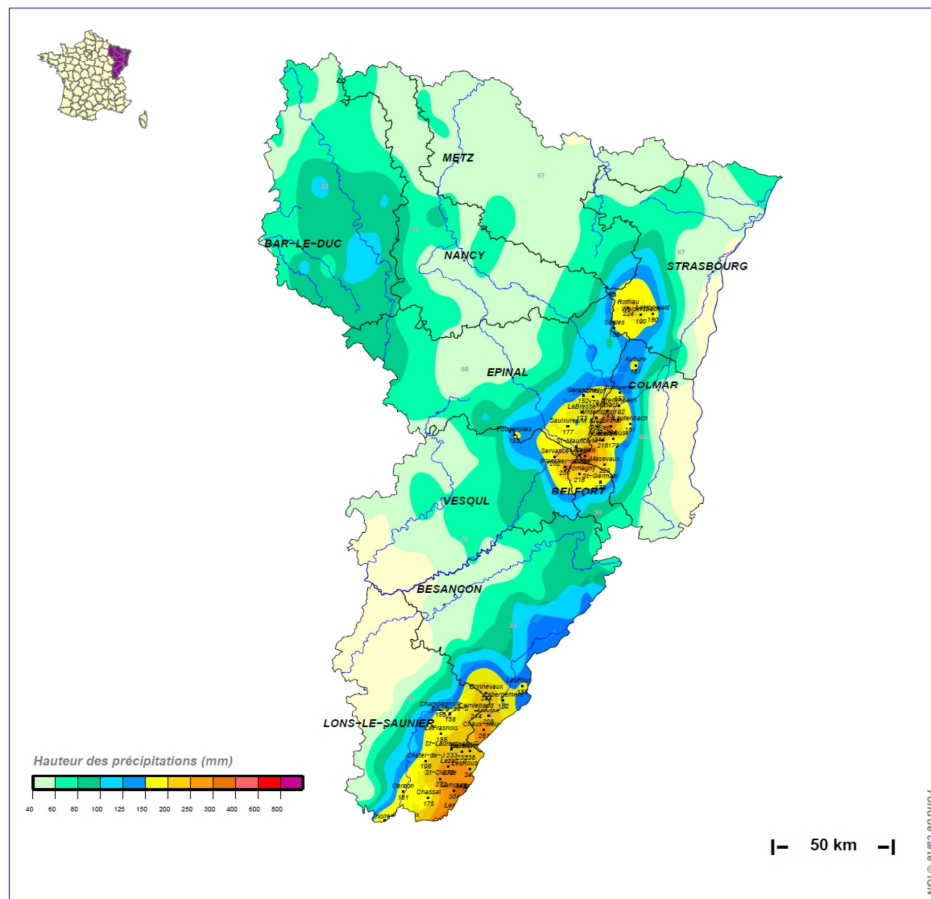
La crue de février 1990

C'est la plus forte crue contemporaine. Sur la Bruche sa période de retour à l'entrée de l'agglomération strasbourgeoise est estimée à 30 ans²⁷ et est supérieure à la crue de décembre 1919 dans la partie amont du bassin versant. L'élément majeur dans la genèse de la crue a été une période très perturbée de trois jours entre le 12 et le 14 février au cours de laquelle d'intenses précipitations ont eu lieu, accompagnées d'une brutale fonte de la neige fraîchement tombée sur le massif vosgien au-dessus de 700 mètres.



Cumul des précipitations (en mm) en 4 jours

du 12 FEVRIER 1990 à 6 h UTC au 16 FEVRIER 1990 à 6 h UTC



N.B.: La réutilisation non commerciale de ce produit est autorisée, à condition qu'il ne soit pas altéré, et que sa source: Météo-FRANCE ainsi que sa date d'édition soient mentionnées.

Edité le : 11/08/2011

Source: <http://pluiesextremes.meteo.fr> Email: pluiesextremes@meteo.fr

© Météo-France

Carte 8 : Cumuls des précipitations du 12 au 16/02/1990 sur le nord-est de la France²⁸

Les impacts de cette crue sont considérables et deux personnes décèdent sur le bassin de la Bruche²⁹. Les dégâts matériels sont estimés à 140 millions de francs pour le seul département du Bas-Rhin^{30 31}.

²⁷ A la station de mesure hydrométrique de Holtzheim gérée par la DREAL Alsace. La cote atteinte à l'échelle de la station de Wolxheim a été de 3,15 m, contre 3,28 m en décembre 1919.

²⁸ Source : site Pluies Extrêmes de Météo France <http://pluiesextremes.meteo.fr/>

Les rues principales de Schirmeck et La Broque en haute vallée de la Bruche sont sous les eaux (jusqu'à une hauteur estimée par endroit à environ 1,50 m).



Photographie 1 : La Bruche à Oberschaefolsheim et Wolfisheim lors de la crue de 1990³²

A Strasbourg et dans son agglomération, plusieurs communes et quartiers sont partiellement inondés en raison de la crue de la Bruche dont Holtzheim (rupture de digue en rive droite), les quartiers de la Montagne Verte, de l'Elsau et du Wacken ainsi que certaines parties des quartiers nord d'Ostwald riverains de l'Ill (en effet la confluence de la Bruche avec cette dernière provoque un remous très important faisant monter les eaux de l'Ill sur plusieurs kilomètres à l'amont de la confluence³³).



Photographie 2 : Pont SNCF sur le Canal de la Bruche à hauteur de Strasbourg (lieu-dit Holtzmatt) lors de la crue de 1990. Vue depuis l'aval rive gauche³⁴

²⁹ Source : articles des Dernières Nouvelles d'Alsace, édition du 18/02/1990. En Alsace on déplore le décès de 7 personnes lors de cette crue.

³⁰ Source : Rapport DDAF du Bas-Rhin, Service d'annonce de crues, printemps 1990.

³¹ Il a été estimé que plus de 200 communes alsaciennes sont directement touchées par cette crue.

³² Source : Airdiasol pour DDAF 67.

³³ Ce remous se propage également dans l'Ostwaldergraben, un petit cours d'eau au nord d'Ostwald.

³⁴ Source : DDT 67.



Photographie 3 : Pont de la route de Schirmeck sur le Canal de la Bruche à hauteur de la Holtzmatt (Strasbourg) lors de la crue de 1990. Vue depuis l'amont rive droite

La crue de février 1990 suscitera une forte mobilisation de la part des autorités et des élus en termes de prévention et sera à l'origine, par son ampleur et par ses impacts, de l'activation ou de la réactivation de plusieurs procédures réglementaires (type Plans de Prévention du Risque d'Inondation ou procédure équivalente à l'époque), notamment dans l'agglomération strasbourgeoise et dans la vallée de la Bruche.

3.4.2 Les crues récentes du Rhin

La crue de janvier 1955

De la même manière que pour les crues de l'Ill et de la Bruche décrites plus haut ce sont de fortes pluies associées à un redoux provoquant la fonte des neiges qui sont la cause de cette crue remarquable du fleuve. La montée des eaux du Rhin a été qualifiée de « rapide » et il a atteint six mètres à Strasbourg, sa plus haute cote depuis 1876.



Photographie 4 : Les environs d'Erstein, janvier 1955 (source DNA)

La décrue a révélé d'importants dommages : la remontée de nappe, qui en certains endroits a inondé les caves sur une hauteur de plus d'un mètre, est à l'origine d'importantes pertes de stocks chez les commerçants et les industriels.

De nombreuses chaudières furent mises hors service ainsi que certains réseaux électriques. Beaucoup d'écoles ont dû fermer. A la cité Rotterdam, dans le quartier des XV, les résidents ont été entièrement privés d'électricité et de chauffage (45 familles sans lumières et 400 sans chauffages). Les sous-sols de la Maison de l'Europe, dans le quartier de l'Orangerie, sont complètement inondés. La navigation rhénane est interrompue pendant une semaine³⁵.

La crue de janvier 1955 est toujours une crue de référence sur le Rhin supérieur³⁶.

Les crues de février à mai 1999

Durant cette période, le Rhin supérieur connaîtra par trois fois des crues parmi les plus importantes du XXème siècle.

Tout d'abord en février, avec un niveau de 8,31 m le 21 février à l'échelle de Lauterbourg³⁷. Cette crue fut la conséquence d'une brusque remontée de l'isotherme 0°C en altitude alors que les Alpes, le Jura, les Vosges et la Forêt-Noire étaient sous un épais manteau de neige.

Puis en mai : l'isotherme 0°C remonte des environs de 1 000 mètres à 3 500 mètres d'altitude. La neige qui couvrait tous les massifs montagneux fond rapidement. A Bâle, la crue atteint son pic 13 mai. Le 14, le niveau sera de 8,60 mètres à Lauterbourg.

Puis se sont des pluies diluviennes qui tombent sur les Alpes orientales, avec des valeurs atteignant localement 200 millimètres en 24 heures et une semaine plus tard, le 22 mai, le Rhin connaît une nouvelle pointe de crue à Strasbourg et atteint la cote de 8,11 mètres quelques heures plus tard à Lauterbourg.

Du fait de la mise en service des aménagements hydroélectriques (biefs de Strasbourg et Gambenheim), intervenue respectivement en 1970 et 1974, cette série de crues de 1999 n'a pas généré de dégâts significatifs au droit de l'agglomération strasbourgeoise.

Il faut encore mentionner **les crues du Rhin d'août 2007 et juin 2013**, moins importantes que celles de 1999 : là encore, et pour les mêmes raisons, ces 2 événements n'ont pas généré de dégâts significatifs au droit de l'agglomération strasbourgeoise.

³⁵ Source : articles des Dernières Nouvelles d'Alsace, janvier 1955.

³⁶ Le Rhin supérieur est le tronçon du fleuve allant de Bâle jusqu'à la région de Mayence.

³⁷ En temps normal la hauteur à cette échelle de référence est d'environ 4,00 à 4,50 m (pour le débit moyen du Rhin).

4. Cartes des surfaces inondables sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise

Comme indiqué plus haut, la Directive Inondation prévoit la cartographie de 3 scénarios de crue :

- la crue extrême pour laquelle est envisagée la défaillance des ouvrages de protection existants. En accord avec les dispositions prévues par la Directive elle-même et en coordination avec les autres Etats membres du District Hydrographique International du Rhin (notamment l'Allemagne et les Pays-Bas), c'est une période de retour millénale qui a été retenue pour cartographier la crue extrême sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise³⁸.

La caractérisation de l'aléa inondation pour la crue extrême a fait l'objet d'une prestation spécifique confiée par la DREAL Alsace au bureau d'études spécialisé DHI. Pour l'essentiel cette étude s'est déroulée dans le courant de l'année 2013 ;

- la crue moyenne : en accord avec les dispositions de la Directive elle-même et le projet de révision du PPRi piloté par la DDT 67, c'est la crue de période de retour centennale qui a été retenue pour cartographier la crue moyenne sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise ;
- la crue fréquente : il a été décidé de retenir la crue de période de retour trentennale, dont les résultats étaient disponibles au travers d'une étude récente réalisée sous maîtrise d'ouvrage de la Communauté Urbaine de Strasbourg (cf. 4.1.1 page 29), pour cartographier la crue fréquente de la Bruche et de l'Ill sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise.

Sur le Rhin, considérant qu'il n'y a pas de débordement significatif pour une crue fréquente, il a été décidé de ne pas cartographier celle-ci dans le cadre de la Directive Inondation sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise.

Les principaux résultats de ces études, ainsi que les précisions méthodologiques s'y rapportant, sont décrits dans les chapitres suivants.

Pour suivre le déroulement de ce travail de cartographie de l'aléa inondation à l'échelle du TRI de l'agglomération strasbourgeoise, un comité technique de suivi a été mis en place. Il est composé des représentants de :

- la DREAL Alsace, maître d'ouvrage de l'étape cartographie Directive Inondation et par ailleurs en charge du service de prévision des crues Rhin-Sarre (SPC) ;
- la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin (DDT67), notamment en charge de l'élaboration des Plans de Prévention du Risque d'Inondation ;
- la Communauté Urbaine de Strasbourg notamment au titre de sa compétence générale gestion des cours d'eau ;
- le Conseil Régional d'Alsace gestionnaire de l'Ill domaniale et notamment du dispositif de protection de l'agglomération strasbourgeoise contre les crues de l'Ill en amont d'Erstein ;
- le Conseil Général du Bas-Rhin en tant que porteur du projet du schéma d'aménagement, de gestion et d'entretien écologique (SAGEECE) de la Bruche³⁹ et en tant que gestionnaire du Canal de la Bruche ;

³⁸ NB : ce choix de la crue millénale a été fait sur l'ensemble des TRI en France.

³⁹ Schéma comportant un volet consacré au risque d'inondation sur le bassin versant de la Bruche.

- l'établissement public Voies Navigables de France⁴⁰ (VNF) notamment en tant que gestionnaire sur l'agglomération :
 - o de l'Ill domaniale dans de Strasbourg,
 - o des canaux Marne au Rhin et Rhône au Rhin,
 - o sur le Rhin : du bief⁴¹ de Gambsheim et de la Porte de Garde du Port aux Pétroles ;
- le Port Autonome de Strasbourg en tant que gestionnaire des écluses Nord et Sud, ouvrages permettant d'assurer la continuité de circulation entre le Rhin et les cours d'eau et canaux navigables de l'agglomération strasbourgeoise.

4.1. Méthodes utilisées

Pour les 3 scénarios de crue décrits ci-dessus, les études visant à déterminer l'emprise des zones inondables ont reposé sur une méthodologie classique comprenant 2 volets principaux :

- dans un premier temps **estimer le débit et la durée** de la crue considérée sur le Rhin, l'Ill, la Bruche et leurs affluents. Ce volet constitue l'étude hydrologique.

Pour l'ensemble des études hydrologiques réalisées sur ce TRI et présentées ci-après, des analyses statistiques des pluies et des débits sur les bassins versants des cours d'eau alimentant le TRI ont été réalisées.

- dans un 2ème temps modéliser, par le calcul numérique, les débordements des cours d'eau pour chacun des débits considérés, en s'appuyant notamment sur des relevés topographiques, aussi fins que possible, des terrains occupant le fond de la vallée ainsi que des différents ouvrages hydrauliques (ponts, barrages, seuils, digues, infrastructures linéaires – routes, voies ferrées, etc) et sur divers paramètres représentatifs de la nature des écoulements, notamment l'occupation des sols. Ce volet constitue l'étude hydraulique à proprement dite.

Les différents modèles hydrauliques, à la base de ces études, sont des outils de calcul qui permettent :

- de reconstituer des crues historiques connues,
- de simuler des crues plus fortes encore.

Cette approche a permis de définir, puis de cartographier, les surfaces inondables pour un événement hydrologique donné, et de quantifier les vitesses d'écoulement et les hauteurs de submersion en tout point de ces surfaces inondables.

Les calculs des conditions d'écoulement ont été effectués pour différentes hypothèses de débits des cours d'eau (et éventuellement de durée de crue).

⁴⁰ Direction Territoriale de Strasbourg – Arrondissement Fonctionnel.

⁴¹ Un bief sur le fleuve aménagé, représente le tronçon situé à l'amont d'un barrage hydroélectrique : il se prolonge jusqu'au prochain barrage situé plus haut sur le fleuve.

4.1.1 Valorisation des études antérieures et en cours

Dans le cadre de l'établissement des cartographies sur le TRI, un certain nombre d'études ont été valorisées. Ces dernières sont listées ci-après :

- Pour la Bruche en amont du TRI :
 - o Volet inondation du SAGEECE⁴² du bassin versant de la Bruche et de la Mossig
Maître d'ouvrage : CG67
Titulaire : groupement DHI/Fluvial IS/Ecoscop/CEMAGREF
En cours de réalisation ;
- Pour l'Ill en amont du TRI :
 - o Volet inondation de l'étude « diagnostic et élaboration d'un schéma de gestion globale de l'Ill domaniale et de ses lits mineur et majeur »
Maître d'ouvrage : Région Alsace
Titulaire : groupement Hydratec/Asconit Consultants/HydroDynamique
2010/2013 ;
 - o Rivière Ill : cartes de surfaces inondables au titre de l'article L 566-6 du code de l'environnement. Prise en compte de la défaillance des ouvrages hydrauliques de protection à Erstein pour l'aléa crue extrême
Maître d'ouvrage : DREAL Alsace
Titulaire : ISL Ingénierie SAS
En cours de réalisation ;
 - o Rivière Ill : prise en compte de la défaillance des ouvrages hydrauliques de protection à Erstein pour l'aléa crue centennale.
Maître d'ouvrage : DDT Bas-Rhin
Titulaire : ISL Ingénierie SAS
En cours de réalisation ;
- Pour la Bruche et l'Ill au sein du TRI :
 - o Mise à jour du modèle hydraulique de la Bruche et de l'Ill sur la Communauté Urbaine de Strasbourg
Maître d'ouvrage : CUS
titulaire : DHI
2010/2013 ;
 - o Etude de l'aléa inondation sur le territoire de la CUS
Maître d'ouvrage : DDT67
Titulaire : DHI
En cours de réalisation ;
 - o Etablissement des cartes de surfaces inondables sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise
Maître d'ouvrage : DREAL Alsace
Titulaire : DHI
En cours de réalisation ;
- Pour le Rhin :
 - o Détermination des débits extrêmes du Rhin pour les biefs de Gambsheim et d'Iffezheim
Maître d'ouvrage : groupe de travail « Statistiques » de la Commission permanente concernant l'aménagement du Rhin entre Kehl/Strasbourg et Neuburgweier/Lauterbourg
Assistant au maître d'ouvrage : Office des eaux et de la navigation (WSA)

⁴² SAGEECE = Schéma d'Aménagement, de Gestion et d'Entretien Ecologique des Cours d'Eau.

