

Directive inondation

Bassin Rhin-Meuse

RAPPORT DE PRESENTATION

Cartographie du risque inondation sur les Territoires à Risque Important d'inondation (TRI) de NANCY- DAMELEVIERES et SAINT DIE - BACCARAT

Inondation par débordement de la Meurthe

Version approuvée par arrêté SGAR N° 2014-179

En date du : 13 Juin 2014



Sommaire

1. Contexte	4
2. Principes généraux d'élaboration des cartes des surfaces inondables et des risques.....	6
3. Présentation des TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat.....	7
3.1. Présentation de la Meurthe	8
3.2. Historique des crues de la Meurthe	9
3.3. PPRi ou document équivalent le TRI de Nancy Damelevières.....	12
3.4. PPRi ou document équivalent sur le TRI Saint-Dié Baccarat.....	13
3.5. Cartographies existantes sur les TRI de Nancy -Damelevières et de Saint-Dié Baccarat	13
3.5.1. TRI de Nancy-Damelevières	13
3.5.2. TRI de Saint-Dié Baccarat	18
4. Cartes des surfaces inondables sur les TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat - Etude de BURGEAP	21
4.1. Crue extrême : réalisation d'un Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI) ...	24
4.1.1. Cartographie hydrogéomorphologique	25
4.1.2. Analyse des discontinuités et positionnement des profils en travers	25
4.1.3. Détermination des cotes et sections de contrôle.....	26
4.1.4. Hauteurs d'eau.....	27
4.2. Limites et incertitudes de l'étude	28
4.2.1. Les données manquantes ou inexactes	28
4.2.2. Les incertitudes liées à la méthode.....	28
4.3. Crue de forte probabilité sur la commune de Mont-sur-Meurthe	29
5. Cartes des risques sur les TRI de Nancy-Damelevières et Saint-Dié Baccarat.....	30
5.1. Enjeux représentés.....	30
5.1.1. Bases de données mobilisées.....	30
5.1.2. Limites et incertitudes	32
5.2. Analyse des enjeux.....	32
5.3. Enjeux non cartographiés	33

Annexe 1 : Méthodes d'estimation de la population et du nombre d'emplois en zone inondable

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).....	6
Tableau 2 : Synthèse des hypothèses prises pour la cartographie des 3 scénarios de crue sur le TRI de Nancy-Damelevières	22
Tableau 3 : Synthèse des hypothèses prises pour la cartographie des 3 scénarios de crue sur le TRI de Saint-Dié Baccarat	23
Tableau 4 : Sections de contrôle du TRI de St-Dié Baccarat.....	26
Tableau 5 : Section de contrôle du TRI de Nancy-Damelevières	27
Tableau 6 : Secteurs non pris en compte par les cartes de hauteur d'eau	28
Tableau 7 : TRI de Nancy Damelevières - estimation de la population et du nombre d'emplois en zone inondable (chiffres arrondis à la dizaine).....	33

Tableau 8 : TRI de Saint-Dié Baccarat - estimation de la population et du nombre d'emplois en zone inondable (chiffres arrondis à la dizaine)..... 33

Liste des cartes

Carte 1 : Communes du TRI de Nancy-Damelevières 7
Carte 2 : Communes du TRI de Saint-Dié Baccarat 8
Carte 3 : Relief du bassin versant de la Meurthe..... 9

Liste des figures

Figure 1 : Principe du Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI) 24
Figure 2 : Étapes de réalisation d'un Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI)..... 24
Figure 3 : Unités de la cartographie hydrogéomorphologique (Ballais et al., 2011) 25
Figure 4 : Incertitudes autour de la ligne d'eau..... 26
Figure 5 : Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI) raster et Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI) polygones 27

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 (loi portant engagement national pour l'environnement) du 12 juillet 2010 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) des cartes des surfaces inondables et des cartes des risques d'inondation dans les TRI ;
- Élaboration des Plans 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 le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux).

En parallèle à l'élaboration des Plans de Gestion des Risques d'Inondation, des stratégies locales de gestion des risques d'inondation 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.

Une Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondation de la responsabilité du Ministre en charge de la prévention des risques est par ailleurs en cours d'élaboration en concertation avec les parties prenantes. Elle encadrera les orientations des Plans de Gestion et des stratégies locales.

L'ensemble des productions établies pour cette directive, devra être à nouveau réalisé 6 ans plus tard. Cependant, les cartes pourront être modifiées de manière anticipée si nécessaire.

Dans le cadre de la Directive Inondation, le Préfet Coordonnateur de Bassin Rhin-Meuse a désigné par arrêté du 18 décembre 2012 (arrêté SGAR n°2012-527) la liste des Territoires à Risque important d'Inondation (TRI) du Bassin Rhin-Meuse.

Cette liste a été établie sur la base de l'exploitation des connaissances rassemblées dans l'Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation du bassin Rhin et l'Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation du bassin Meuse de 2011 et suite à la concertation avec les parties prenantes qui a eu lieu courant 2012.

Cette liste comprend 12 TRI, dont les **TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat, identifiés au regard des inondations par la Meurthe.**

La qualification d'un territoire en TRI implique une nécessaire réduction de son exposition au risque d'inondation, et engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement dans la recherche de cet objectif. A cette fin, une ou plusieurs stratégies locales de gestion du risque d'inondation devront être mises en œuvre sur chaque TRI. Ses objectifs 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 le Plan de Gestion du Risque d'Inondation (PGRI) du bassin Rhin et dans le PGRI du bassin Meuse.