Fribourg

Titulaire : Institut pour l'eau et le développement des eaux (IWG) / Domaine gestion des eaux et génie agricole / Département hydrologie de l'université de Karlsruhe (TH)

2010 ;

- o Modèle hydrodynamique numérique bidimensionnel pour le bief de Gambsheim sur le Rhin (p.k 290,3 – 309,1)

Maître d'ouvrage : Office des eaux et de la navigation (WSA)

Titulaire : Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) à Karlsruhe avec Valitec en qualité de sous-traitant spécialisé en modélisation hydraulique

2007/2009.

4.1.2 Modèles hydrauliques

Deux modèles hydrauliques ont été valorisés pour l'établissement des surfaces inondables sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise :

- le modèle mis en place par DHI pour le compte de la CUS, de la DDT67 et de la DREAL Alsace ;
- le modèle mis en place par VALITEC pour le compte de la Bundesanstalt für Wasserbau (BAW).

4.1.2.1 Modèle principalement utilisé au sein du TRI

Ce modèle hydraulique a été réalisé sous le logiciel MIKE FLOOD. Développé par DHI, cet outil est basé sur la combinaison d'écoulements calculés :

- dans le lit permanent des cours d'eau (ou lit mineur) selon une direction préférentielle unique (celle de l'axe de la vallée)⁴³ avec le module MIKE 11.

La modélisation des écoulements en lit mineur couvre l'ensemble du réseau hydrographique du TRI. Le réseau ainsi modélisé est défini par 740 profils en travers⁴⁴ et 106 ouvrages situés dans le lit du cours d'eau (seuil, pont ou passage busé, etc...) ;

- dans les zones potentielles de débordements (ou lit majeur), situées de part et d'autre du lit permanent, selon 2 directions : celle de l'axe de la vallée et perpendiculairement à celui-ci avec le module MIKE 21⁴⁵.

La modélisation des écoulements en lit majeur s'appuie sur des données topographiques de type modèle numérique de terrain (MNT) acquises au cours de deux campagnes de levés par technologie LIDAR⁴⁶ (réalisées en 2008 sur la CUS et en 2009 à l'amont du territoire de la CUS).

L'emprise du modèle hydraulique s'étend au-delà du TRI vers l'amont (modélisation des écoulements dans la vallée de la Bruche à partir d'Ernolsheim sur Bruche et dans celle de l'Ill à partir de Nordhouse) et vers l'aval (modélisation des écoulements jusqu'à la confluence de l'Ill avec le Rhin à l'aval immédiat du barrage hydroélectrique de Gambsheim) recouvrant ainsi l'intégralité du périmètre du TRI de l'agglomération strasbourgeoise, y compris les surfaces potentiellement inondables à l'arrière de la

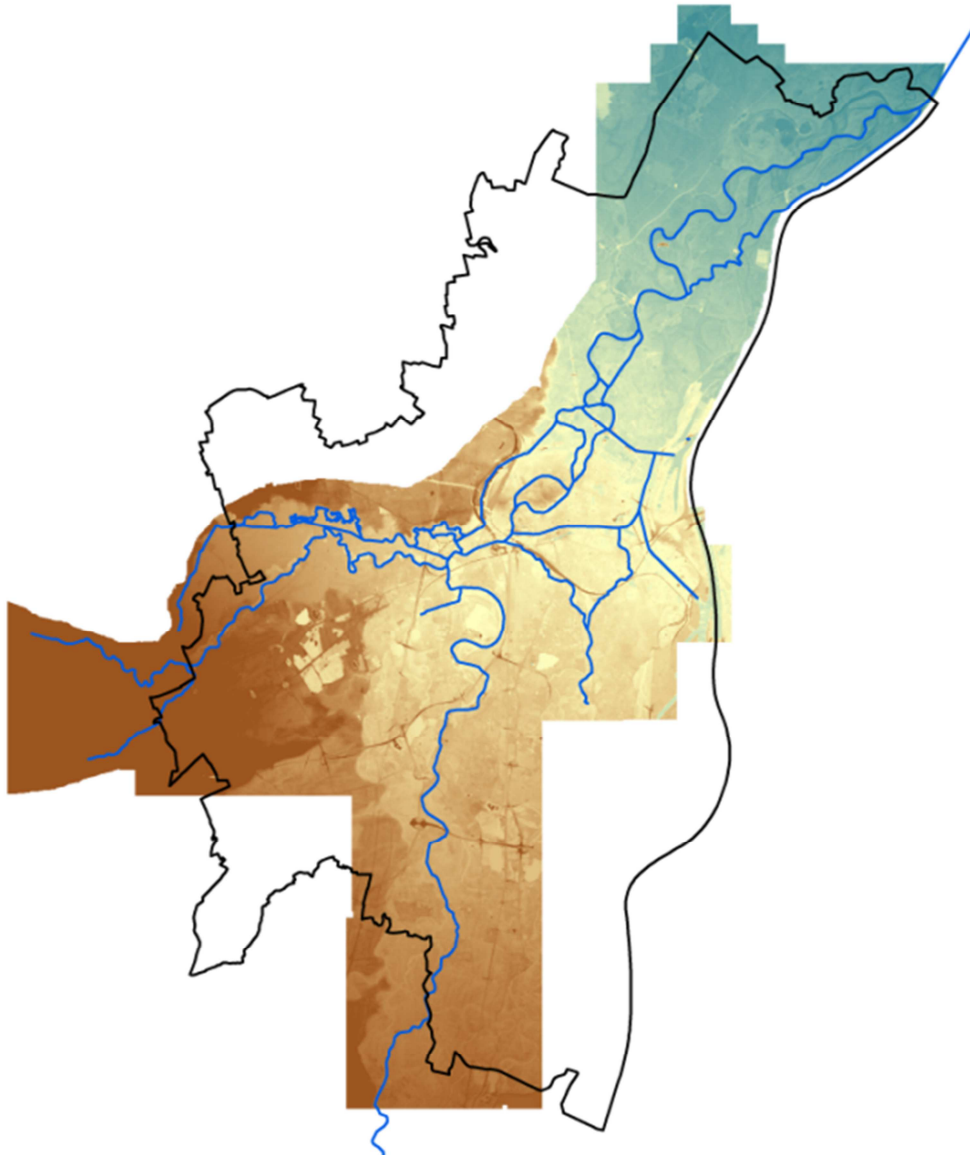
⁴³ On parle alors de modèle unidimensionnel ou 1D.

⁴⁴ Un profil en travers est une coupe transversale effectuée dans le lit d'un cours d'eau, perpendiculairement à l'axe d'écoulement, et définissant localement la géométrie et la topographie du cours d'eau.

⁴⁵ On parle alors de modèle de surface (bidimensionnel ou 2D).

⁴⁶ Un modèle numérique de terrain représente la topographie (l'altitude) des terrains sur lesquels l'eau est susceptible de s'écouler en crue. Un MNT LIDAR est obtenu à partir de levés réalisés par un appareil de technologie « laser » embarqué à bord d'un avion survolant le territoire concerné.

porte de garde du Port aux Pétroles⁴⁷. Cette emprise du modèle DHI est présentée sur la carte ci-après :



Carte 9 : Emprise surfacique du modèle principalement utilisé pour le TRI⁴⁸

Afin de s'assurer que le modèle restitue aussi fidèlement que possible le comportement des écoulements de crue sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise, il a été procédé, conformément à la méthodologie en la matière, à un calage du modèle hydraulique. Cette phase de calage consiste à comparer les résultats de calcul du modèle avec des crues réelles observées par le passé et suffisamment documentées par des relevés et observations de terrain : repères et laisses de crues⁴⁹, photographies (aériennes le cas échéant), hauteurs d'eau et durée de l'événement relevées aux stations hydrométriques. Dans le cas présent, elle s'est basée sur l'événement de février 1990, dernier événement marquant et suffisamment documenté, notamment sur la Bruche. Les paramètres de rugosité⁵⁰ en lit mineur et lit majeur ainsi que les pertes de charge⁵¹ au droit des ouvrages ont été ajustés afin de reproduire le comportement des cours d'eau observé en 1990. A cet effet, une importante campagne de levé des

⁴⁷ Seules les inondations dues aux débordements directs du Rhin sont issues du modèle Valitec.

⁴⁸ Source : document DHI.

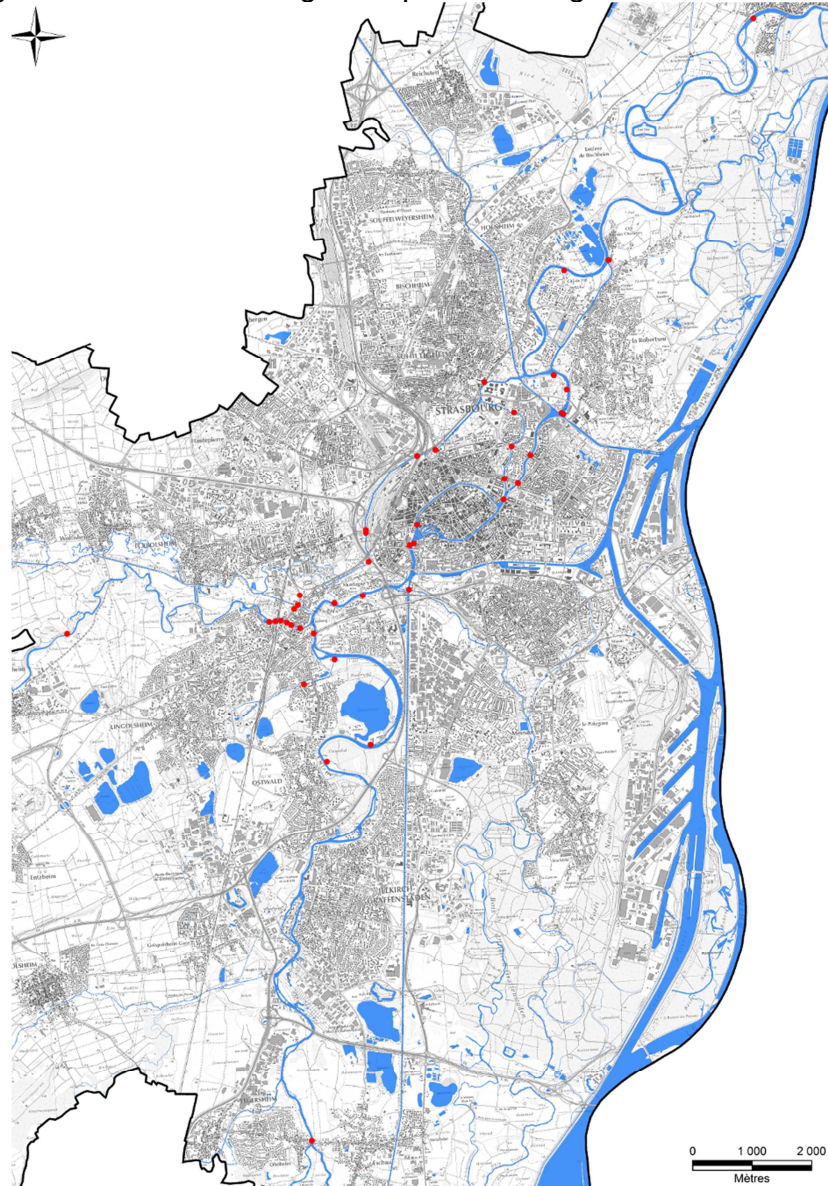
⁴⁹ Un repère ou une laisse de crue est la trace laissée par le niveau des plus hautes eaux lors de la crue. Ces traces peuvent être localisées, par exemple, sur un mur, un bâtiment ou sur les piles d'un pont.

⁵⁰ La rugosité est un paramètre qui traduit la facilité ou non des eaux à s'écouler en crue en fonction de l'état d'occupation des sols dans la zone inondable et dans le lit mineur du cours d'eau lui-même.

⁵¹ Une perte de charge est une différence de niveau d'eau : ici entre l'amont et l'aval d'un ouvrage hydraulique. Elle correspond à la dissipation, par frottements, de l'énergie mécanique d'un fluide en mouvement.

laisses de crue a été menée. Au total ce sont 47 laisses de crue qui ont été identifiées, géolocalisées et relevées altimétriquement par un cabinet de géomètres. Aux termes du calage du modèle, les écarts entre les niveaux d'eau observés lors de la crue de 1990 et les niveaux d'eau calculés par le modèle pour ce même événement sont inférieurs de 10 cm pour 84 % des laisses de crue relevées. Ces écarts sont inférieurs à 20 cm pour 93 % des laisses de crue.

La cartographie suivante représente en rouge les laisses de crue prises en compte sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise pour le calage du modèle DHI.



Carte 10 : Laisses de la crue de 1990 utilisée pour le calage du modèle DHI

Les phénomènes pris en compte dans le cadre de cette modélisation sont les suivants :

- débordements par submersion de la Bruche et de ses principaux diffluents, notamment le Canal de la Bruche et les différents Muhlbachs issus de ce dernier ;
- débordements par submersion de l'Ill et de ses principaux diffluents, débordements par effet de remous le long de petits cours d'eau dans leurs zones de confluence avec l'Ill : Oswaldergraben, Rhin Tortu, Ziegelwasser, etc ;
- débordements par submersion du Rhin au niveau du Port aux Pétales.

Les phénomènes qui ne sont pas pris en compte au titre de la cartographie Directive Inondation sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise sont notamment :

- les inondations par remontée de la nappe ;

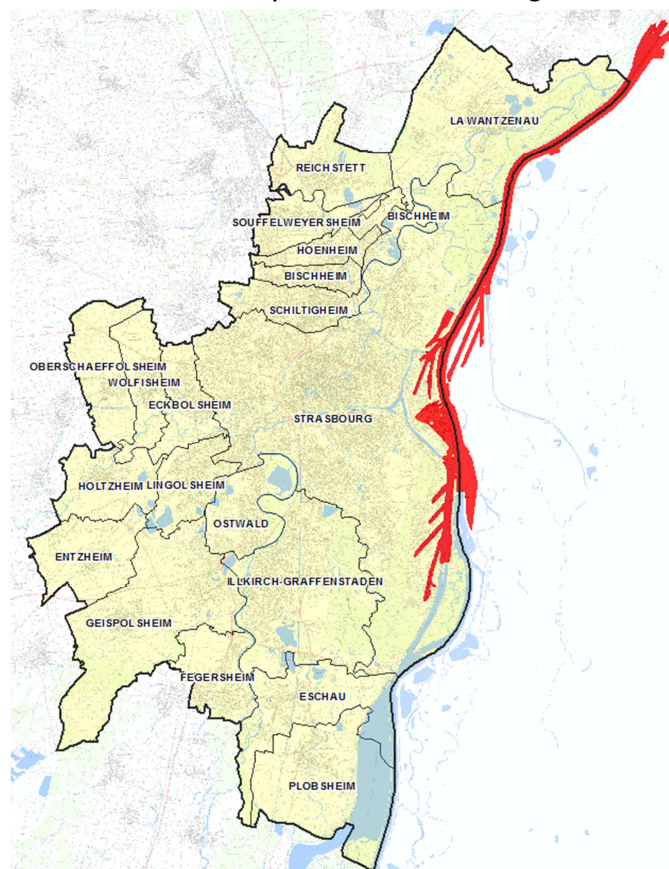
- les inondations par débordement des réseaux pluviaux et/ou des réseaux d'assainissement dits « unitaire »⁵² ;
- les inondations dues au ruissellement de surface lors d'épisodes de précipitations intenses et/ou dues à des phénomènes type « coulées d'eaux boueuses » ;
- Les inondations de toutes natures dues aux autres cours d'eau présents dans l'emprise du TRI : Ehn, Andlau, Souffel mais aussi Landgraben (bassin versant de la Moder) sur les communes de Reichstett et La Wantzenau, etc.
- Les débordements par effet de remous le long de l'Ehn et de l'Andlau dans leurs zones de confluence avec l'Ill, pour les cas des scénarios de défaillance des ouvrages d'Erstein en crues moyenne et extrême (cf. 4.3.3 page 42 et 4.3.4 page 44), n'ont pas été modélisés.

4.1.2.2 Modèle utilisé pour les débordements du Rhin (hors porte de garde)

Ce modèle hydraulique a été mis en place sur le bief du Rhin situé en amont de l'usine hydroélectrique de Gambsheim sous maîtrise d'ouvrage allemande par un bureau d'études également allemand : le linéaire ainsi modélisé est d'environ 19 km. La limite amont de ce modèle correspond sensiblement au canal de fuite de l'usine hydroélectrique de Strasbourg-Rohrschollen. Reposant sur une modélisation bidimensionnelle, il utilise le logiciel RISMO2D.

Il a également fait l'objet d'un calage en comparant des lignes d'eau mesurées pour différents débits du fleuve avec les résultats issus du calcul de modélisation pour ces mêmes débits. Les écarts entre ces 2 séries de données se situent à l'intérieur d'un intervalle de confiance de 10 cm : aussi le calage de modèle est-il qualifié de globalement satisfaisant par les rédacteurs de l'étude.

L'emprise surfacique de ce modèle est présentée sur la figure suivante :



Carte 11 : Emprise surfacique du modèle utilisé pour les débordements du Rhin (hors porte de garde)

⁵² Une seule conduite reçoit à la fois les eaux usées et les eaux pluviales.