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 (Art. L. 566-6 et décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation) pour 3 scénarios d'aléa basés sur :

- l'aléa de faible probabilité ou scénarios d'événement extrêmes
- 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 en particulier des directives et recommandations techniques détaillées pour l'élaboration de cette cartographie.

L'objet du présent rapport est d'explicitier, pour les TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat, la méthodologie utilisée pour l'élaboration des cartes de surfaces inondables et des risques dans le cadre de la Directive Inondation.

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 directives et recommandations techniques détaillées pour l'élaboration de la cartographie.

Le tableau ci-dessous, extrait de la circulaire du 16 juillet 2012, donne 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 défaillance ou dysfonctionnement 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 :

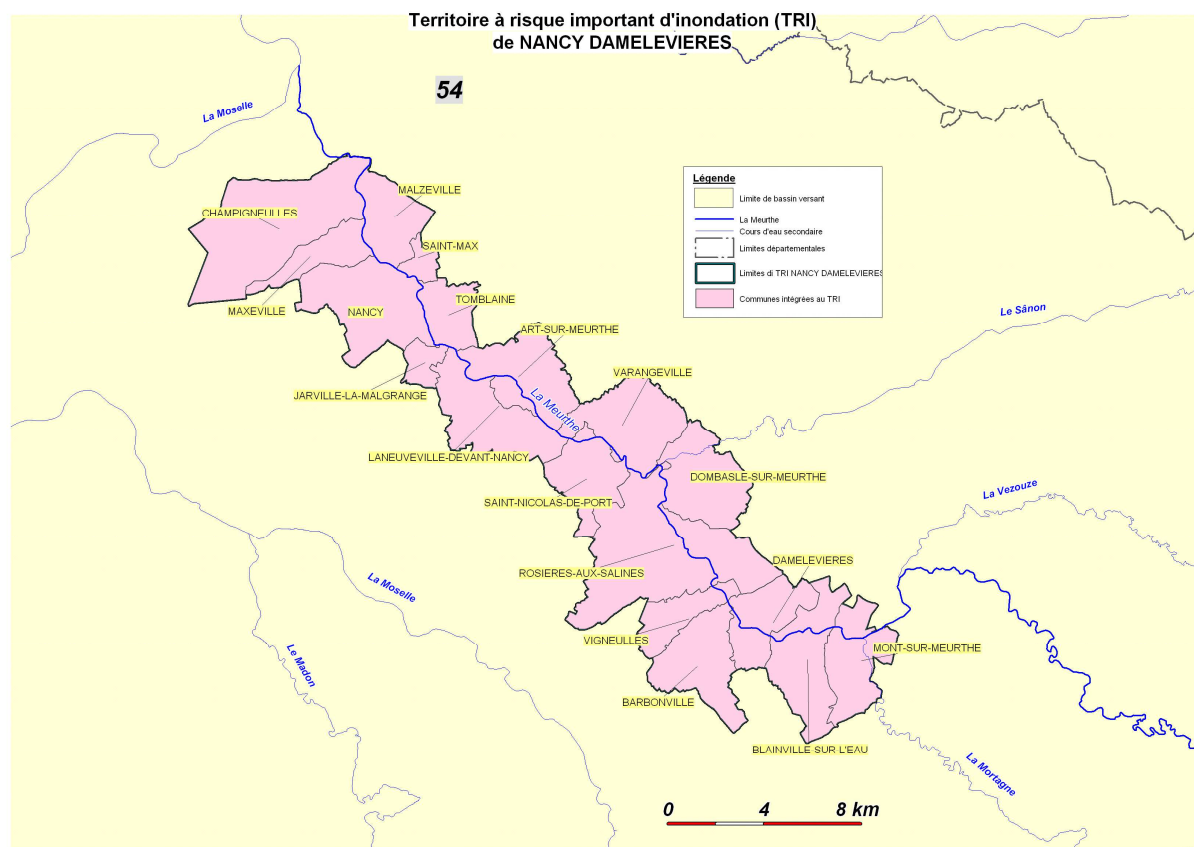
- 1 carte des surfaces inondables pour chacun des 3 scénarios (probabilité forte-le cas échéant, probabilité moyenne et probabilité faible) ;
- 1 carte de synthèse des surfaces inondables de l'ensemble des scénarios avec l'indication des limites des surfaces inondables,
- 1 seule carte des risques comportant 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 fonds de plan est le SCAN 25 de l'IGN.

3. Présentation des TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat

Les communes qui font partie du TRI de Nancy-Damelevières sont :

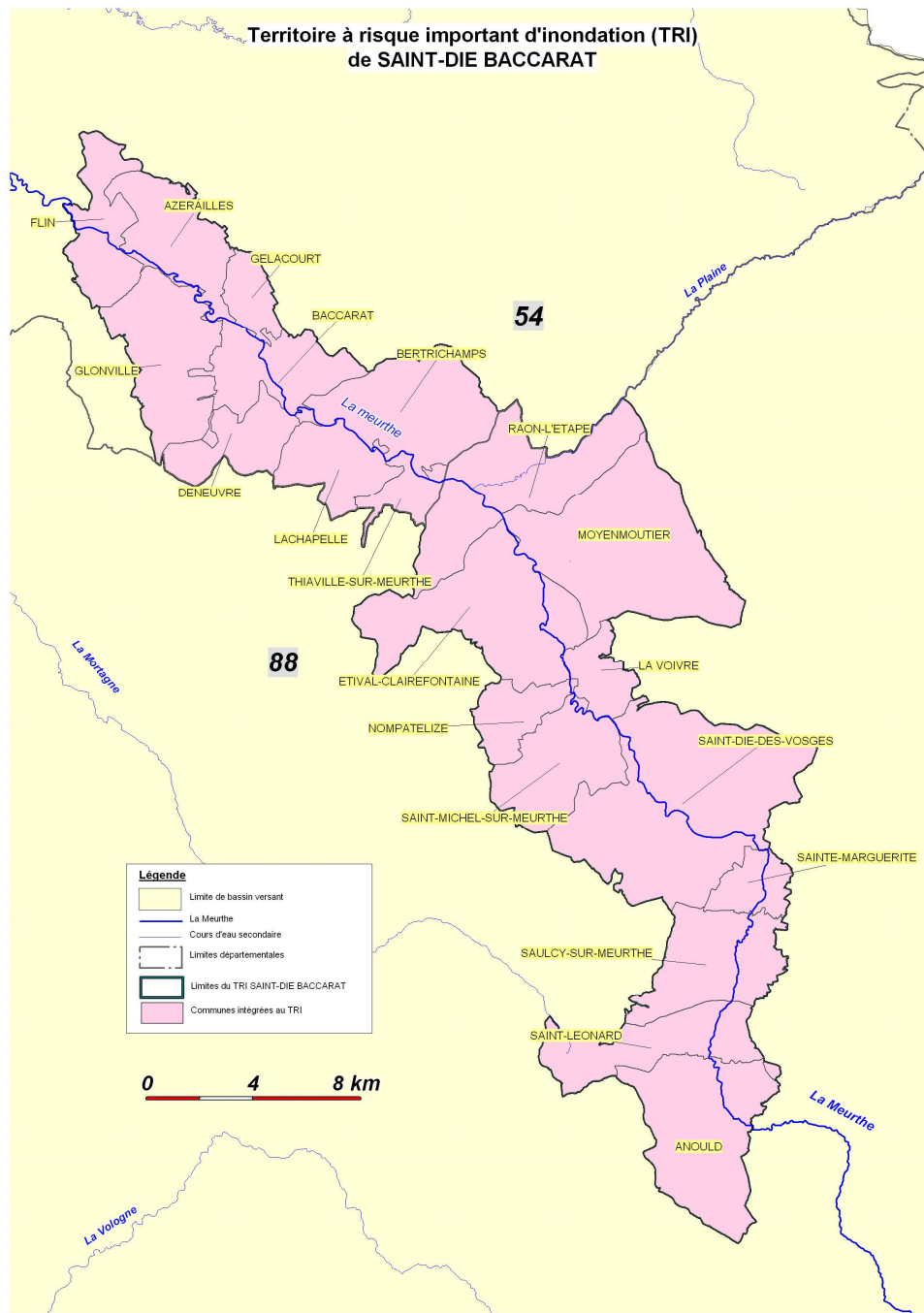
Art-sur-Meurthe, Barbonville, Blainville-sur-l'Eau, Champigneulle, Damelevières, Dombasle-sur-Meurthe, Jarville-la-Malgrange, Laneuveville-devant-les-Nancy, Malzéville, Maxéville, Mont-sur-Meurthe, Nancy, Rosières-aux-Salines, Saint-Max, Saint-Nicolas-de-Port, Tomblaine, Varangéville, Vigneulles



Carte 1 : Communes du TRI de Nancy-Damelevières

Les communes qui font partie du TRI de Saint-Dié Baccarat sont :

- dans le département de Meurthe-et-Moselle : Azerailles, Baccarat, Bertrichamps, Deneuvre, Flin, Gelacourt, Glonville, Lachapelle, Thiaville sur-Meurthe,
- dans le département des Vosges : Anould, Etival-Clairefontaine, Moyenmoutier, Nompateize, Raon-l'Etape, Saint-Dié-des-Vosges, Saint-Léonard, Sainte-Marguerite, Saint-Michel-sur-Meurthe, Saulcy-sur-Meurthe, La Voivre