Dans le cadre des présents travaux de cartographie sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise, les résultats de cette modélisation ont été repris au droit du secteur du Jardin des 2 Rives pour les crues moyenne et extrême⁵³ : les données initiales allemandes ont été fournies à la Direction Départementale des Territoires du Bas-Rhin et reprises par la DREAL Alsace.

4.2. Aléas inondation sur la Bruche

4.2.1 Détermination des débits pris en compte

L'étude hydrologique menée par DHI s'est appuyée sur différentes méthodes, fondées sur des ajustements statistiques des données de pluies et de débits disponibles sur les bassins versants de la Bruche et des principaux cours d'eau contribuant à la formation des crues dans l'emprise du TRI. Ces méthodes ont été utilisées et comparées entre elles pour déterminer les valeurs caractéristiques, en débit et en durée, des 3 niveaux de crues étudiés. Pour ces 3 niveaux de crue, c'est la méthode dite du « Gradex » qui a été retenue⁵⁴ : pour les crues fréquente et moyenne ce choix de la méthode du Gradex a été effectué dans le cadre des études menées antérieurement sous les maîtrises d'ouvrage de la Communauté Urbaine de Strasbourg et du Conseil Général du Bas-Rhin. Cette méthode s'avère également adaptée pour le cas de la crue extrême.

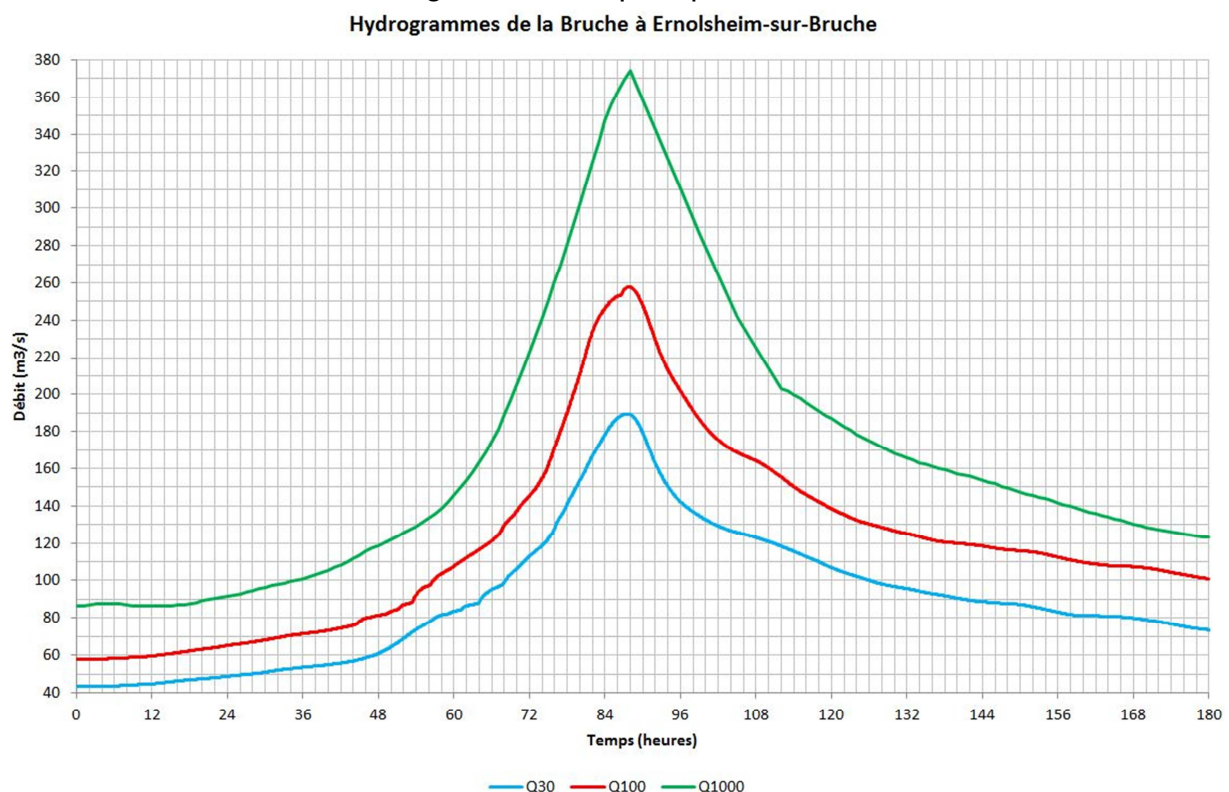


Figure 5 : Hydrogrammes retenus sur la Bruche en partie amont du TRI de l'agglomération strasbourgeoise⁵⁵

4.2.2 Débordement de la Bruche en crue fréquente

L'événement fréquent se réfère à une crue trentennale sur l'ensemble du réseau hydrographique modélisé. Le débit de l'III à l'amont du TRI est, pour cette crue, limité à 45 m³/s grâce aux possibilités de régulation offertes par les ouvrages d'Erstein (cf. 4.3.1.1 page 38).

⁵³ Rappel : la crue fréquente du Rhin n'est pas cartographiée sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise (cf. introduction chapitre 4 en p. 27).

⁵⁴ Ces résultats vont dans le sens de la sécurité, puisque plutôt majorants par rapport à d'autres méthodes, notamment celle dite de « Gumbel ».

⁵⁵ Document DHI.

Par ailleurs, conformément à la circulaire du 16 juillet 2012 précitée et au vu des résultats des modélisations effectuées dans le cadre l'étude conduite par la CUS (cf. 4.1.1 page 29) pour cette crue trentennale de la Bruche, aucune défaillance d'ouvrages de protection⁵⁶ n'a été simulée pour la crue fréquente au titre de la présente cartographie Directive Inondation sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise (cf. aussi Tableau 1 page 7).

Les débits trentennaux pris en compte pour simuler les aléas pour cette crue sont présentés sur la figure suivante :

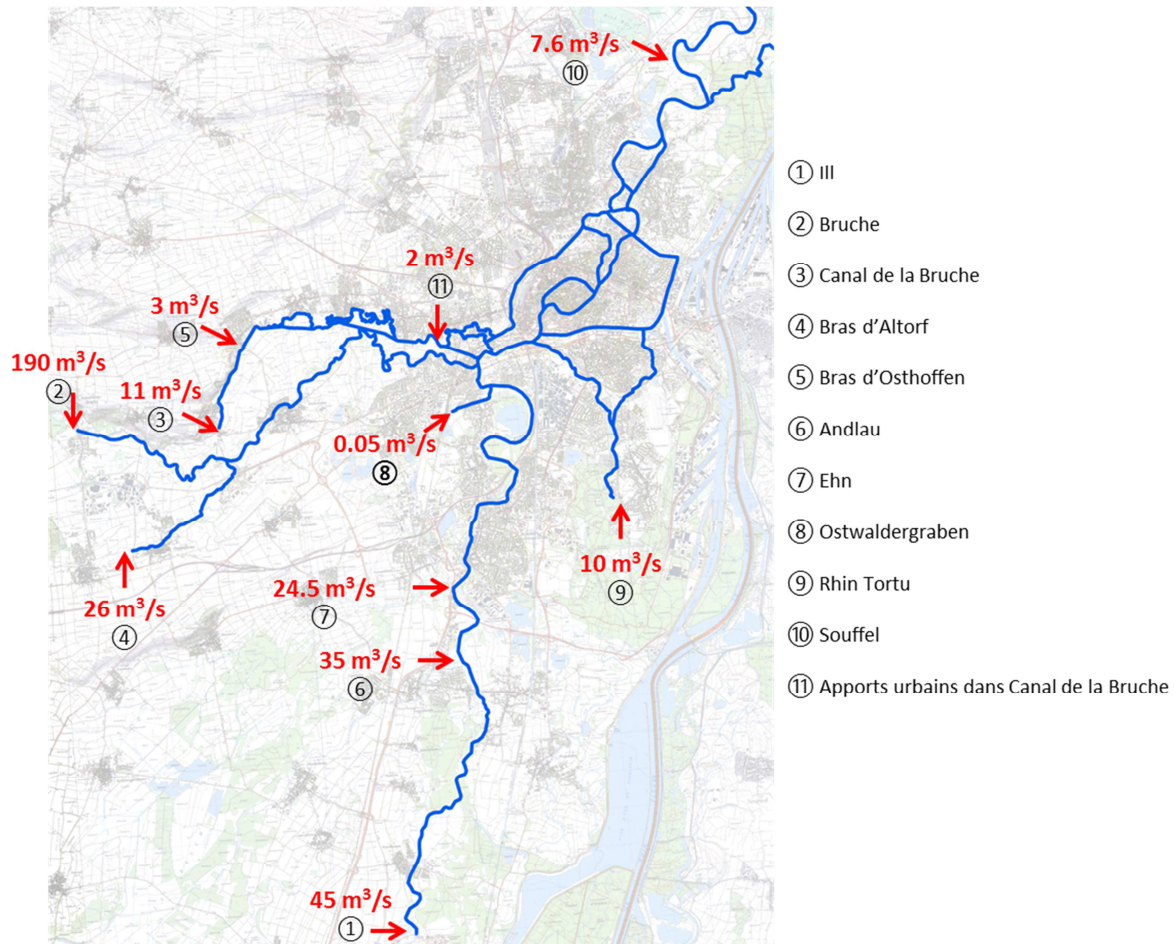


Figure 6 : Débits de pointe instantanée injectés dans le modèle hydraulique pour le calcul des zones inondables en situation de crue fréquente de la Bruche et de l'III⁵⁷

4.2.3 Débordement de la Bruche en crue moyenne

Pour représenter les aléas liés à un événement moyen sur la Bruche, plusieurs simulations hydrauliques ont été étudiées.

Comme pour la crue fréquente, le débit de l'III à l'amont du TRI est limité à 45 m³/s grâce aux possibilités de régulation offertes par les ouvrages d'Erstein (cf. 4.3.1 p.38).

Par ailleurs et conformément à la circulaire du 16 juillet 2012, la prise en compte des surfaces inondables à l'arrière des ouvrages de protection ou formant obstacle à l'écoulement des crues a été intégrée dans la modélisation relative à la crue moyenne.

La définition de ces surfaces inondables a été menée selon 2 approches :

- pour les digues, c'est un effacement de celles-ci qui a été envisagé. Celui-ci a consisté à supprimer l'intégralité de chaque digue dans la topographie prise en compte par le modèle hydraulique, puis à mener les calculs de surfaces inondables en arrière de l'ouvrage dans ces conditions spécifiques ;

⁵⁶ Par contre la modélisation montre des submersions significatives des berges du canal de la Bruche (vers Oberschaeffolsheim, Wolfisheim, Eckbolsheim et dans le quartier de Koenigshoffen) pour une telle crue fréquente : des secteurs importants sont ainsi inondés sur la rive nord du canal.

⁵⁷ Document bureau d'études DHI

- pour les infrastructures linéaires formant obstacle à l'écoulement des crues, c'est une rupture ponctuelle qui a été envisagée. Celle-ci a été modélisée comme suit : brèche de vingt mètres de largeur se formant sur toute la hauteur de l'ouvrage considéré (jusqu'au niveau du terrain naturel côté aval), la durée de formation de la brèche étant de 60 minutes. L'emplacement de la rupture a été déterminé en recherchant le point où la hauteur d'eau en crue est maximale par rapport à la zone située à l'arrière de l'infrastructure considérée. Les calculs de surfaces inondables en arrière de l'ouvrage ont ensuite été menés avec ces conditions spécifiques.

Récapitulatif des simulations hydrauliques effectuées :

- simulation avec l'ensemble des ouvrages et infrastructures en place ;
- effacement de la digue existante en rive droite de la Bruche à l'amont du pont principal à Holtzheim ;
- canal de la Bruche : 4 sites de rupture ponctuelle des berges rehaussées, formant obstacle à l'écoulement des crues, en rives gauche et droite du canal sur les communes d'Oberschaefolsheim, Eckbolsheim et Strasbourg (quartier de Koenigshoffen) ;
- effacement de la digue en rive droite du Muhlbach de Koenigshoffen à Strasbourg au droit du CREPS⁵⁸ ;
- rupture ponctuelle de la route départementale 63 reliant Holtzheim à Wolfisheim, en rive droite de la Bruche ;
- rupture ponctuelle de la route départementale 93 reliant Hangenbieten à Holtzheim, en rive gauche de la Bruche ;

Les débits centennaux considérés sont représentés sur la figure suivante :

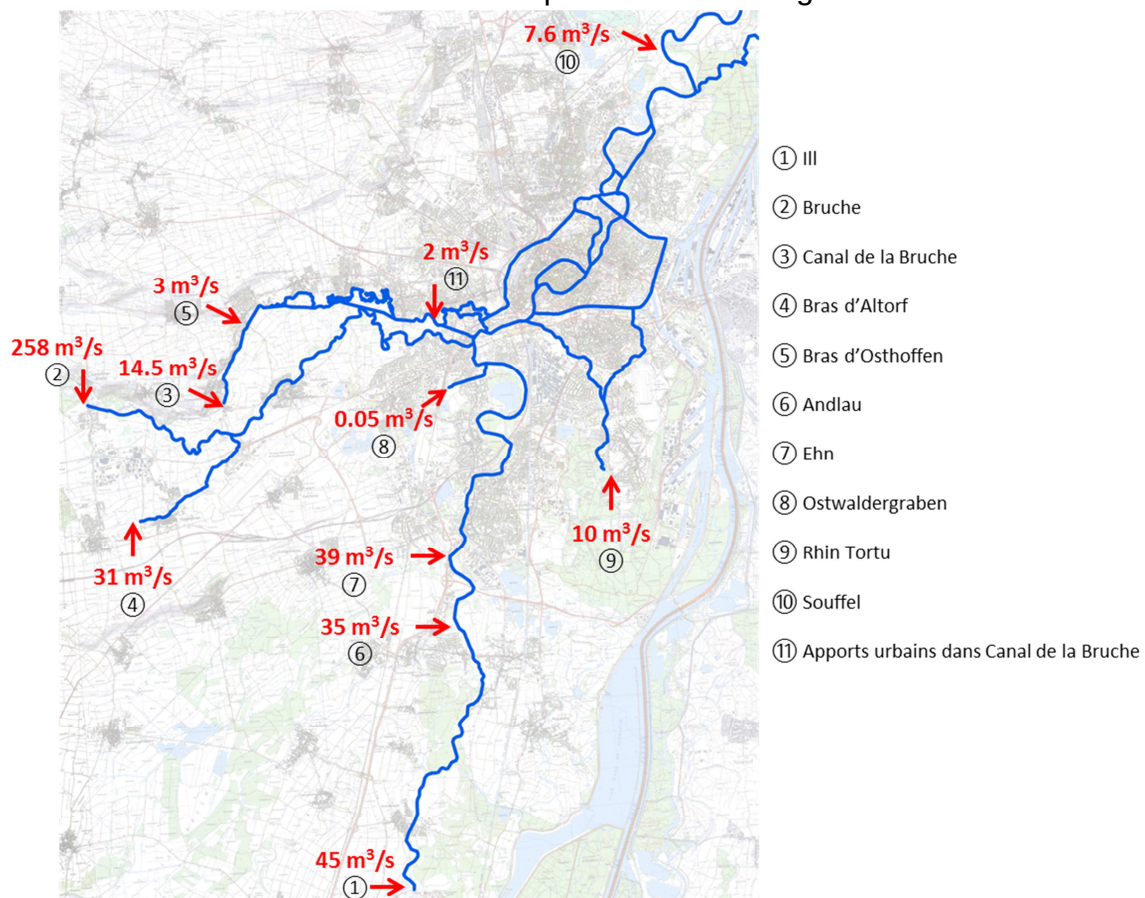


Figure 7 : Débits de pointe instantanée injectés dans le modèle hydraulique pour le calcul des zones inondables en situation de crue moyenne de la Bruche et de l'III^{59 60}

⁵⁸ CREPS : Centre de Ressources, d'Expertise et de Performance Sportive.

⁵⁹ Hormis le cas « défaillance dispositif Erstein » pour la crue moyenne de l'III : se reporter à la partie 4.3.1. page 38.

⁶⁰ Document bureau d'études DHI.