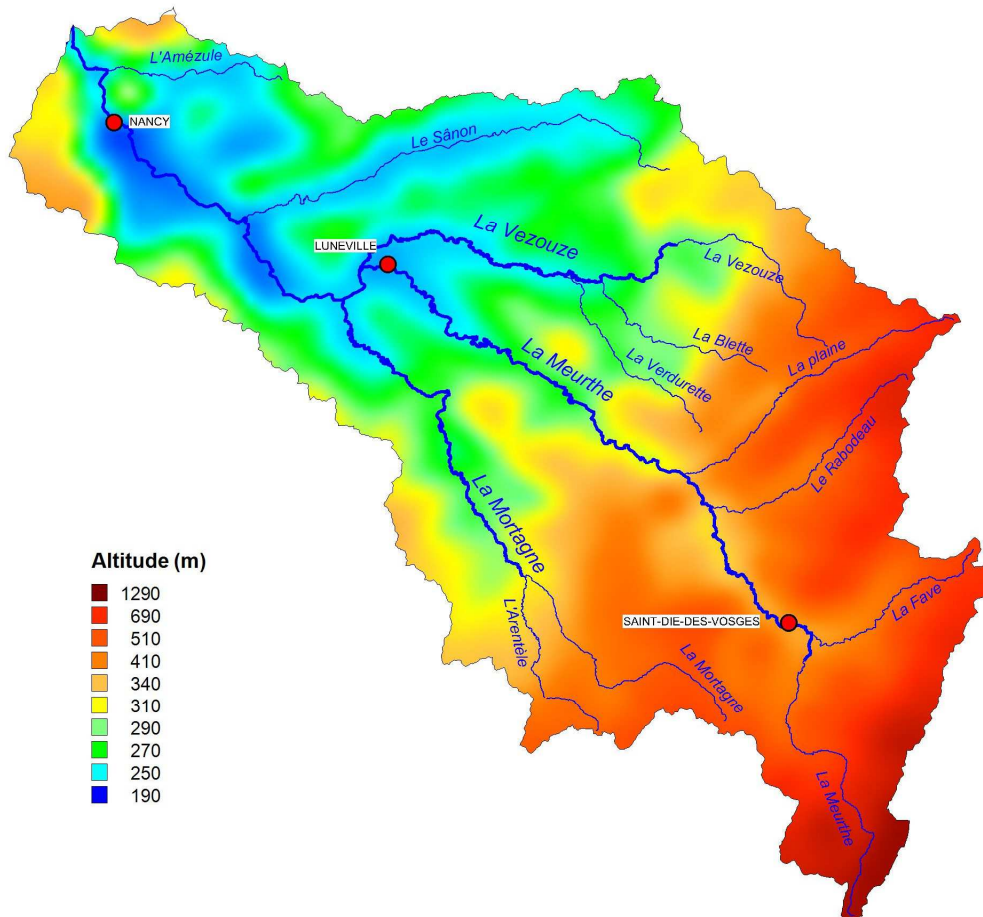


Carte 2 : Communes du TRI de Saint-Dié Baccarat

3.1. Présentation de la Meurthe

La Meurthe est le principal affluent de la Moselle dans sa partie française. Son bassin versant concerne principalement deux départements : les Vosges et la Meurthe-et-Moselle. Elle draine un bassin versant de 3 085 km², pour une longueur de cours d'eau principal de 159 km. Elle prend sa source dans les Vosges au pied du massif du Hohneck, à une altitude de près de 1 200 mètres. Elle rejoint la Moselle en aval de Nancy, à Frouard.

Les principaux affluents de la Meurthe sont la Vezouze, la Mortagne et le Sânon.



Carte 3 : Relief du bassin versant de la Meurthe

3.2. Historique des crues de la Meurthe

Le bassin versant a du faire face à plusieurs crues historiques depuis le début du XX^{ème} siècle. Des crues ont été recensées en 1910 et 1912. Peu d'informations sont disponibles sur les dégâts causés par ces inondations hormis quelques photographies.



La crue de décembre 1919 – janvier 1920 a causé la perte d'au moins une vie humaine. De nombreuses routes et voies ferrées ont été coupées. De nombreuses habitations ont été inondées. Certaines usines ont dû fermer.

La crue de décembre 1947 sert aujourd'hui encore de référence pour de nombreux cours d'eau du bassin avec une période de retour au moins centennale. Les dégâts et pertes sont exceptionnels avec des pertes humaines et de nombreux blessés ainsi que des dégâts estimés à l'époque à plus d'un milliard de francs. A Nancy, 18 000 personnes sont sinistrées et 12 000 immeubles endommagés. Les lignes ferroviaires sont coupées, ainsi que le réseaux téléphoniques et de distribution du gaz.

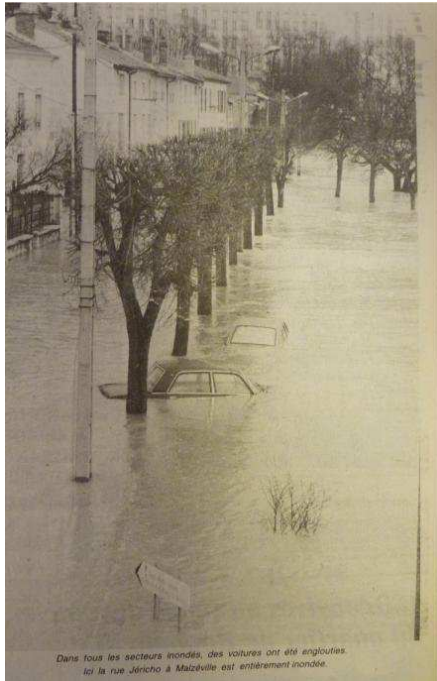


Varangéville
© Mairie 1947



Nancy : rue d'Alliance
© P.Boyer

Les crues d'avril et de mai 1983 ont eu pour conséquence, l'évacuation de l'ensemble des bas quartiers de Nancy et de son agglomération. Des digues ont cédé dans les Vosges. Des chaussées se sont affaissées et la circulation routière et ferroviaire ont été particulièrement perturbées



*la rue Jéricho à Malzéville
© L'Est Républicain 11 avril 1983*



*la rue Mac Mahon à Nancy
transformée en canal
© L'Est Républicain 11 avril 1983*



*Raon l'étape isolé par la Meurthe
© L'Est Républicain 27 mai 1983*



*Varangéville : le bateau comme moyen de transport dans les zones inondées
© L'Est Républicain 11 avril 1983*

La crue de février 1990 a principalement touché l'amont du bassin versant avec des caves inondées et surtout une coulée de boue qui emporte un camp forain dans le secteur de Saint Dié. Plus en amont, de gros dégâts matériels sont constatés sur toute la vallée avec en particulier une entreprise envahie par un fort courant suite à une rupture de digue. 120 employés se retrouvent au chômage technique.

La crue de janvier 2004 a plus particulièrement concerné la Vezouze où elle a atteint une cote record et causé des dégâts importants avec l'évacuation de nombreuses familles. Sur la seule commune de Blâmont, 54 maisons et de nombreux commerces sont inondés. Cette crue a également fait des dégâts sur le cours de la Meurthe, en particulier à Damelevières. La ville de Lunéville, située à la confluence Vezouze – Meurthe, a également été touchée.

La crue de 2006 est la dernière crue importante connue, avec un temps de retour supérieur à 20 ans sur la Mortagne et la Vezouze. Plus de 2 000 interventions de pompiers sont enregistrées en 36 heures dans les Vosges. A Rambervillers (88 – Bassin Versant de la Mortagne), plus de 50 commerces sont sinistrés, 8 entreprises ont dû fermer et mettre leurs 250 employés au chômage technique. De nombreuses routes et voies ferrées sont coupées (en particulier la ligne Nancy – Epinal).



Rambervillers : école Void Régnier
© Mme COULAUD octobre 2006



Rambervillers : rue des petites boucheries
© Mme COULAUD octobre 2006

La crue de mai 2012 est la dernière en date et a marqué les esprits. Cette crue « urbaine » concerne les affluents de la Meurthe dans l'agglomération nancéenne, en particulier le Grémillon, l'Amezule et le Prarupt. Sur ce secteur, les précipitations ont approché une fréquence bi-centennale.

3.3. PPRi ou document équivalent le TRI de Nancy Damelevières

Le PPRi Meurthe et affluents du 15/12/2010 concerne les communes du TRI Nancy-Damelevières suivantes :

Art-sur-Meurthe, Barbonville, Blainville-sur-l'Eau, Damelevières, Dombasle-sur-Meurthe, Laneuveville-devant-les-Nancy, Rosières-aux-Salines, Saint-Nicolas-de-Port, Varangéville, Vigneulles.

Le PPRi Meurthe CUGN approuvé le 27/2/2012 couvre les communes du TRI Nancy-Damelevières suivantes :

Jarville-la-Malgrange, Malzéville, Maxéville, Nancy, Saint-Max, Tomblaine,

La commune de Mont-sur-Meurthe et la commune de Champigneulles sont couvertes par le **PPS de 1956**, basé sur la crue de décembre 1947.

3.4. PPRi ou document équivalent sur le TRI Saint-Dié Baccarat

Pour le TRI de Saint-Dié Baccarat,

- les communes du département de Meurthe-et-Moselle sont couvertes par le **PSS de 1956** (communes de Azerailles, Baccarat, Bertrichamps, Deneuvre, Flin, Gelacourt, Glonville, Lachapelle, Thiaville sur-Meurthe),
- les communes du département des Vosges sont couvertes par le **PPRi "Meurthe" du 24 décembre 2010** (communes de Anould, Etival-Clairefontaine, Moyenmoutier, Nompattelize, Raon-l'Etape, Saint-Dié-des-Vosges, Saint-Léonard, Sainte-Marguerite, Saint-Michel-sur-Meurthe, Saulcy-sur-Meurthe, La Voivre)

3.5. Cartographies existantes sur les TRI de Nancy - Damelevières et de Saint-Dié Baccarat

Le CETE de l'Est a conduit des études techniques des cartographies existantes sur les TRI de la région Lorraine, conformément à la circulaire du 16 juillet 2012 (circulaire 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).

Les conclusions du CETE de l'Est ont été synthétisées dans le rapport "Cartographie Directive Inondation - PPRi existants sur les TRI Meuse/Moselle", juin 2013.

Les paragraphes suivants correspondent à l'extrait de ce rapport pour les TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat

3.5.1. TRI de Nancy-Damelevières

Extrait du rapport "Cartographie Directive Inondation - PPRi existants sur les TRI Meuse/Moselle", CETE de l'Est juin 2013

Nancy (Communauté Urbaine du Grand Nancy)

Le PPRi du secteur de Nancy s'appuie sur plusieurs études successives réalisées par le bureau d'études SOGREAH entre 1992 et 1996 sous maîtrise d'ouvrage de la Communauté Urbaine du Grand Nancy qui ont été compilées dans un atlas des zones inondables de la Meurthe publié en 2006 par le Service Navigation du Nord Est.