4.2.4 Débordement de la Bruche en crue extrême

Pour représenter la crue extrême de la Bruche, une étude hydrologique a été réalisée afin de définir les débits millénaires de la Bruche, de son affluent le Bras d'Altorf et du Canal de la Bruche. Les débits obtenus sont respectivement de $375 \text{ m}^3/\text{s}$, $43 \text{ m}^3/\text{s}$ et $24 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pour cette crue, il a été admis que les autres cours d'eau connaissent simultanément une crue de moindre intensité. Ainsi, leurs apports en débits ont été limités, dans le modèle hydraulique, à une situation de crue centennale. Les débits modélisés pour représenter la crue extrême de la Bruche sont présentés sur la figure suivante :

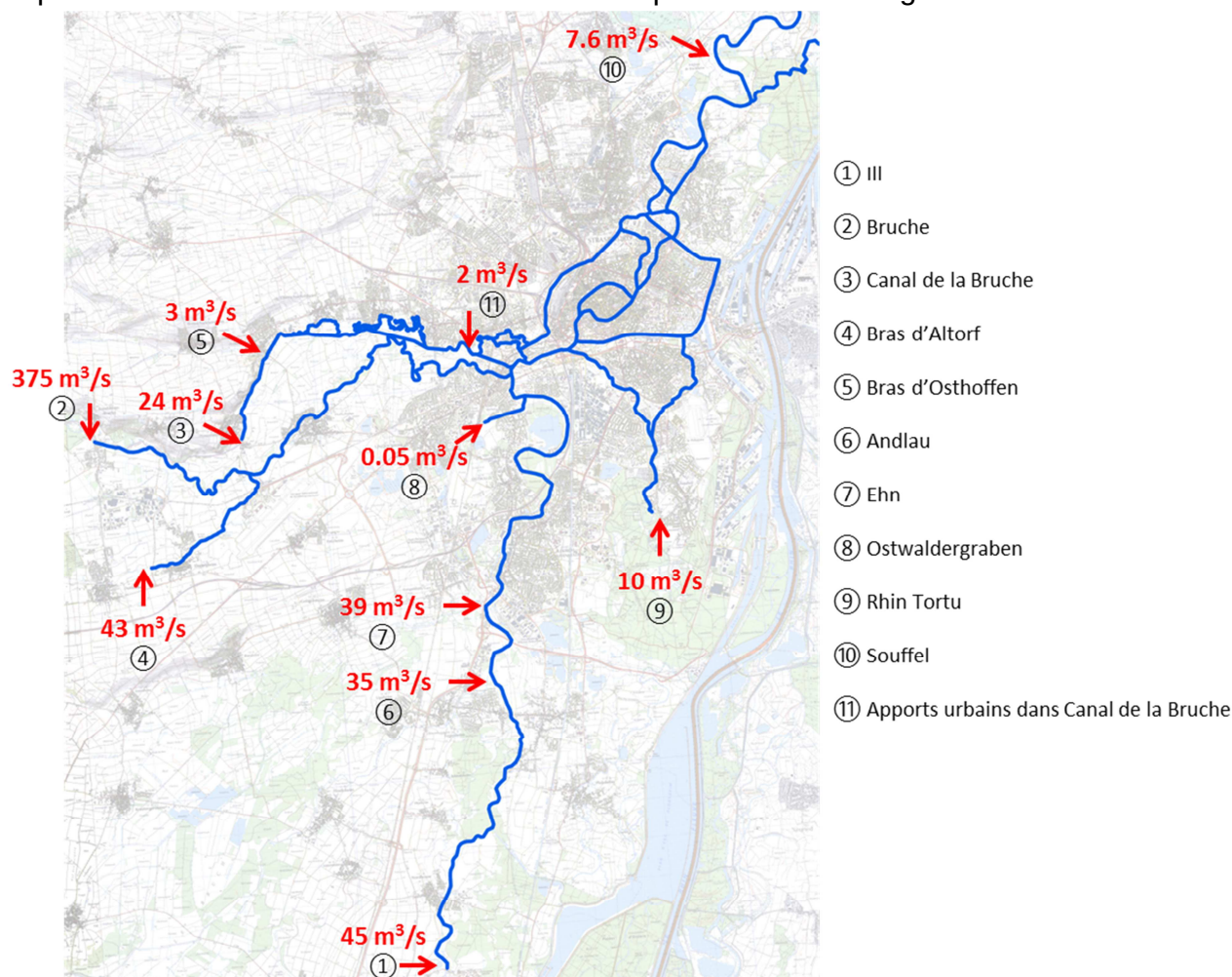


Figure 8 : Débits de pointe instantanée injectés dans le modèle hydraulique pour le calcul des zones inondables en situation de crue extrême de la Bruche et de l'III^{61 62}

Le scénario retenu pour la crue extrême de la Bruche modélise un effacement simultané de tous les ouvrages mentionnés aux paragraphes 4.2.3 pages 35 et 36 et 4.3.3 page 42 (à l'exception de la défaillance du dispositif d'Erstein). Le présent scénario comprend en outre l'effacement :

- de la digue en rive droite du Canal du Muhlwasser à La Robertsau ;
- de la route départementale 223 reliant Strasbourg à La Wantzenau, en rive droite de l'III ;
- des berges rehaussées du canal de la Bruche dans l'intégralité du linéaire de celui-ci au sein du TRI de Strasbourg ;

Comme pour les crues fréquente et moyenne, la défaillance des ouvrages d'Erstein n'est pas considérée pour cet événement crue extrême de la Bruche.

⁶¹ Hormis le cas « défaillance dispositif Erstein » pour la crue extrême de l'III : se reporter à la partie 4.3.1 page 38.

⁶² Document bureau d'études DHI.

4.3. Aléas inondation sur l'III

Le risque de défaillance du dispositif de protection de l'agglomération strasbourgeoise contre les crues de l'III implanté en amont d'Erstein a été pris en compte au titre de la Directive Inondation : compte tenu du dimensionnement de ce dernier, il a été considéré de n'envisager cette défaillance que pour les crues moyenne et extrême de l'III.

Les modalités techniques de cette défaillance sont décrites ci-dessous.

4.3.1 Modalités techniques de prise en compte de la défaillance des ouvrages de protection d'Erstein

Pour caractériser la défaillance des ouvrages de protection d'Erstein dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Inondation en situation de crues moyenne et extrême une prestation spécifique a été confiée au bureau d'études spécialisé ISL : pour l'essentiel cette étude s'est déroulée dans le courant de l'année 2013.

L'objet du travail confié à ISL était d'étudier des hypothèses réalistes de défaillance des ouvrages d'Erstein afin de quantifier les débits susceptibles d'affecter le TRI de l'agglomération strasbourgeoise et permettre ainsi la cartographie des surfaces potentiellement inondables sur ce dernier.

Pour suivre le déroulement de ce travail un comité technique de suivi a été mis en place. Il est composé à l'identique de celui décrit au chapitre 4 en page 27, à l'exception du Port Autonome de Strasbourg qui n'est pas directement concerné par les conséquences d'une défaillance des ouvrages d'Erstein.

4.3.1.1 Descriptif détaillé du dispositif de protection d'Erstein

La régulation du débit provenant de l'III est assurée à Erstein par un dispositif d'ensemble composé des ouvrages suivants :

- barrage de la Steinsau ;
- barrage du Boerschey ;
- canal de décharge de l'III ;
- barrage de la Thumenau ;
- canal de réalimentation de l'III ;
- barrage de Krafft ;
- des digues implantées principalement sur la rive gauche du canal de décharge de l'III.

Le schéma suivant synthétise les différents ouvrages et canaux mis en jeu dans ce dispositif :

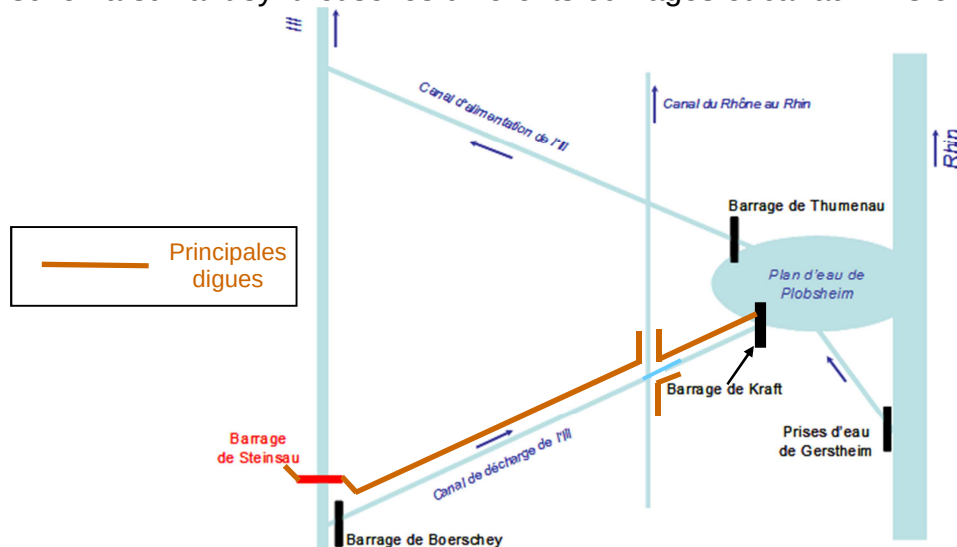


Figure 9 : Schéma de principe de l'ensemble du dispositif de régulation de l'III à Erstein⁶³

⁶³ Document bureau d'études DHI complété DREAL Alsace.

Le plan de situation de la partie sud de ce dispositif qui dérive les débits de l'Ill en crue vers le Rhin est présenté ci-après :

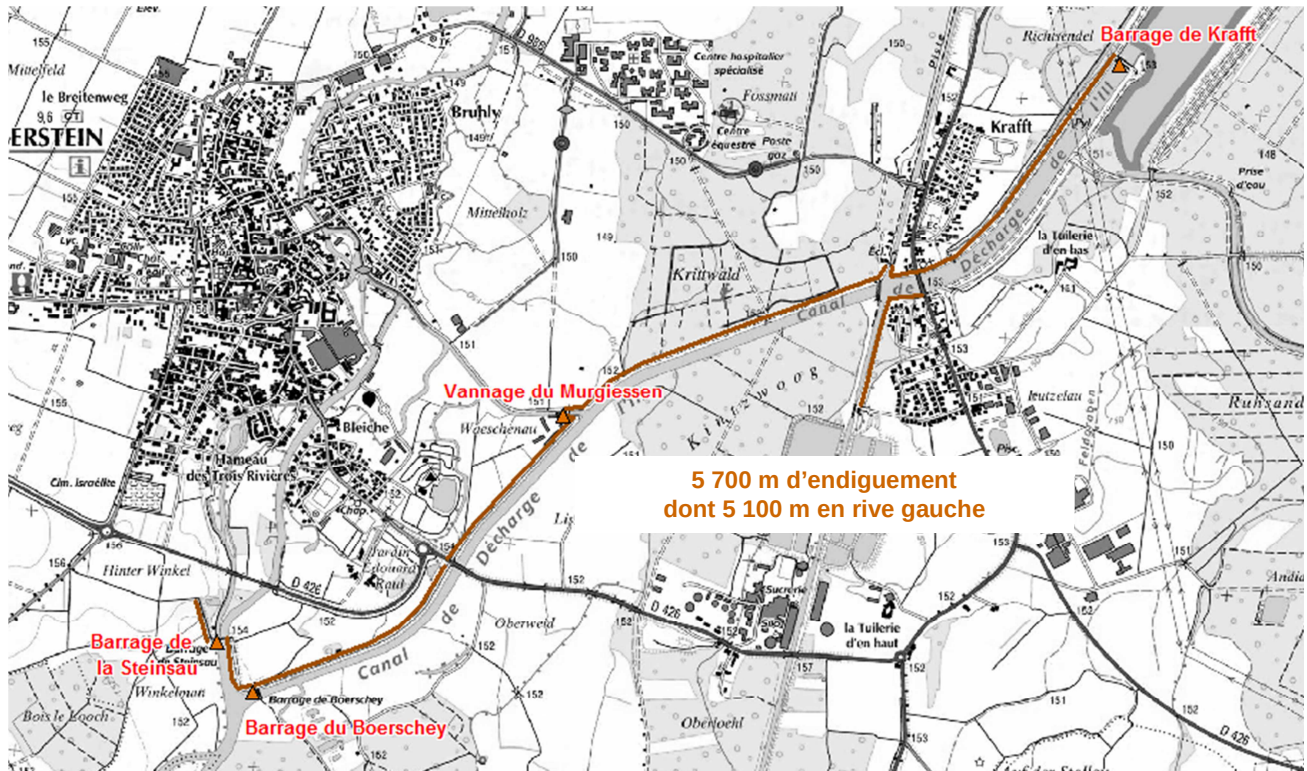


Figure 10 : Plan de situation du dispositif de protection d'Erstein⁶⁴

Durant les épisodes de crues de l'Ill, les digues latérales implantées sur la rive gauche du canal de décharge de l'Ill (d'une longueur totale d'environ 5,1 km) sont sollicitées : leur fonction est d'éviter que les eaux de crues de l'Ill ne s'écoulent vers le nord dans le lit majeur de l'Ill en direction d'Erstein puis de l'agglomération strasbourgeoise, comme cela serait le cas naturellement, mais soient dirigées vers le Rhin via le plan d'eau de Plobsheim.

Ces digues latérales au canal de décharge de l'Ill sont constituées de remblais divers dont la nature exacte n'est pas connue. Leur géométrie est par contre bien établie : leur hauteur moyenne par rapport au terrain naturel côté aval (zone protégée) est toujours supérieure à 2,20 m avec un maximum à 3,75 m pour le tronçon situé en amont immédiat du barrage de Krafft. Leur largeur moyenne est toujours supérieure à 3,50 m, largement supérieure à 15 m pour les tronçons situés entre les barrages du Boerschey et de la Steinsau et à l'amont du barrage de Krafft.

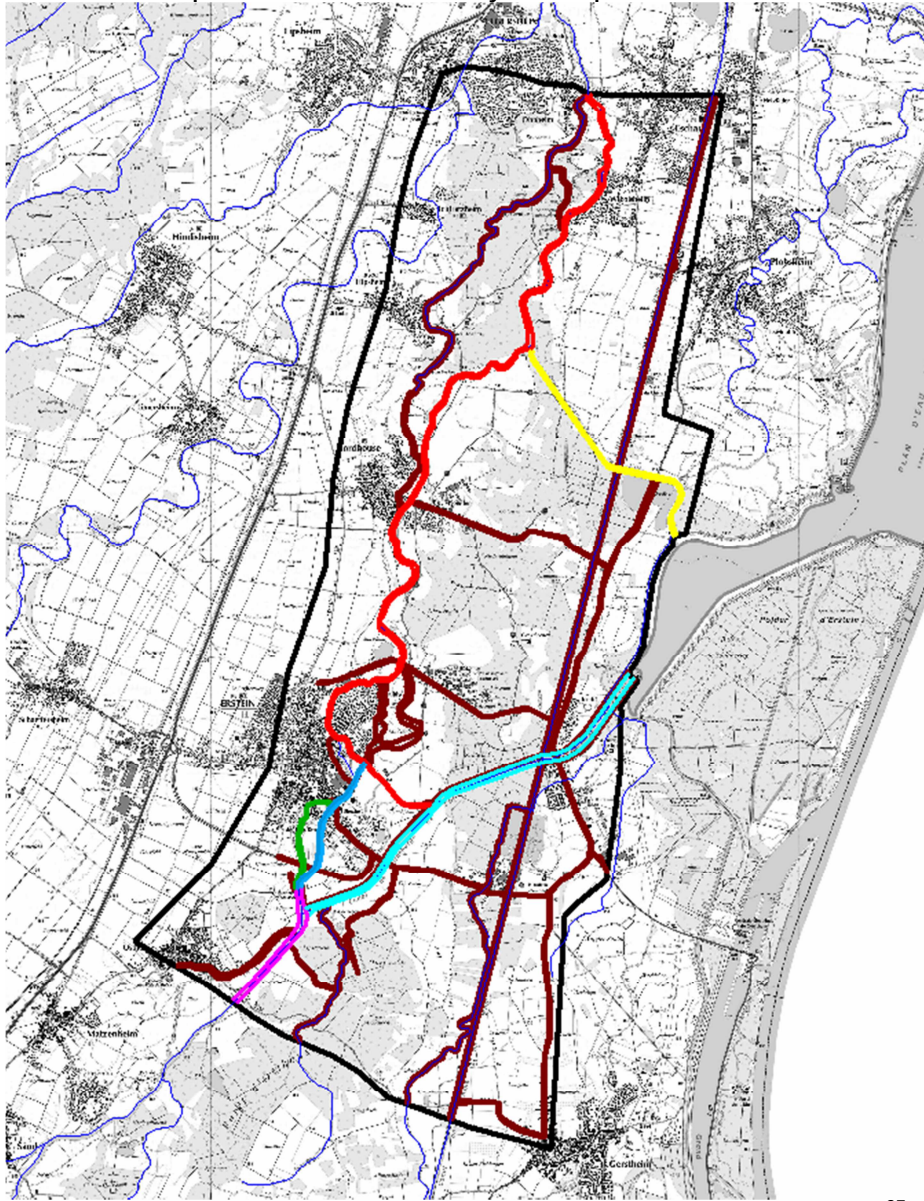
Elles sont jugées **globalement en bon état et correctement entretenues**.

4.3.1.2 Méthodologie suivie pour la prise en compte d'une défaillance du dispositif d'Erstein et principaux résultats

Une analyse fonctionnelle de chaque ouvrage constituant le dispositif a été effectuée dans le but de définir ceux qui participent à la fonction de protection contre les crues. Pour évaluer quantitativement les débits et volumes susceptibles de s'écouler en direction de l'agglomération strasbourgeoise en situation de défaillance de chacun des ouvrages précédemment identifiés, il est nécessaire de disposer d'un outil de modélisation hydraulique. Ce dernier couvre d'une part l'intégralité du linéaire du canal de décharge de l'Ill et d'autre part les quelques 9 km séparant ce dernier de l'entrée du TRI à hauteur Fegersheim/Eschau. Vers l'amont, ce modèle a été étendu jusqu'à hauteur de la commune d'Osthause afin de permettre un recouvrement suffisant avec les données « inondation » issues de l'étude plus générale réalisée par la Région

⁶⁴ Document bureau d'études ISL.

Alsace depuis Colmar-Ladhof jusqu'à Erstein (cf. 4.1.1 page 29). On trouvera ci-après une carte délimitant l'emprise de ce modèle hydraulique :



Carte 12 : Emprise du modèle hydraulique « défaillance Erstein » ⁶⁵

Comme le modèle utilisé plus en aval pour cartographier les surfaces inondables au sein du TRI, celui d'Erstein est un modèle de type bidimensionnel : c'est le logiciel TELEMAC2D, élaboré initialement par EdF, qui a été mis en œuvre ici par le bureau d'études ISL Ingénierie.