Principales études

La réalisation de l'atlas des zones inondables s'est appuyée sur les études suivantes :

1. *Etude hydraulique de l'aménagement de la Meurthe entre le pont de Tomblaine et son confluent avec la Moselle : SOGREAH décembre 1992*

Cette étude s'inscrivait dans le cadre de l'aménagement hydraulique de la Meurthe aval au niveau de Nancy et concerne le secteur compris entre le pont de Tomblaine et la confluence avec la Moselle. Elle prend comme état de référence la rivière en 1990, date à laquelle une partie importante des recalibrages a déjà été réalisée. L'état aménagé correspond au recalibrage sur l'ensemble du secteur, notamment l'aménagement sur le secteur de Nancy. Ces deux états sont étudiés sur la base d'un modèle hydraulique représentant l'ensemble du secteur d'étude.

2. *Aménagement de la Meurthe entre Laneuveville-devant-Nancy et la Moselle – révision des zones submersibles : SOGREAH juin 1996*

Cette étude a eu pour objet :

- l'extension du modèle hydraulique entre Laneuveville-devant-Nancy et le pont de Tomblaine,
- l'établissement des cartes d'inondation de la plaine de la Meurthe entre Laneuveville et la Confluence avec la Moselle.

Ces deux études ne permettaient cependant pas d'atteindre une précision suffisante pour caractériser les hauteurs de submersion du fait de levés topographiques peu denses sur l'agglomération Nancéienne. Aussi, pour réaliser une cartographie précise des zones inondables s'appuyant sur les résultats de calcul des études SOGREAH, le Service de la Navigation du Nord-Est a diligenté entre 2000 et 2002 une campagne de levés topographiques complète depuis le secteur de l'Embanie à Malzéville jusqu'à Laneuveville-devant-Nancy.

L'ensemble de ces résultats a été ensuite compilé dans **l'atlas des zones inondables de la Meurthe** qui a été porté à connaissance des communes concernées en avril 2006 lors d'une réunion en préfecture.

Hydrologie

L'étude hydrologique menée par SOGREAH d'après les données disponibles aux stations de Malzéville sur la Meurthe et de Custines sur la Moselle a conduit aux résultats suivants :

Fréquence de crue de la Meurthe	Débit Meurthe (m ³ /s) (Malzéville)	Débit Moselle (m ³ /s) (niveau aval Pont de Custines)
Crue de référence de type centennale	1000	1340
Crue trentennale	780	1150
Crue décennale	600	865

Par comparaison, ci-dessous les valeurs des crues de références données par la méthode SHYREG au droit de la station limnimétrique de Malzéville :

SHYREG - Q10	404 m ³ /s
SHYREG - Q30	531 m ³ /s
SHYREG - Q100	691 m ³ /s
SHYREG - Q300	888 m ³ /s
SHYREG -Q1000	1 140 m ³ /s

La crue de référence considérée sur ce secteur pour la réalisation du PPRi est la crue centennale. D'après cette étude, l'hydrogramme de la crue de référence présente une forme similaire à celui de la crue de 1983 avec un débit de pointe approximativement égal à celui de la crue de 1947 (de l'ordre de 1 000 m³/s à Malzéville).

Modèle hydraulique

Les calculs de simulation de crues ayant servi de base à l'atlas des zones inondables de la Meurthe ont été réalisés sous CARIMA (modèle 1D à Casier) en régime permanent pour les occurrences décennale, trentennale et centennale en s'appuyant sur les conditions aux limites amont et aval définies ci-avant dans l'étude hydrologique.

Le modèle hydraulique établi par SOGREAH en 1992 est calé sur la crue de février 1990 et validé par simulation sur la crue de mai 1983. Ce dernier a été complété et étendu en amont lors de l'étude de 1996. Il intègre l'ensemble des aménagements réalisés dont le rescindement de la Méchelle. L'extension du modèle entre Laneuveville-devant-Nancy et Tomblaine a été calée sur la crue de mai 1983.

MNT utilisé pour la réalisation de la cartographie.

Secteur Confluence Meurthe/Moselle à Malzéville : Levés topographiques au 1/5 000 effectués vers 1990 par méthode traditionnelle terrestre (théodolite).

Secteur Malzéville à Laneuveville devant Nancy : Levés topographiques au 1/5 000 effectués entre 2000 et 2002 par photogrammétrie (échelle des prises de vue au 1/8 000).

Cartographie disponible

La cartographie des Q100, Q30 et Q10 avec indication de la cote de crue est disponible sous forme numérique.

Laneuveville-devant-Nancy à Blainville-sur-l'eau

L'étude d'aléa utilisée pour le PPRi Meurthe de Blainville sur l'Eau à Laneuveville devant Nancy s'appuie uniquement sur l'étude SOGREAH de 1987/88 diligentée par la Direction Départementale de l'Équipement de Meurthe-et-Moselle en vue de la prescription à l'époque du Plan d'Exposition au Risque inondation (PERi remplacé en 1995 par les PPRi). La cartographie de la crue centennale de cette étude dont les résultats cartographiques étaient uniquement sous forme papier a été reportée sur SIG sur un fond cadastral numérisé par la DDE 54 en 1997-98 pour la réalisation des PPRi.

L'étude SOGREAH de 1987/88 comportait deux phases :

1. Étude hydrologique : synthèse des statistiques existantes sur la Meurthe et ses principaux affluents.
2. Détermination des niveaux et cartographie des crues décennale et centennale.

Hydrologie

L'étude hydrologique de SOGREAH a conduit à retenir les valeurs caractéristiques suivantes :

	Q10 (m ³ /s)	Q mai 1983 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Meurthe à Damelevières	497	645	845
Meurthe à Malzéville	596	778	1 014

Pour comparaison, ci-dessous les valeurs des crues de références données par la méthode SHYREG.

	Q10 m ³ /s	Q30 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q300 m ³ /s	Q1000 m ³ /s
Meurthe à Damelevières	334	440	574	740	954
Meurthe à Malzéville	404	531	691	888	1140

Modèle hydraulique

La détermination des niveaux des crues décennale et centennale a été effectuée par modélisation mathématique des écoulements sauf sur la partie médiane entre Varangéville et St Phlin. Cette partie médiane avait déjà été modélisée dans le cadre de l'étude INGEROP du projet de déviation de la RN4. Les modèles réalisés ont été étalonnés principalement sur la crue de mai 1983 (proche de la trentennale).

MNT utilisé pour la réalisation de la cartographie

Aucune indication n'est fournie dans l'étude sur la qualité du MNT ayant servi pour réaliser la cartographie ni sur la méthode utilisée. Les cartes jointes à l'étude consistent en un fond de plan cadastral sur lequel a été reporté la zone inondable par classes de hauteurs de submersion. Généralement, à cette époque, les cartes étaient extrapolées d'après les profils en travers et sur certains secteurs avec les plans topographiques existants puis affinées visuellement sur le terrain.

Cartographie disponible

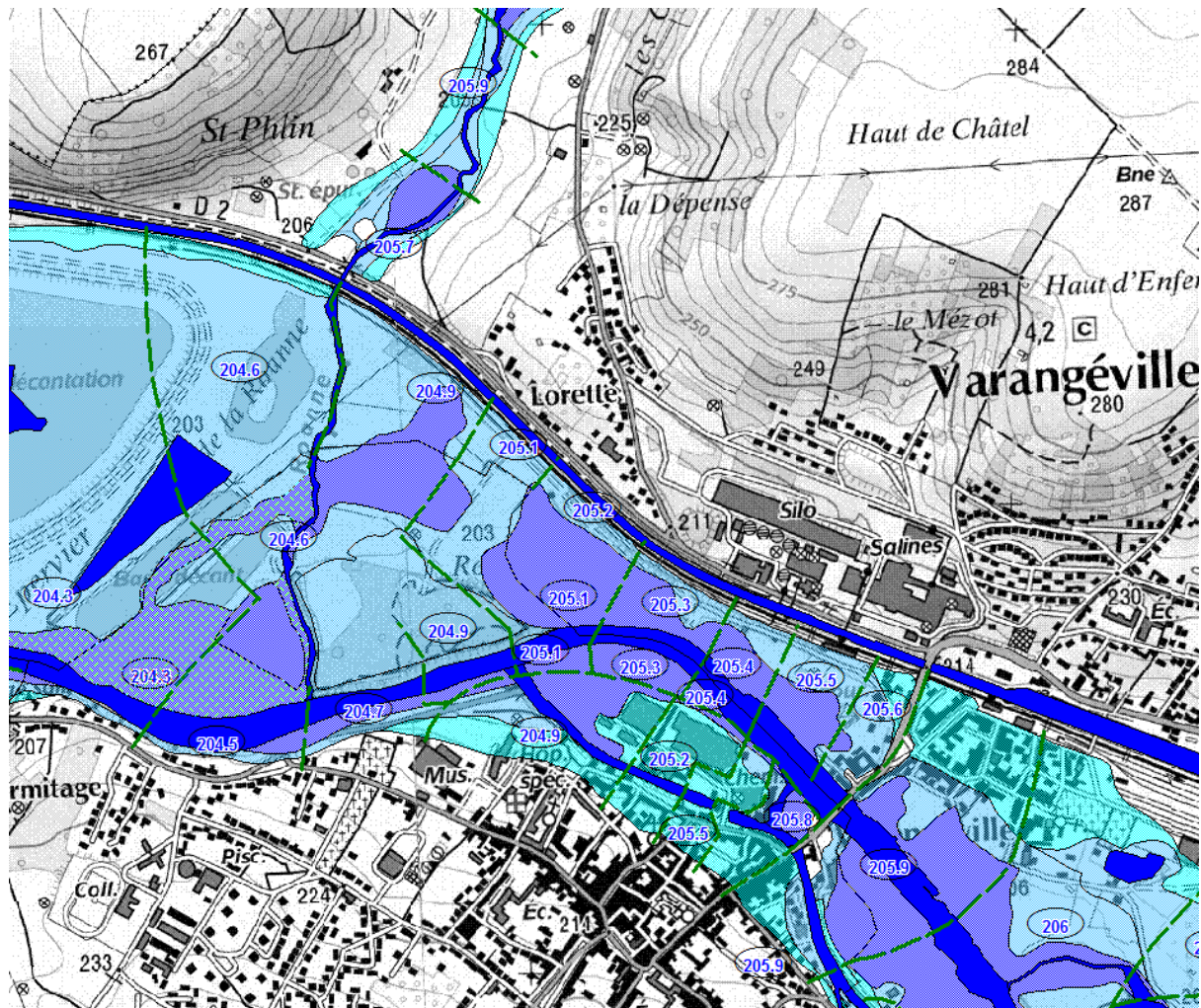
Papier - Q100 au 1/5000 sur fond cadastral avec des limites de submersion parfois à 0,65 – 1,65 et 2,65 (partie aval) et parfois à 1,00 – 2,00 et 3,00 (partie amont). Cette cartographie a été reprise et numérisée sur fond de plan cadastral en 1998 par la DDE 54 en vue de la réalisation du PPRi.