La modélisation hydraulique s'est appuyée sur les données topographiques suivantes :

- o données MNT Lidar⁶⁶,
- o profils en long et en travers des digues d'Erstein,
- o plans et schémas détaillés des ouvrages,
- o profils en travers de l'Ill sur tout le linéaire d'étude,
- o profils en travers du canal de décharge jusqu'au barrage de Krafft.

Les données de débits de l'Ill en entrée du dispositif de protection d'Erstein, à la fois en crues extrême (millénale) et moyenne (centennale), ont été reprises du volet « inondation » de l'étude effectuée par le bureau d'études Hydratec pour le compte de la Région Alsace (cf. 4.1.1 page 29). Cette étude a permis de modéliser différentes

⁶⁵ Document : bureau d'études ISL

⁶⁶ Voir note n° 46 en page 30

situations de crues de l'III depuis Colmar-Ladhof jusqu'à Erstein : c'est le logiciel Hydrariv développé par Hydratec qui a été utilisé dans ce cadre. Ainsi au droit de la RD 131 à Osthouse le débit de pointe instantanée d'une crue millénale de l'III est estimé à 1 190 m³/s, il avoisine les 590 m³/s en crue centennale.

Il a été vérifié que sur leurs parties communes, ces 2 modélisations fournissaient des résultats cohérents.

Par ailleurs, pour sa partie située le long du canal de décharge de l'III, la modélisation effectuée par ISL a permis de conclure qu'un défaut dans l'ouverture des vannes des barrages du Boerschey et de Krafft en situation de crues n'aurait aucune incidence sur les crues de l'III à l'entrée du TRI de l'agglomération strasbourgeoise : aussi aucun scénario de défaillance de ces 2 barrages n'a été pris en compte dans la suite de l'étude.

De la même manière, il a été considéré qu'au regard de la localisation des enjeux sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise, l'étude de défaillance des digues du canal de décharge situées à l'est de son croisement avec le canal Rhin-Rhône n'était pas justifiée. Aucun scénario de défaillance n'a donc été pris en compte pour ces digues dans la suite de l'étude.

Au total, ce sont 4 scénarios de défaillance qui ont été modélisés en situation de crue extrême de l'III :

1. barrage de la Steinsau : 2 passes non fermées par leurs vannes dès le début de la crue ;
2. formation d'une brèche d'une largeur de 50 m dans le tronçon de digue du canal de décharge de l'III le plus sollicité en crue extrême (soit environ 200 m en amont du croisement canal de décharge de l'III/canal Rhin-Rhône à hauteur de la forêt dite de la « Krittwald »). Il a été considéré que la brèche se formait sur toute la hauteur de l'ouvrage et ce jusqu'au niveau du terrain naturel côté aval, que sa durée de formation était de 60 minutes et qu'elle intervenait, durant la crue extrême, au moment où des surverses localisées se formaient par dessus la crête de digue ;
3. site du Murgienssen : absence de condamnation des ouvertures des 2 anciennes passes de l'écluse aujourd'hui inusitées ;
4. barrage de la Steinsau : dès le début de la crue, rupture partielle du génie civil formant le barrage (la pile centrale, les 2 vannes adjacentes à celle-ci et la passerelle en surplomb).

Le tableau ci-après résume les résultats des modélisations hydrauliques effectuées pour chacun de ces 4 scénarios à l'amont immédiat du TRI de l'agglomération strasbourgeoise (RD 788 à Nordhouse) en situation de crue extrême.

Ouvrage	Débit à hauteur de Nordhouse
1) Barrage Steinsau : non fermeture de 2 passes	56 m ³ /s
2) Digue Krittwald : formation d'une brèche	211 m ³ /s
3) Murgienssen : non condamnation passes ancienne écluse	96 m ³ /s
4) Barrage Steinsau : effacement partiel du génie civil	111 m ³ /s

Tableau 2 : Récapitulatif des débits issus des scénarios de défaillance du dispositif de protection d'Erstein en situation de crue extrême de l'III

Conformément à la circulaire « Cartographie Directive Inondation » du 16 juillet 2012, c'est le scénario le plus impactant pour le TRI qui a été retenu, à savoir la formation d'une brèche dans la digue rive gauche du canal de décharge de l'III. En crue extrême celui-ci génère un débit de pointe à l'entrée du TRI de l'agglomération strasbourgeoise de 211 m³/s.

Pour la crue moyenne, il ressort des modélisations effectuées selon la même méthodologie, que la défaillance la plus pénalisante concerne un autre tronçon de digue, à savoir celui situé entre la RD 426 et le lieu-dit Murgiesen. Le débit de pointe à l'entrée du TRI de l'agglomération strasbourgeoise issu de ce scénario est de 102 m³/s.

Il convient de rappeler ici qu'à l'amont immédiat du dispositif de protection d'Erstein, les crues extrême et moyenne de l'III sont estimées respectivement à environ 1 200 m³/s et 590 m³/s. Les résultats des modélisations effectuées montrent ainsi que nonobstant une brèche importante dans l'une de ses digues, **ce dispositif reste en mesure de dériver vers le Rhin l'essentiel de la crue** puisque ce sont environ 1 000 m³/s (respectivement 500 m³/s) qui sont toujours conduits vers le fleuve et non pas vers les zones urbanisées protégées au premier rang desquelles les communes d'Erstein et Nordhouse, puis immédiatement en aval, les communes du TRI de l'agglomération strasbourgeoise.

4.3.2 Débordement de l'III en crue fréquente

L'événement fréquent se réfère à une crue trentennale sur l'ensemble du réseau hydrographique modélisé. Le débit de l'III à l'amont du TRI est, pour cette crue, limité à 45 m³/s grâce aux possibilités de régulation offertes par les ouvrages d'Erstein.

Par ailleurs conformément à la circulaire du 16 juillet 2012 précitée et au vu des résultats des modélisations effectuées dans le cadre l'étude conduite par la CUS (cf. 4.1.1 page 29) pour cette crue trentennale de l'III, aucune défaillance d'ouvrages de protection n'a été simulée pour la crue fréquente au titre de la présente cartographie Directive Inondation sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise (cf. aussi Tableau 1 page 7).

Les débits trentennaux pris en compte pour simuler les aléas fréquents de l'III sont exactement identiques à ceux retenus pour la crue trentennale de la Bruche. Ces derniers sont présentés sur la Figure 6 en page 35.

4.3.3 Débordement de l'III en crue moyenne

Pour représenter les aléas liés à un événement moyen sur l'III, plusieurs simulations hydrauliques ont été étudiées.

Comme pour la Bruche et conformément à la circulaire du 16 juillet 2012, la prise en compte des surfaces inondables à l'arrière des ouvrages de protection ou formant obstacle à l'écoulement des crues a été intégrée dans la modélisation relative à la crue moyenne. Le descriptif méthodologique suivi figure au paragraphe 4.2.3 page 35.

Récapitulatif des simulations hydrauliques effectuées :

- simulation avec l'ensemble des ouvrages et infrastructures en place ;
- effacement de la digue en rive droite de l'III au droit de la Grande Mosquée de Strasbourg ;
- effacement de la digue formant l'appui rive gauche du barrage de l'Aar (quartier du Wacken à Strasbourg) ;
- effacement de la digue⁶⁷ formée par la chaussée de l'impasse du Moulin à La Wantzenau ;
- rupture localisée de la route départementale 468 reliant Strasbourg à La Wantzenau en rive gauche de l'III, en amont de l'agglomération de La Wantzenau.

Pour ces simulations, la limitation du débit de l'III à 45 m³/s, grâce aux possibilités de régulation offertes par les ouvrages d'Erstein, a été considérée. Ainsi les débits centennaux pris en compte pour simuler les aléas moyens de l'III sont exactement identiques à ceux retenus pour la crue centennale de la Bruche. Ces derniers sont présentés sur la Figure 7 en page 36.

⁶⁷ Ancienne « digue des hautes eaux » du Rhin.

De plus et comme rappelé plus haut, une défaillance du dispositif d'Erstein en crue moyenne de l'III a également été modélisée. Pour cette simulation un débit de pointe instantanée de $102 \text{ m}^3/\text{s}$ a été injecté dans le modèle hydraulique à l'amont du TRI (à hauteur de Nordhouse)⁶⁸. Ce débit est issu de l'étude spécifique décrite au chapitre 4.3.1 page 38 : voir ci-dessous l'hydrogramme correspondant.

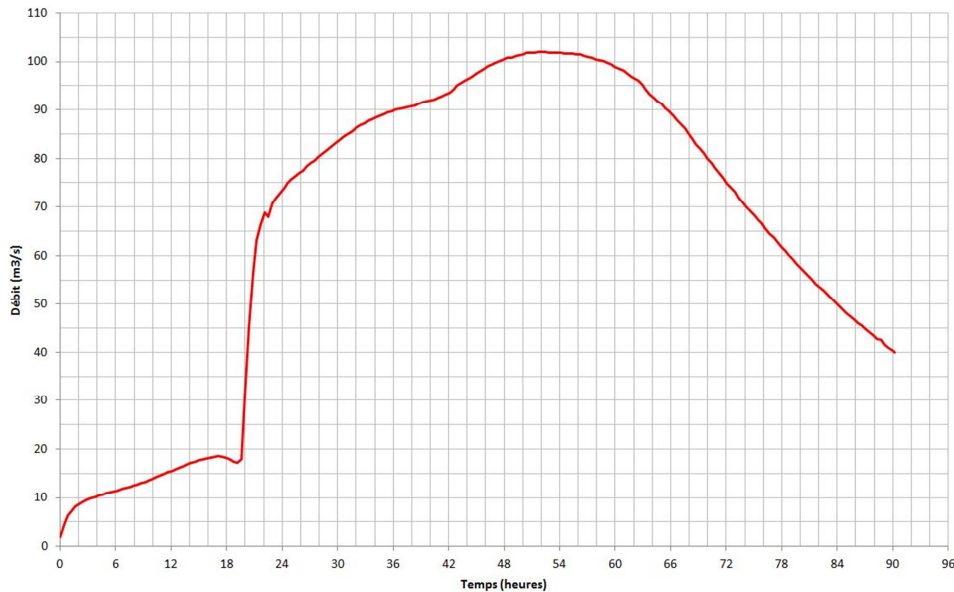


Figure 11 : Hydrogramme de l'III à hauteur de Nordhouse en situation de défaillance du dispositif de protection d'Erstein pour une crue moyenne⁶⁹

Ainsi les débits pris en compte pour cette simulation sur l'ensemble du réseau hydrographique sont représentés sur la figure suivante :

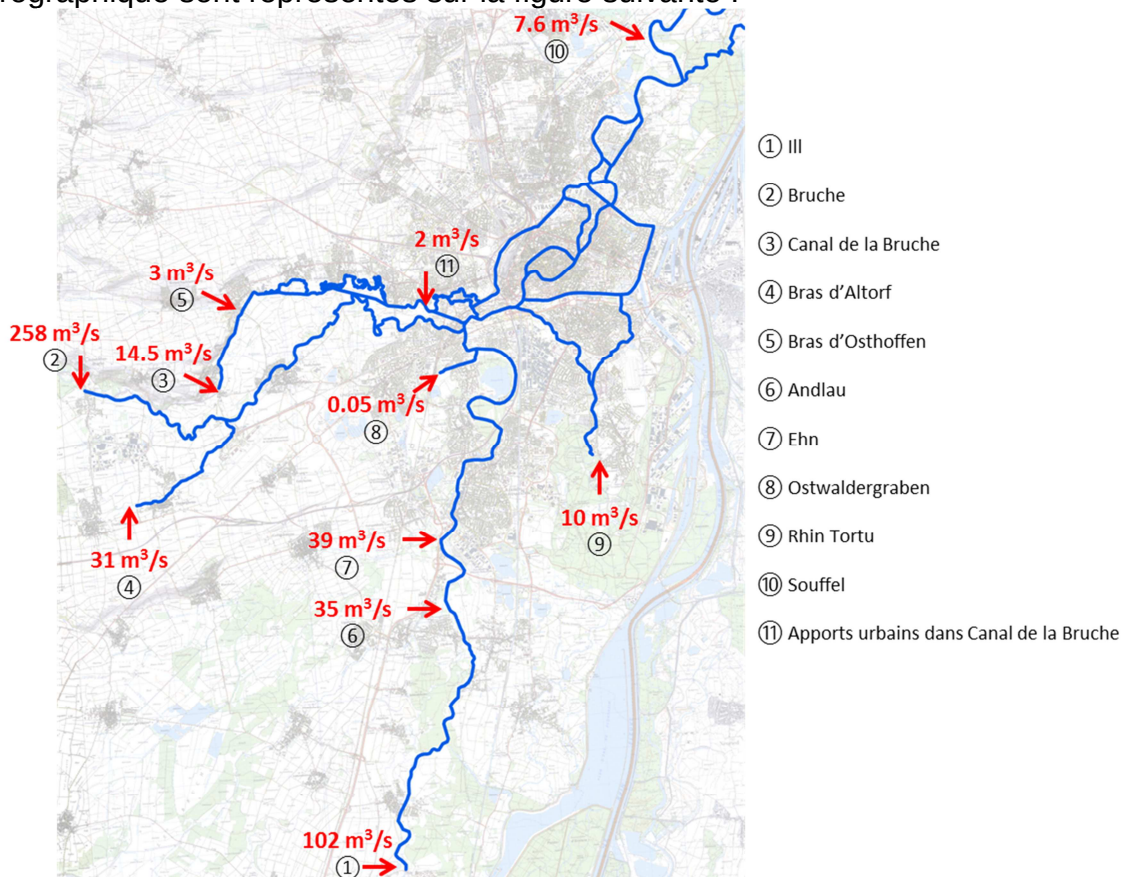


Figure 12 : Débits pris en compte pour le calcul des zones inondables en situation de crue moyenne sur l'III incluant une défaillance sur le dispositif d'Erstein

⁶⁸ Rappel : le débit de pointe instantanée de l'III en crue centennale en amont du dispositif de protection d'Erstein est estimé à environ $590 \text{ m}^3/\text{s}$.

⁶⁹ Document : bureau d'études DHI

4.3.4 Débordement de l'III en crue extrême

Comme rappelé plus haut, la défaillance du dispositif d'Erstein en crue extrême de l'III est à la base de ce scénario. La modélisation correspondante a été effectuée à partir des hypothèses suivantes :

- un débit de pointe instantanée de 211 m³/s a été injecté dans le modèle hydraulique à l'amont du TRI (à hauteur de Nordhouse)⁷⁰. Ce débit est issu de l'étude spécifique décrite au chapitre 4.3.1 page 38 : voir ci-après l'hydrogramme correspondant
- sur le reste du réseau hydrographique, une crue centennale est supposée.

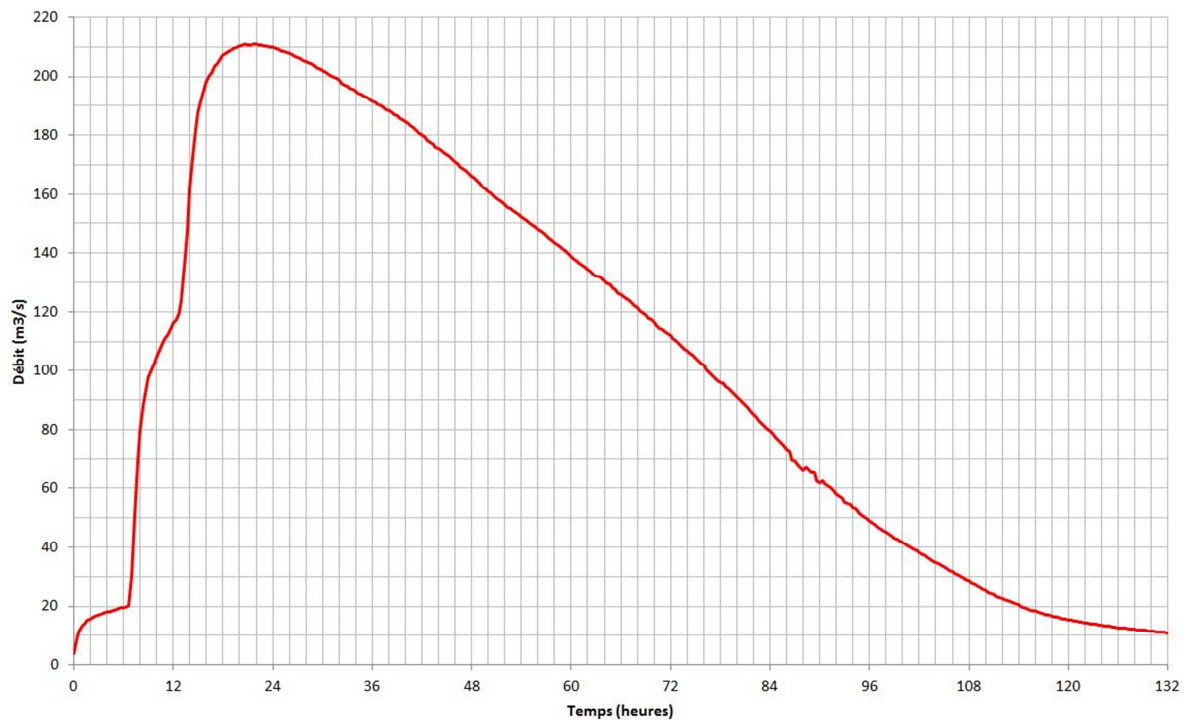


Figure 13 : Hydrogramme de l'III à hauteur de Nordhouse en situation de défaillance du dispositif de protection d'Erstein pour une crue extrême.

Ainsi les débits de pointe instantanée pris en compte pour cette simulation sur l'ensemble du réseau hydrographique sont représentés sur la figure suivante.

⁷⁰ Rappel (cf. 4.3.1 page 38) : le débit de pointe instantanée de l'III en crue millénale en amont du dispositif de protection d'Erstein est de 1190 m³/s.

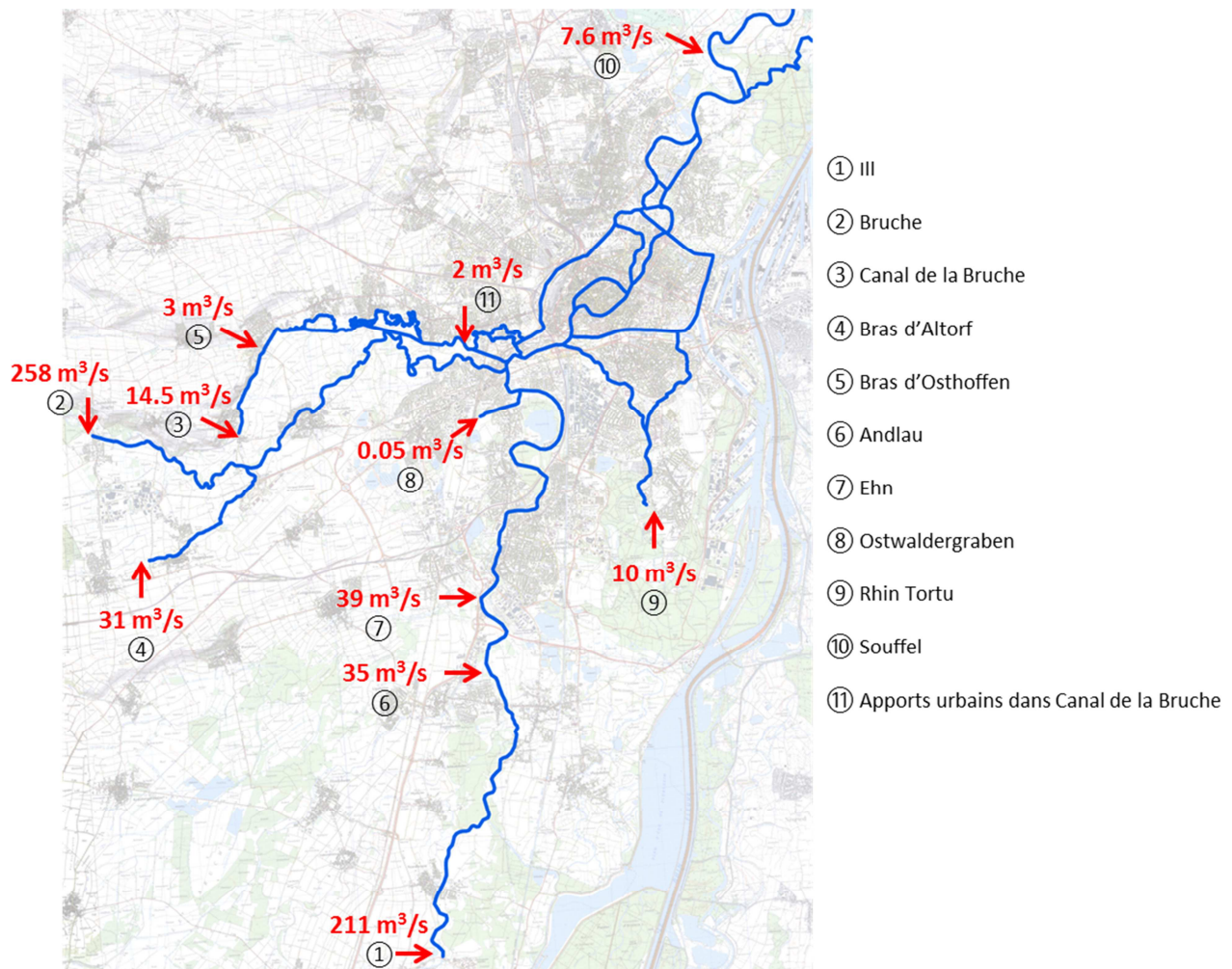


Figure 14 : Débits pris en compte pour le calcul des zones inondables en situation de crue extrême sur l'Ill incluant une défaillance sur le dispositif d'Erstein⁷¹

4.4. Aléas inondation sur le Rhin

Les informations hydrologiques utilisées pour la cartographie « Rhin » sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise sont résumées ci-après. Elles sont issues de l'étude IWG de 2010 (cf. 4.1.1 page 29).

	Débits de pointe instantanée (m³/s)	
	T = 100 ans	T = 1 000 ans
Bief de Gambsheim à l'amont de la Kinzig	5053	5806
Bief de Gambsheim à l'aval de la Kinzig	5096	5857

Tableau 3 : Rappel des hypothèses de débits de pointe instantanée sur le Rhin

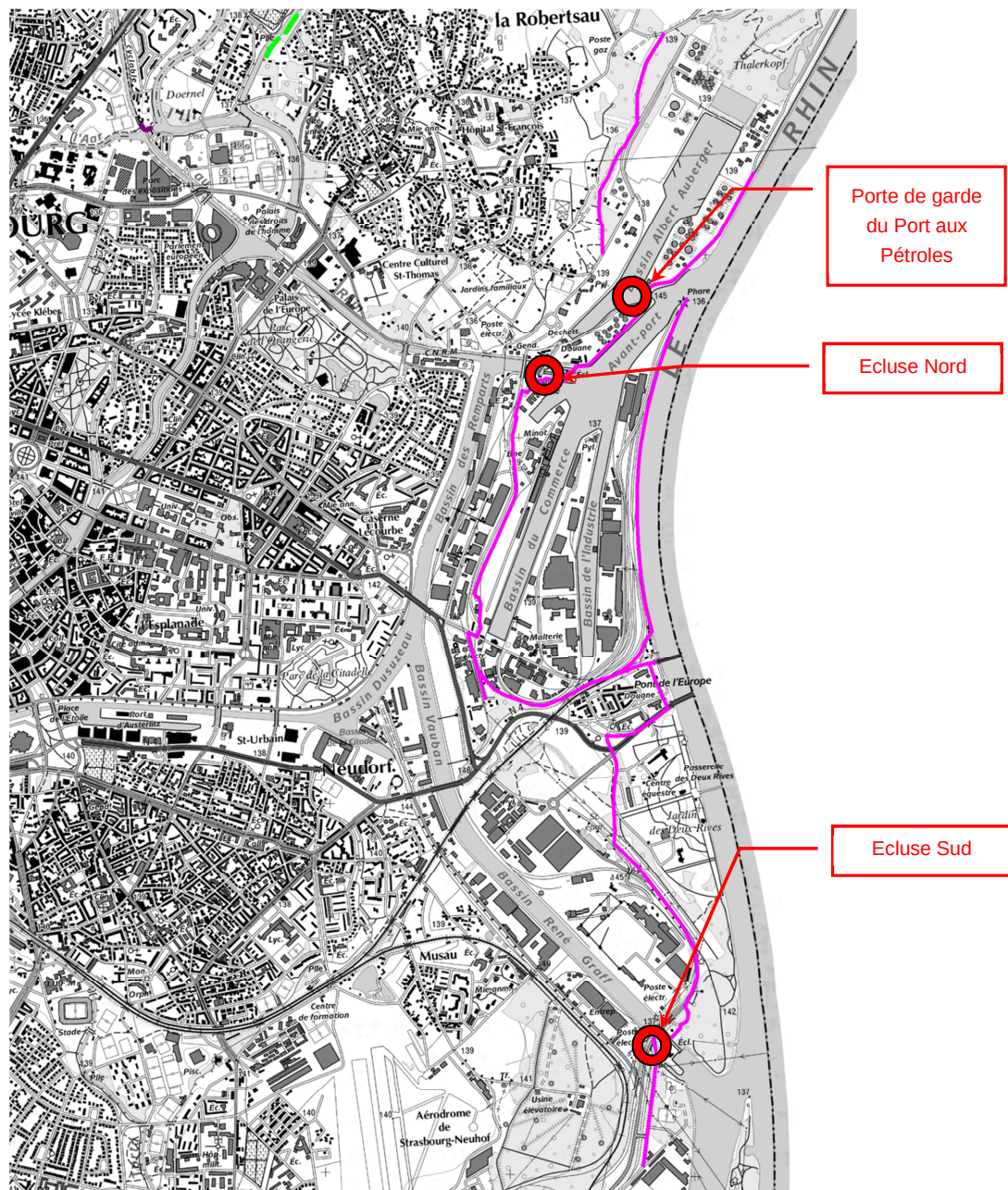
Pour la prise en compte du risque inondation par le Rhin sur l'emprise de l'agglomération dans le cadre de la Directive Inondation, il a été vérifié que :

- les digues de canalisation associées aux aménagements hydroélectriques des biefs de Strasbourg et de Gambsheim étaient dimensionnées pour résister à des crues de périodes de retour supérieures à la crue extrême prise en compte pour la Directive Inondation (soit une crue d'occurrence millénale). En outre, ces ouvrages faisant l'objet d'une réglementation spécifique relative à leur sûreté, leur défaillance n'a pas été envisagée dans le cadre de ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive Inondation ;

⁷¹ Document bureau d'études DHI.

- le dispositif de la « ligne de protection de Strasbourg » présente, hormis les ouvrages mobiles (cf. ci-dessous), des hauteurs de charge faibles (ordre de grandeur 0.5 m) lors des crues extrêmes du Rhin. De plus la géométrie physique des systèmes le composant (souvent des infrastructures larges supportant des routes ou des voies ferrées) rend leur rupture très peu probable sous ces faibles hauteurs de charge. Aussi la défaillance de cette ligne de protection n'a pas été envisagée dans le cadre de ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive Inondation.

Par contre, une analyse de la vulnérabilité spécifique des ouvrages mobiles de « la ligne protection » en situation de crues du Rhin au regard de l'inondabilité de l'agglomération a également été réalisée. Elle concerne les écluses nord et sud et la porte de garde du Port aux Pétroles, dont on trouvera un plan de situation ci-après.



Carte 13 : plan de situation des ouvrages mobiles permettant le transit fluvial entre le Rhin et l'agglomération strasbourgeoise

4.4.1 Les écluses nord et sud

Gérées par le Port Autonome de Strasbourg, ces 2 écluses ont pour vocation première l'exploitation de la navigation. Par ailleurs elles assurent la continuité de la ligne de protection de Strasbourg contre les crues du fleuve. Ainsi, en période de crue, les

portes de ces 2 écluses sont fermées dès lors que la navigation sur le bief de Gambenheim est interrompue.

Au terme de la présente étude, considérant les informations fournies par le Port Autonome de Strasbourg et la redondance fonctionnelle offerte par la présence, comme sur toute écluse d'une porte amont (côté fleuve) doublée d'une porte aval (côté ville), **aucun scénario de défaillance** dans le dispositif de fermeture en crue de ces 2 ouvrages **n'a été envisagé**. De plus il a été vérifié qu'en situation de crue extrême les niveaux du Rhin n'étaient pas suffisamment élevés pour se déverser par-dessus les portes dont sont équipées chacune de ces 2 écluses.



« Porte côté Rhin » du sas nord de l'écluse nord avec vue vers le Rhin



« Porte côté ville » du sas nord de l'écluse nord avec vue vers le canal Marne au Rhin



« Porte côté Rhin » de l'écluse sud avec vue vers le Rhin



« Porte côté ville » de l'écluse sud avec vue vers le bassin René Graff

4.4.2 La porte de garde du Port aux Pétroles

Gérée par la Direction Territoriale de Strasbourg de Voies Navigables de France, cet ouvrage mobile a été conçu et construit dans les années 1980 afin de parfaire l'efficacité de la ligne de protection de Strasbourg au droit du Port aux Pétroles. Cette porte de garde présente la particularité, contrairement à la quasi-totalité des autres ouvrages hydrauliques, d'être entièrement amovible : en dehors des périodes où sa mise en place s'avère nécessaire, elle est en effet stationnée à proximité du Port aux Pétroles sur les rives du bassin Louis Armand. Lors des fortes crues du Rhin, elle est mise en place sous le pont Jean Millot pour éviter que les eaux du fleuve en crue ne viennent submerger les quais du bassin du Port aux Pétroles.

D'une hauteur d'environ 9 mètres et d'une largeur d'environ 15 mètres, sa mise en place se révèle particulièrement complexe et délicate. Elle nécessite notamment :

- l'intervention préalable d'une équipe de plongeurs subaquatiques afin de procéder au nettoyage de sa surface d'appui dans le fond du chenal reliant le Rhin (avant-port Nord) et le bassin du Port aux Pétroles ;

- la réquisition d'un bateau pousseur pour transférer la porte de son lieu de stationnement vers son emplacement fonctionnel sous le pont Jean Millot ;
- une maîtrise de la fenêtre temporelle d'intervention : la pose est délicate si elle intervient trop tôt (niveau du Rhin trop bas) ou trop tard durant la phase de montée de la crue (niveau du Rhin trop élevé) ;
- la mobilisation d'une équipe de personnel aguerrie et entraînée aux particularités d'un enchaînement de manœuvres techniques relativement pointues.

Malgré sa complexité, la procédure d'installation de la porte de garde a été fiabilisée au cours du temps grâce à un entretien régulier de l'ouvrage ainsi qu'à la réalisation de manœuvres tests.

La porte de garde du Port aux Pétroles demeure toutefois un ouvrage rhénan dont la fiabilité de mise en place est considérée comme relativement incertaine : aussi face à ce constat, il a été convenu, dans le cadre de la Directive Inondation, que le scénario de défaillance le plus probable en cas de crue extrême du Rhin était l'impossibilité de sa mise en place et par suite d'étudier les conséquences de cette absence de porte de garde sur l'inondabilité des secteurs de l'agglomération situés à l'aval de celle-ci.

Les photographies suivantes (source VNF) illustrent les principales étapes nécessaires à la mise en place de la porte.



Approche de la porte de garde dans la passe du bassin du Port aux Pétroles



Accrochage de la porte de garde -
vue depuis le Port aux Pétroles



Début de ballastage⁷² et d'immersion
de la porte de garde



Fin de ballastage et d'immersion
de la porte de garde

Au droit de la porte de garde c'est le niveau millénal du Rhin, issu des résultats du modèle VALITEC (cf.4.1.2.2 page 33), qui a été retenu pour simuler la défaillance de

⁷² Le ballastage consiste à emplit d'eau les volumes intérieurs de la porte de garde afin qu'elle « coule » progressivement et trouve ainsi son emplacement définitif.

l'ouvrage en crue extrême. Pour ce niveau du Rhin en crue extrême, et en l'absence de mise en place de la porte de garde, des débordements sur une hauteur d'environ 60 cm se produiraient sur les quais du bassin Auberger.

Pour cette simulation une crue d'occurrence centennale a été supposée sur le reste du réseau hydrographique du TRI. Ainsi les débits pris en compte sont schématisés sur la figure suivante :

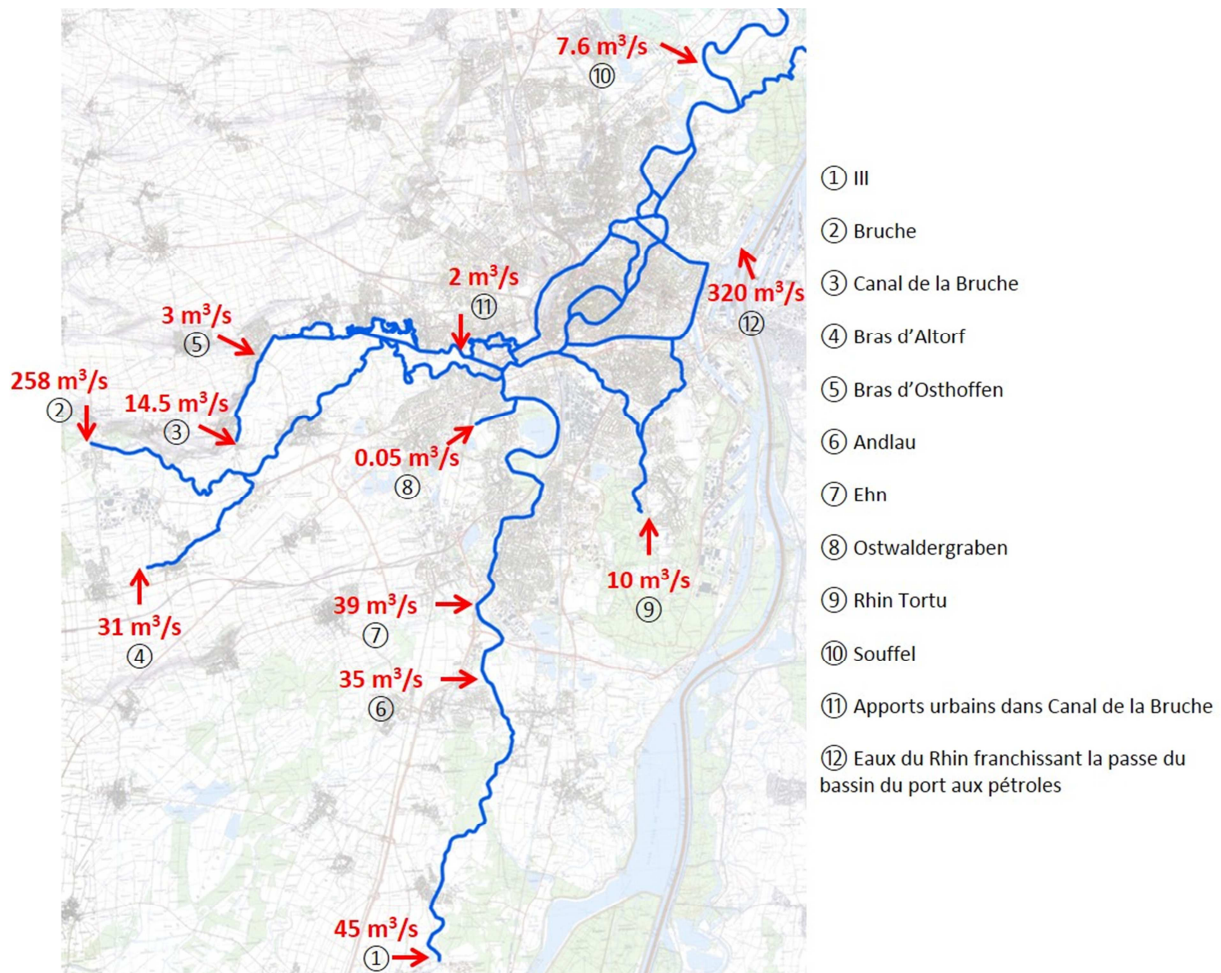


Figure 15 : Débits pris en compte sur le TRI pour le calcul des zones inondables en situation de crue extrême sur le Rhin

Il ressort des résultats de modélisation, que dans le scénario « crue extrême du Rhin et absence de la mise en place de la porte de garde », le débit débordant vers l'ouest du bassin Auberger - et donc vers l'agglomération strasbourgeoise - atteindrait en pointe une valeur d'environ 300 m³/s, avec des vitesses d'écoulement en pointe proches de 5 m/s dans la passe à l'entrée du bassin du Port aux Pétroles qui accueille normalement la porte de garde.

La défaillance de la mise en œuvre de la porte de garde du Port aux Pétroles a également été étudiée par la crue moyenne du Rhin : il ressort de la modélisation correspondante que, pour ce scénario, les débordements sont très localisés autour des bassins du Port aux Pétroles et que l'inondation pourrait facilement être contenue pour éviter qu'elle ne se propage à l'arrière des infrastructure portuaires en stoppant les écoulements au niveau de la voie de chemin de fer parallèle à la rue de Rouen. Il a donc été décidé de ne pas cartographier ce scénario dans le cadre de ce premier cycle de mise en œuvre de la Directive Inondation sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise.

5. Éléments communs aux études aléas Bruche, Ill et Rhin

5.1. Limites et incertitudes des résultats obtenus

Les modélisations ont été réalisées conformément à l'état de l'art en la matière. Les résultats obtenus présentent néanmoins certaines limites et incertitudes détaillées ci-après.

Dans un premier temps, les résultats présentent des incertitudes liées aux données topographiques. On peut estimer à environ +/- 20 cm l'incertitude liée à ces données.

Outre ces incertitudes, il faut rappeler que les résultats ont été obtenus à partir de modèles hydrauliques complexes. Les incertitudes liées à la méthode de calcul sont d'autant plus faibles que la modélisation représente bien les écoulements réels.

Cette fiabilité dans la représentation des écoulements est notamment liée à la précision du calage des modèles. Notons que le modèle hydraulique mis en place sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise s'est basé sur un événement unique : la crue de février 1990 dont la période de retour est estimée à 30 ans. L'utilisation de plusieurs événements de crue pour la réalisation du calage pourrait améliorer la justesse et la robustesse de la représentation du modèle. Le calage du modèle sur l'événement de 1990 représente bien les écoulements réellement observés.

Cependant, une incertitude est liée au fait que ce calage est réalisé pour des crues pouvant être très inférieures aux crues simulées. Ainsi, les coefficients de « rugosité hydraulique » des terrains, retenus pour la crue de 1990, peuvent ne pas correspondre aux coefficients qui seraient effectivement observés lors de crues beaucoup plus fortes, ce qui peut être notamment le cas dans les secteurs où le calage a été réalisé sur de faibles hauteurs d'eau. Ces incertitudes sont très difficilement quantifiables.

Ces remarques concernant le modèle principal décrit au 4.1.2.1 page 30 valent également pour ce qui est du modèle utilisé pour réaliser les cartographies sur le Rhin décrit au 4.1.2.2 page 33.

Par ailleurs, des incertitudes peuvent être liées à la détermination des débits de crue centennaux et millénaux. En effet, de tels débits n'ont jamais été mesurés sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise. Ils sont issus d'ajustements statistiques dont l'incertitude dépend des chroniques de débits et de pluies disponibles. Dans le cas du TRI de l'agglomération strasbourgeoise, les chroniques utilisées sont de 41 ans pour la station hydrométrique de Holtzheim-Oberschaeffolsheim. Généralement, les incertitudes en hydrologie sont de l'ordre de 20% pour la crue centennale et supérieures pour la crue millénaire.

5.2. Représentation de l'aléa sur les cartes de surfaces inondables

Sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise, il a été décidé de représenter les surfaces inondables de la Bruche, de l'Ill et du Rhin de manière globale et ce pour chaque niveau de crue (fréquente, moyenne et extrême).

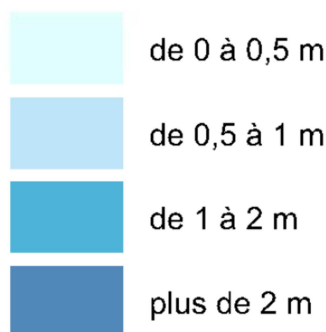
5.2.1 Classes de hauteurs d'eau

Comme demandé par la circulaire du 16 juillet 2012, les cartes de surfaces inondables doivent représenter a minima la hauteur d'eau pour quantifier l'aléa pour les différents scénarios de crues représentés.

Aussi cette hauteur d'eau a été établie par soustraction entre les cotes d'eau calculées en tout point du modèle⁷³ et la cote altimétrique au sol de chacun de ces points telle qu'elle est issue du modèle numérique de terrain (MNT) disponible.

⁷³ En chaque point, la hauteur retenue correspond à la valeur maximale issue des différentes simulations effectuées pour chacune des crues considérées (fréquente, moyenne et extrême).

Conformément à la circulaire précitée les hauteurs d'eau obtenues sont ensuite organisées en plusieurs classes, définies ci-après :



**Figure 16 : Classes de hauteurs d'eau retenues pour la cartographie sur le TRI
« agglomération strasbourgeoise »**

Par ailleurs, les surfaces inondables issues des seules simulations de défaillance des ouvrages de protection d'Erstein ne sont pas représentées en classes de hauteurs d'eau, mais selon une trame particulière indifférenciée quelle que soit la hauteur d'eau atteinte. Celle-ci est représentée ci-après :

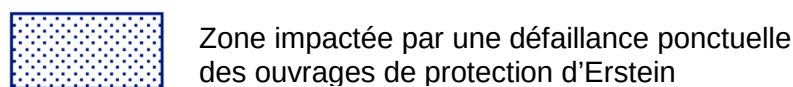


Figure 17 : Représentation particulière de la zone impactée par une défaillance ponctuelle des ouvrages de protection d'Erstein⁷⁴.

De la même manière, une représentation particulière a été choisie pour les zones de rétention associées à la gestion dynamique des crues du Rhin sur les sites du polder d'Erstein et de l'île du Rohrschollen.

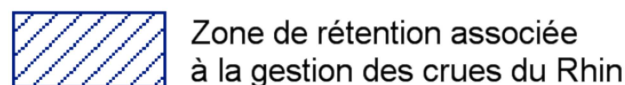


Figure 18 : Représentation particulière des zones de rétention associées à la gestion dynamique des crues du Rhin⁷⁵.

5.2.2 Crue fréquente

La cartographie de la crue fréquente (de période de retour 30 ans) repose sur les résultats issus des simulations sur la Bruche et l'Ill, évoquées dans les paragraphes 4.2.2 et 4.3.2. La crue fréquente du Rhin n'a pas été cartographiée considérant qu'elle n'engendre pas de dégâts significatifs dans l'emprise du TRI de l'agglomération strasbourgeoise.

5.2.3 Crue moyenne

La cartographie de la crue moyenne (de période de retour 100 ans) repose sur les résultats issus des simulations sur la Bruche, l'Ill et le Rhin, évoquées dans les paragraphes 4.2.3 (page 35), 4.3.3 (page 42) et 4.4 (page 45).

5.2.4 Crue extrême

La cartographie de la crue extrême (crue millénale avec défaillance des ouvrages faisant obstacle à l'écoulement) repose sur une compilation des résultats issus des simulations sur la Bruche, l'Ill et le Rhin, évoquées dans les paragraphes 4.2.4 (page 37), 4.3.4 (page 44) et 4.4.2 (page 47).

⁷⁴ A noter que cette trame particulière figure également sur les cartes de synthèse des surfaces inondables et sur les cartes de risques : sur ces 2 types de cartes, elle prend une couleur verte.

⁷⁵ A noter que cette trame particulière figure également sur les cartes de synthèse des surfaces inondables et sur les cartes de risques : sur ces 2 types de cartes, elle prend une couleur verte.

6. Cartes des risques sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise

Le risque correspond au croisement de l'aléa et des enjeux impactés. Il est d'autant plus important, pour un même aléa, que les enjeux touchés sont nombreux et vulnérables. Ainsi, pour évaluer le risque inondation sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise, les enjeux ont été représentés, et pour certains quantifiés, dans les surfaces inondables et ce pour les trois niveaux de crue prévus par la Directive Inondation.

6.1. Enjeux représentés

Les conséquences négatives potentielles des inondations sont représentées sur la carte des risques au moyen des paramètres suivants :

- Le nombre indicatif d'habitants,
- Les types d'activités économiques et le nombre approximatif d'emplois impactés,
- Les installations polluantes au titre de la pollution de l'environnement au sens de la Directive dite IPPC (pour « Integrated Pollution Prevention and Control »)⁷⁶, ainsi que les stations de traitement des eaux usées (STEU)⁷⁷ de plus de 2 000 Eqh (Eqh =équivalents habitants),
- Les établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise.

6.1.1 Bases de données mobilisées

Les données utilisées pour l'analyse des enjeux et leur représentation cartographique s'appuient sur deux origines principales :

A) les bases de données nationales suivantes :

- un maillage du territoire (semis de points) élaboré par le réseau scientifique et technique du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, à partir des informations de l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economique), représentant un nombre d'habitants et une fourchette d'emplois,
- la BD Topo v2 de l'IGN pour les surfaces d'activités économiques et les établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise,
- la base S3IC⁷⁸ (Gestion Informatique des Données des Installations Classées) pour les IPPC, les ICPE⁷⁹ et les installations SEVESO,
- la Base de Données sur les Eaux Résiduelles Urbaines (BDERU)⁸⁰ pour les Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU),
- les données issues du rapportage de la Directive Cadre sur l'Eau⁸¹ à l'Union Européenne pour les zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes (IPPC et STEU). Ces informations, non représentées sur les cartes, sont néanmoins reprises dans la base de données géolocalisées attachée à la connaissance du risque sur chaque TRI.

⁷⁶ Directive 2010/75/UE du 24/11/10.

⁷⁷ Ou stations d'épuration.

⁷⁸ Base de données suivie par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

⁷⁹ ICPE = installation classée pour la protection de l'environnement.

⁸⁰ Base de données suivie par le ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

⁸¹ Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000.

B) les bases de données locales :

Afin d'améliorer la précision des enjeux pris en compte, les services de la DREAL Alsace se sont rapprochés des services spécialisés de la Communauté Urbaine de Strasbourg, du Conseil Général Bas-Rhin et de la Région Alsace dans le but de compiler et, le cas échéant, compléter les bases de données nationales. La validation finale des enjeux pris en compte a été réalisée par la DREAL Alsace.

A noter que **les enjeux sont uniquement représentés dans la zone inondable**, à l'exception des établissements utiles à la gestion de crise et des infrastructures de transport (autoroute, quasi-autoroute, route principale, voie ferrée principale).

Par ailleurs, à l'échelle du bassin Rhin-Meuse, une doctrine d'exploitation des bases de données a été élaborée de façon à aboutir à un socle commun d'enjeux représentés sur les cartes des risques. Une concertation sur cette doctrine a été menée dans le cadre des instances du Comité de Bassin.

Il en résulte la représentation des enjeux suivants :

1. Estimation de la population permanente en zone inondable

Il s'agit d'une évaluation de la population permanente présente dans les différentes surfaces des scénarios d'inondation, au sein de chaque commune du TRI. Celle-ci a été établie à partir d'un semi de points discrétisant l'estimation de la population légale INSEE (valeurs 2010) à l'échelle de chaque parcelle.

L'estimation des populations est présentée, pour chaque commune du TRI, dans un encart figurant sur les cartes de risque dans l'atlas cartographique.

2. Estimation des emplois en zone inondable

Il s'agit d'une évaluation du nombre d'emplois présents dans les différentes surfaces des scénarios d'inondation, au sein de chaque commune du TRI.

L'estimation du nombre d'emplois est présentée, pour chaque commune du TRI, dans un encart figurant sur les cartes de risque dans l'atlas cartographique.

3. Bâtiments dans la zone inondable

Seuls les bâtiments inclus, au moins en partie, dans une des surfaces inondables, sont représentés sur les cartes de risques.

Les données « bâtiments » sont issues de la BDTopo de l'I.G.N. Il s'agit de l'ensemble des bâtiments de plus de 20m² (habitations, bâtiments industriels, bâtis remarquables, ...).

4. Types d'activités économiques dans la zone inondable

Il s'agit de surfaces décrivant un type d'activité économique inclus, au moins en partie, dans une des surfaces inondables.

Cette information est issue de la BDTopo de l'I.G.N et a été complétée sur le TRI de l'agglomération strasbourgeoise à partir des données géolocalisées mises en ligne par la Communauté Urbaine de Strasbourg⁸². Elle tient compte des zones d'activités commerciales et industrielles, des zones de camping ainsi que des zones portuaires ou aéroportuaires.

5. Installations polluantes

Deux types d'installations polluantes sont pris en compte : les IPPC et les stations de traitement des eaux usées.

- Les IPPC sont les ICPE (installations classées pour la protection de l'environnement), définies par la directive IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), visées à l'annexe I de la directive 2010/75/UE du Parlement

⁸² <http://www.strasbourg.eu/fr/ma-situation/professionnel/open-data/donnees/referentiel-geographique-open-data>

européen et du Conseil relative aux émissions industrielles. Il s'agit d'une donnée établie par les DREAL, collectée dans la base S3IC, pour les installations situées dans une des surfaces inondables du TRI.

- Les stations de traitement des eaux usées⁸³ (STEU) prises en compte sont les installations de plus de 2 000 équivalents-habitants présentes dans une des surfaces inondables du TRI. Les données relatives à ces stations, y compris leur localisation, sont issues de la base de données nationale « BDERU ».

6. Établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise, notamment les établissements recevant du public

Il s'agit d'enjeux situés dans une des surfaces inondables et appartenant à l'une des catégories suivantes (sauf précision contraire ces informations sont issues de la BDTopo de l'IGN) :

- *les bâtiments utiles pour la gestion de crise* (centres de décisions, centres de sécurité et de secours) référencés « établissements utiles à la gestion de crise ». Sont concernés : les casernes de pompiers, les gendarmeries, les mairies, les postes et hôtels de police, les préfectures, les centres Météo-France⁸⁴, les postes de gestion du trafic routier, et les Services de Prévision des Crues ;
- *les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation*, ils sont référencés dans : « hôpital, structure hébergeant des personnes sensibles », « maison de retraite », « crèche, halte-garderie », « établissements d'enseignement », « camping, aire d'accueil des gens du voyage », « prison ». Sont concernés sous l'appellation :
 - o « hôpital, structure hébergeant des personnes sensibles » : les établissements de santé (hôpital, clinique, centre de rééducation...) et les structures pour personnes en situation de handicap,
 - o « établissement d'enseignement » : les écoles maternelles, primaires, collèges et lycées⁸⁵.
- *les réseaux et installations utiles pour la gestion de crise*, ils sont référencés dans : « gares », « aéroport » (cette catégorie recense les aéroports et les aérodromes), « autoroute, quasi-autoroute », « route, liaison principale », « voie ferrée principale » ;
- *les établissements ou installations susceptibles d'aggraver la gestion de crise*, ils sont référencés dans : « installation d'eau potable⁸⁶ », « poste électrique » et « autre établissement sensible à la gestion de crise ». Sont représentés sous l'appellation :
 - o « installation d'eau potable » : les installations de captage et pompage pour production d'eau potable, les usines de traitement des eaux, les réservoirs d'eau, les châteaux d'eau et les stations de relèvement
 - o « autre établissement sensible à la gestion de crise » : les installations SEVESO, les installations nucléaires de base (INB) et certaines installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) qui, si elles étaient inondées, compliqueraient la gestion de crise : installations portant sur la chaîne de collecte et de traitement des déchets, installations de production d'électricité...

⁸³ Elles sont appelées « station d'épuration » dans la légende accompagnant les cartes de risque.

⁸⁴ Centres Météo-France : localisés par la DREAL Alsace.

⁸⁵ Collèges et lycées : données fournies respectivement par le Conseil Général du Bas-Rhin et le Conseil Régional d'Alsace.

⁸⁶ A partir des données fournies par l'Agence Régionale de Santé (ARS).

6.1.2 Limites et incertitudes

En ce qui concerne le nombre d'habitants et d'emplois, les incertitudes des méthodes de calcul ne permettent pas d'afficher de résultat sous les seuils de 20 habitants et 50 emplois. Par contre:

- si une commune n'est pas touchée par l'aléa, alors la valeur « 0 » est indiquée dans l'encart.
- si un aléa n'est pas cartographié, alors l'indication « NR » pour « Non Renseigné » apparaît dans la partie de l'encart se rapportant à cet aléa.

Pour préserver la lisibilité des cartes, les choix suivants ont été faits :

- les surfaces d'activités économiques ne représentent pas les zones d'activités futures et les zones agricoles (y compris les serres, bâtiments d'élevage, silos, étables, etc..).
- le patrimoine culturel n'est pas représenté.

De manière générale, les enjeux représentés sur ces cartes ne sont pas exhaustifs et ne sont valables qu'à la date d'élaboration des cartes (et/ou à la date d'établissement de la version de chacune des bases de données utilisées). Des études complémentaires ont vocation à être menées dans les années à venir pour mettre à jour ou compléter les enjeux recensés dans les différentes surfaces inondables.

6.2. Analyse des enjeux

Les analyses conduites⁸⁷ permettent notamment de mettre en évidence les enjeux suivants à l'échelle globale du TRI⁸⁸ :

6.2.1 Population et emplois

	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Débordements de la Bruche, de l'Ill et du Rhin	3 400	17 100	75 200

**Tableau 4 : Estimation de la population en zone inondable
(nombre d'habitants arrondi à la centaine)**

	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Débordements de la Bruche, de l'Ill et du Rhin	2 600	13 700	38 700

**Tableau 5 : Estimation du nombre d'emplois en zone inondable
(arrondi à la centaine)**

⁸⁷ L'ensemble des calculs figurant dans ce chapitre ont été effectués par traitement de données géolocalisées par la DREAL Alsace (Unité SIG - service CEDD).

⁸⁸ Sauf mention contraire, les données figurant dans ce chapitre n'intègrent pas le décompte des enjeux situés au sein des zones qui seraient impactées par une défaillance ponctuelle des ouvrages de protection d'Erstein

6.2.2 Enjeux ponctuels

Débordements de la Bruche, de l'Ill et du Rhin	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Hôpital, hébergement personnes sensibles	1	1	5
Maison de retraite	1	4	12
Crèche, Halte-Garderie	0	3	26
Etablissement d'enseignement	3	4	33
Camping, Aire accueil	1	2	4
Prison	0	0	1
<i>Caserne de pompiers</i>	1	2	4
<i>Gendarmerie/Police</i>	1	2	5
<i>Mairie</i>	1	2	2
<i>Autre établissement utile à la gestion de crise</i>	0	0	1
Gare, arrêt ferroviaire	0	0	0
Installation « eau potable »	1	2	3
Poste électrique	1	3	8
Etablissement IPPC et/ou SEVESO	0	0	10
Station d'épuration	0	0	0
Enjeux d'intérêt local	0	1	2

Tableau 6 : Estimation, par catégorie, du nombre d'enjeux ponctuels impactés
(en italique les bâtiments utiles à la gestion de crise)

6.2.3 Infrastructures linéaires de transport

Débordements de la Bruche, de l'Ill et du Rhin	Crue fréquente		Crue moyenne		Crue extrême	
	nb	Infrastructure	nb	infrastructure	nb	infrastructure
Autoroute et quasi-autoroute		Aucune		Aucune	2	• A35 (vers porte de Schirmeck) • A350 (échangeur place de Haguenau)
Route principale	1	RD 400 vers aéroport	2	• RD 400 vers aéroport • RD 468 vers la Wantzenau	4	• RD 400 (aéroport) • N4 (entre Heyritz et Neudorf) • RD 468 • Echangeur routier de la place d'Haguenau
Voie ferrée	1	• Ligne « vallée de la Bruche » à hauteur de la gare de Holtzheim	2	• Ligne « vallée de la Bruche » à hauteur de la gare de Holtzheim • Ligne Strasbourg-Haguenau à La Wantzenau	3	• Ligne « vallée de la Bruche » en plusieurs sites entre Entzheim et Holtzheim • Ligne Strasbourg-Haguenau à La Wantzenau • voie tram B coupée à Schiltigheim et Hœnheim

Aéroport	1	Piste et certains équipements de l'aéroport international d'Entzheim	1	• Piste et certains équipements de l'aéroport international d'Entzheim	1	• Piste et certains équipements de l'aéroport international d'Entzheim
Total	3		5		10	

Tableau 7 : Estimation sommaire du nombre d'emplacement où les infrastructures de transport seraient submergées.

6.2.4 Commentaires sur les enjeux

Il ressort de ces différents tableaux et de la lecture des cartes de risque les principaux enseignements suivants :

1) Pour une **crue fréquente**, l'agglomération strasbourgeoise est impactée avec 3 400 habitants et 2 600 emplois en zone inondée.

La vulnérabilité de l'agglomération se limite cependant à quelques enjeux ponctuels et secteurs localisés⁸⁹, notamment :

- o l'aéroport international d'Entzheim et sa route principale de desserte (RD 400), par débordement de la Bruche ;
- o la liaison ferroviaire en direction de la vallée de la Bruche et du Piémont d'Obernai serait interrompue par débordement de la Bruche à hauteur de la gare d'Holtzheim ;
- o quelques maisons à Entzheim, Eckbolsheim et Koenigshoffen par débordement de la Bruche et surverse par-dessus les berges du canal de la Bruche ;
- o le quartier de la Montagne Verte et, par remous de la Bruche dans l'III et l'Ostwaldergraben, certains quartiers de la commune d'Ostwald ;
- o le quartier de la Porte Blanche par débordement de l'III ;
- o le nord de la Plaine des Bouchers par remous de l'III dans le Rhin Tortu ;
- o le quartier du Wacken où l'on observe les premiers débordements ;
- o le quartier de la Robertsau et quelques maisons à Schiltigheim par débordement de l'III ;

A noter que sur la commune d'Holtzheim les travaux de renforcement entrepris sur la digue de protection en rive droite de la Bruche en amont du pont principal permettent de limiter partiellement les débordements que l'on avait observés lors de la crue de février 1990.

2) Pour une **crue moyenne**, crue centennale au sens de la Directive Inondation, l'agglomération strasbourgeoise est significativement impactée avec 17 100 habitants et 13 700 emplois en zone inondée⁹⁰.

De nombreux secteurs riverains du réseau hydrographique s'avèrent vulnérables.

Il s'agit notamment des secteurs déjà cités pour la crue fréquente avec une augmentation des surfaces impactées. A titre d'exemple, pour la commune d'Eckbolsheim on dénombre 227 habitants en zone inondée pour la crue fréquente et 1 248 habitants pour la crue moyenne.

D'autres secteurs, faiblement ou non impactés en crue fréquente, le sont significativement en crue moyenne, il s'agit notamment de :

- o la commune d'Holtzheim avec plus de 1 200 habitants en zone inondée, notamment en raison du fait que la digue précitée se trouve partiellement contournée dans cette configuration de crue ;
- o quartier du Heyritz (en cours d'urbanisation) par débordement de l'III ;

⁸⁹ On retrouve ici la plupart des observations faites à l'occasion de la crue de février 1990.

⁹⁰ Rappel : ces décomptes n'intègrent pas le décompte des enjeux situés au sein des zones qui seraient impactées par une défaillance ponctuelle des ouvrages de protection d'Erstein.

- o quartier du Neudorf par effet de remous de l'Ill dans le Rhin Tortu et le Ziegelwasser entraînant le débordement de ces 2 cours d'eau ;
- o Jardin des 2 Rives par débordement du Rhin ;
- o quartier du Wacken par débordement de l'Aar (faiblement inondé en crue fréquente et significativement en crue moyenne) ;
- o la commune de La Wantzenau par débordement de l'Ill (1 180 habitants en zone inondée).

En ce qui concerne les infrastructures de transport majeures on observe que la RD 468 à hauteur de La Wantzenau serait impactée pour cette crue moyenne, en sus de la RD400 déjà sous eaux pour la crue fréquente.

Concernant les enjeux ponctuels de nature technique, comme par exemple les installations « électrique » et « eau potable », des analyses complémentaires seront nécessaires pour déterminer s'ils resteraient opérationnels durant la crue considérée. Dans le même esprit, il faut noter que des investigations de la même nature seraient à effectuer sur d'autres catégories d'enjeux tout aussi sensibles, mais non recensés à ce stade, comme par exemple les infrastructures de communications de toutes natures (téléphonie fixe et mobile, réseau internet, etc).

3) Une **crue extrême** telle qu'étudiée dans le cadre de la présente cartographie serait **fortement dommageable** pour l'ensemble de l'agglomération.

La cartographie de cette crue extrême intègre des scénarios et des aléas de natures très différentes :

- o submersion directe par les apports de la Bruche ;
- o inondations par l'Ill à l'amont de Strasbourg et le Rhin à la suite de défaillances des ouvrages majeurs de protection existants sur ces 2 cours d'eau.
- o effacement simultané de divers ouvrages et infrastructures linéaires formant obstacle à l'écoulement des crues,

Au total une telle crue toucherait plus de **75 000 habitants** et environ **39 000 emplois**.

Les cartes des surfaces inondables de la crue extrême mettent en évidence des débordements généralisés avec des hauteurs d'eau significatives, qui peuvent atteindre ou dépasser 1 m en zone urbanisée, sur l'ensemble des secteurs vulnérables (déjà identifiés pour les crues fréquente et moyenne).

Parmi les secteurs qui seraient particulièrement impactés par ces débordements généralisés, on peut citer les communes ou quartiers suivants :

- o Ostwald (3 380 habitants en zone inondée),
- o Elsau, Montagne verte, Koenigshoffen (16 000 habitants en zone inondée),
- o Neudorf (22 000 habitants en zone inondée) et la Plaine des Bouchers,
- o La Robertsau (13 700 habitants en zone inondée) par débordement de l'Ill et défaillance de la porte de garde du Port aux Pétroles (débordement du Rhin).
- o La zone industrielle de La Wantzenau (avec un établissement important classé SEVESO) par passage de l'eau sous la voie ferrée en cas d'effacement de la RD468.

Le centre-ville de Strasbourg reste relativement épargné par les débordements, à l'exception notable de submersions dans les secteurs de l'Hôpital Civil, de la Petite France et du quartier Gare/Boulevard Wilson/Porte de Haguenau.

La défaillance des ouvrages de protection d'Erstein, en cas de crue extrême de l'Ill, impacterait fortement les communes de Eschau, Fegersheim (notamment la zone d'activité économique située entre la RN83 et l'Ill elle-même) et Ostwald (par passage de l'eau sous l'A35 au droit de la RD 384 – rue du Maréchal Foch).

En cas de crue extrême du Rhin, la défaillance de la porte de garde du Port aux Pétroles, dont on rappelle ici que, contrairement au système de protection d'Erstein, la fiabilité de sa mise en place peut être considérée comme relativement incertaine (cf. 4.4.2 page 47), impacterait fortement les activités du Port aux Pétroles lui-même et le quartier de la Robertsau. On estime la population touchée à environ 3 900 personnes.

Les principales infrastructures de transports suivantes seraient également touchées par ces débordements (cf. Tableau 7 page 57) : aéroport international d'Entzheim, A35 et A350 (ponctuellement), N4 (entre Heyritz et Neudorf) ainsi que plusieurs voies ferrées. Une analyse complémentaire pourrait permettre d'identifier les secteurs isolés et le niveau de paralysie par modes de transport, ainsi que l'impact d'une telle crue sur le fonctionnement des moyens de transports en commun intracommunautaires, notamment le tramway.

Concernant les enjeux ponctuels de nature technique, comme pour la crue moyenne, des analyses complémentaires s'avèrent nécessaires pour déterminer s'ils resteraient opérationnels ou non.

A l'échelle du TRI, on recense de nombreuses catégories d'enjeux « vitaux » pour le fonctionnement de l'agglomération qui seraient fortement impactés (cf. Tableau 6 page 56). La gestion de crise serait rendue difficile par l'inondation potentielle, entre autres, de 4 casernes de pompiers, de 5 postes de gendarmerie ou de police, de 2 mairies, ainsi que de 5 établissements hospitaliers.

Des études complémentaires pourraient utilement être menées sur les différents enjeux mis en évidence dans cette partie, pour in fine augmenter la résilience du territoire en cas d'évènement extrême.

6.3. Enjeux non cartographiés

La circulaire du 16 juillet 2012 énumère un certain nombre d'enjeux non cartographiés sur la carte des risques en raison de leur dimension incompatible avec l'échelle du 1/25 000ème retenue pour la représentation cartographique « Directive Inondation » : ces enjeux sont intégrés dans les bases de données géolocalisées attachées à la connaissance du risque sur chaque TRI. Il s'agit :

- des Installations polluantes IPPC et des stations de traitement des eaux usées (STEU) de plus de 2 000 équivalents habitants situées dans la zone potentiellement inondable définie dans l'Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation⁹¹ (EPRI) jusqu'à 30 km en amont des TRI. Celles, parmi ces installations, qui sont situées dans les TRI sont représentées sur les cartes ;
- des zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes IPPC ou STEU déjà rapportées dans le cadre de la directive 2000/60/CE (Directive Cadre sur l'Eau ou DCE) :
 - o « zones de captage d'eau destinée à la consommation humaine » : zones désignées pour le captage (ou susceptibles de le devenir) en application de l'article 7 de la DCE précitée,
 - o « eaux de plaisance » : il s'agit, pour la France, des zones de baignade dans le cadre de la directive 76/160/CE,
 - o « zones de protection des habitats et espèces⁹² » : ce sont des zones où le maintien ou l'amélioration de l'état des eaux constitue un facteur important. Il s'agit des zones désignées dans le cadre des directives 92/43/CEE et 79/409/CEE⁹³.

1. Recensement des installations polluantes IPPC situées dans la zone potentiellement inondable 30 km en amont du TRI de l'agglomération strasbourgeoise :

Installation	Commune	Installation	Commune
Bassin versant de la Bruche			
Bestfoods France Industries	Duppigheim	Steelcase	Wisches
Stef Alsace	Duppigheim	Collano (anciennement Chimistra)	Marlenheim
Mars PF (anciennement Masterfoods)	Ernolsheim/Bruche	Comptoir Agricole	Marlenheim
Messier Bugatti Dowty	Molsheim-Dorlisheim	Roenfanz Martzolf	Wasselonne

⁹¹ L'EPRI 2011 est téléchargeable à cette adresse : <http://www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-preliminaire-des-r1884.html>

⁹² Communément appelées « zones Natura 2000 »

⁹³ Remplacée par la Directive 2009/147/CE

Bassin versant de l'III			
Cristal Union (Sucreries et Raffineries)	Erstein	Smictom Alsace Centrale (Seche Eco-Industrie)	Scherwiller
Faurecia Automotive Industrie	Marckolsheim	Smictom Alsace Centrale CSDU	Châtenois
Tereos Syral	Marckolsheim	Stocko Contact	Andlau

Tableau 8 : Installations polluantes en zone potentiellement inondable 30 km en amont du TRI

2. Recensement des stations de traitement des eaux usées (STEU) de plus de 2 000 équivalents habitants (EqH) situées dans la zone potentiellement inondable 30 km en amont du TRI de l'agglomération strasbourgeoise :

Site	Capacité (EqH)	Site	Capacité (EqH)
Rejet dans le bassin versant de la Bruche			
Duttlenheim	18 000	Lutzelhouse-Wisches	10 000
Ernolsheim/Bruche	18 000	Marlenheim	17 000
Molsheim	32 000	Wasselonne	7 700
Grendelbruch-Mollkirch	2 700		
Rejet dans le bassin versant de l'III			
Hindisheim	2 350	Blaesheim	6 100
Benfeld	16 000	Sélestat	102 000
Erstein	19 400	Villé-Neubois	12 500
Barr	86 000		
Rejet dans le Rhin			
Marckolsheim	11 000	Rhinou	6 000
Sundhouse (Schoenau)	3 300	Gerstheim	7 000

Tableau 9 : Stations de traitement des eaux usées de plus de 2 000 équivalents-habitants en zone potentiellement inondable 30 km en amont du TRI

3. Recensement des zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes IPPC ou STEU dans l'emprise du TRI :
- Captages « alimentation en eau potable » de :
 - o la Robertsau (Cour d'Angleterre) à Strasbourg
 - o Polygone à Strasbourg
 - o Lingolsheim
 - o Holtzheim P1 et P2
 - Baignade municipale « la Ballastière » à Bischheim
 - Zones Directive Oiseau :
 - o n°FR4211811 « vallée du Rhin de Lauterbourg à Strasbourg »
 - o n°FR4211810 « vallée du Rhin de Strasbourg à Marckolsheim »

7. Conclusion et suites de l'étape « cartographie »

L'étape cartographie de la Directive Inondation, objet du présent rapport, a permis d'améliorer la connaissance de la vulnérabilité de l'agglomération strasbourgeoise pour trois niveaux de crue (fréquente, moyenne et extrême). Cette information permet dès à présent d'alimenter un diagnostic du territoire, qui servira de point de départ pour l'élaboration de la Stratégie Locale de Gestion du Risque Inondation (cf. chapitre 1 page 5). Dans ce cadre, des études complémentaires pourront utilement être menées pour préciser, plus en détail encore, la vulnérabilité des principaux enjeux de l'agglomération face à différentes situations de crues.