Papier - Q10 au 1/5000 sur fond cadastral avec des limites de submersion parfois à 0,65 – 1,65 et 2,65 (partie aval)¹ et parfois à 1,00 – 2,00 et 3,00 (partie amont). Cette cartographie n'a pas été numérisée.

Les principaux affluents ont été cartographiés sur le territoire des communes concernées longeant la Meurthe.

¹ L'explication des limites de submersion à 0,65 – 1,65 et 2,65 ne peut venir que du système altimétrique utilisé. En effet, le référentiel actuel IGN69 était précédé par le Lallemand, l'écart entre les deux systèmes sur le secteur d'étude est de 35cm. Tout porte à croire que les plans cotés disponibles sur la partie aval de l'étude étaient en Lallemand d'où le choix des limites de submersions utilisées, les cotes de la crue étant en IGN69, il convenait de leurs retirer 35cm pour avoir la cote en Lallemand, la limite à 1,00m devient donc la limite à 0,65m etc...

Numérisé (entre 1997 et 1998 par la DDE 54) : Aléa Q100 avec hauteur de submersion de 0 à 1m – 1 à 2m et sup. à 2m. Les limites 0,65 – 1,65 et 2,65 ont été intégrées dans la numérisation. Cette numérisation fait également apparaître les cotes de crue centennale comme sur l'illustration ci-dessous.



Extrait de la cartographie Q100 numérisée en 1998 pour la réalisation du PPRi

Conclusion pour le TRI Nancy – Damelevières (Meurthe)

Sur ce TRI, la cartographie de la crue centennale numérisée par la DDE 54 en 1997-98 peut être utilisée pour la crue moyenne et la cartographie papier de la crue décennale peut être utilisée pour la crue fréquente (mais il conviendra de numériser les cartes papier).

Sur ce TRI, la commune de Mont-sur-Meurthe a été ajoutée pour prendre en compte la confluence avec la Mortagne. Sur la commune de Mont-sur-Meurthe, la seule cartographie disponible est celle du PPS de 1956 pouvant être utilisée pour la crue moyenne.

3.5.2. TRI de Saint-Dié Baccarat

Extrait du rapport "Cartographie Directive Inondation - PPRi existants sur les TRI Meuse/Moselle", CETE de l'Est juin 2013

De Baccarat à Raon l'Étape (Meurthe et Moselle)

Ce secteur sans enjeux particuliers est uniquement couvert par le 'PSS' de 1956. La cartographie associée issue de la cartographie de la crue de décembre 1947 fait apparaître trois zones :

1. Zone rouge : zone de grand débit
2. Zone verte : zone de débit complémentaire
3. Zone blanche : zone sans contrainte

De Raon l'Étape à Anould (Vosges)

L'étude d'aléa utilisée pour le PPRi Meurthe de Raon l'Étape à Anould (Anould – Etival – La Voivre – Moyenmoutier - Nompatelize – Raon l'Étape – Saulcy – St Dié – St Léonard – Ste Marguerite – St Michel) s'appuie uniquement sur l'étude HYDRATEC de 1989 diligentée par la Direction Départementale de l'Équipement des Vosges en vue de la prescription à l'époque du Plan d'Exposition au Risque inondation (PERi remplacé en 1995 par les PPRi).

L'étude HYDRATEC de 1989 comportait deux phases :

1. Étude hydrologique.
2. Étude hydraulique avec simulation et cartographie des crues décennale et centennale.

Hydrologie

L'étude hydrologique de HYDRATEC a conduit à retenir les valeurs caractéristiques suivantes :

	Q10 m3/s	Q max avril/mai 1983 m3/s	Q100 m3/s
Fraize	23,5	24	35
St Dié	120	155	188
Raon l'Étape	165 à 200	290	275 à 335

Pour comparaison, ci-dessous les valeurs des crues de références données par la méthode SHYREG.

	Q10 m3/s	Q30 m3/s	Q100 m3/s	Q300 m3/s	Q1000 m3/s
Fraize	25	35	49	67	90
St Dié	94	125	166	218	285
Raon l'Étape	172	229	302	396	515

Modèle hydraulique

La détermination des niveaux des crues décennale et centennale a été effectuée par modélisation mathématique des écoulements. Le modèle hydraulique a été calé sur les crues d'avril et mai 1983 et vérifié pour la crue de mars 1988. A l'occasion de cette étude une importante campagne de recherche et de levés de repères de crue a été effectuée.

MNT utilisé pour la réalisation de la cartographie

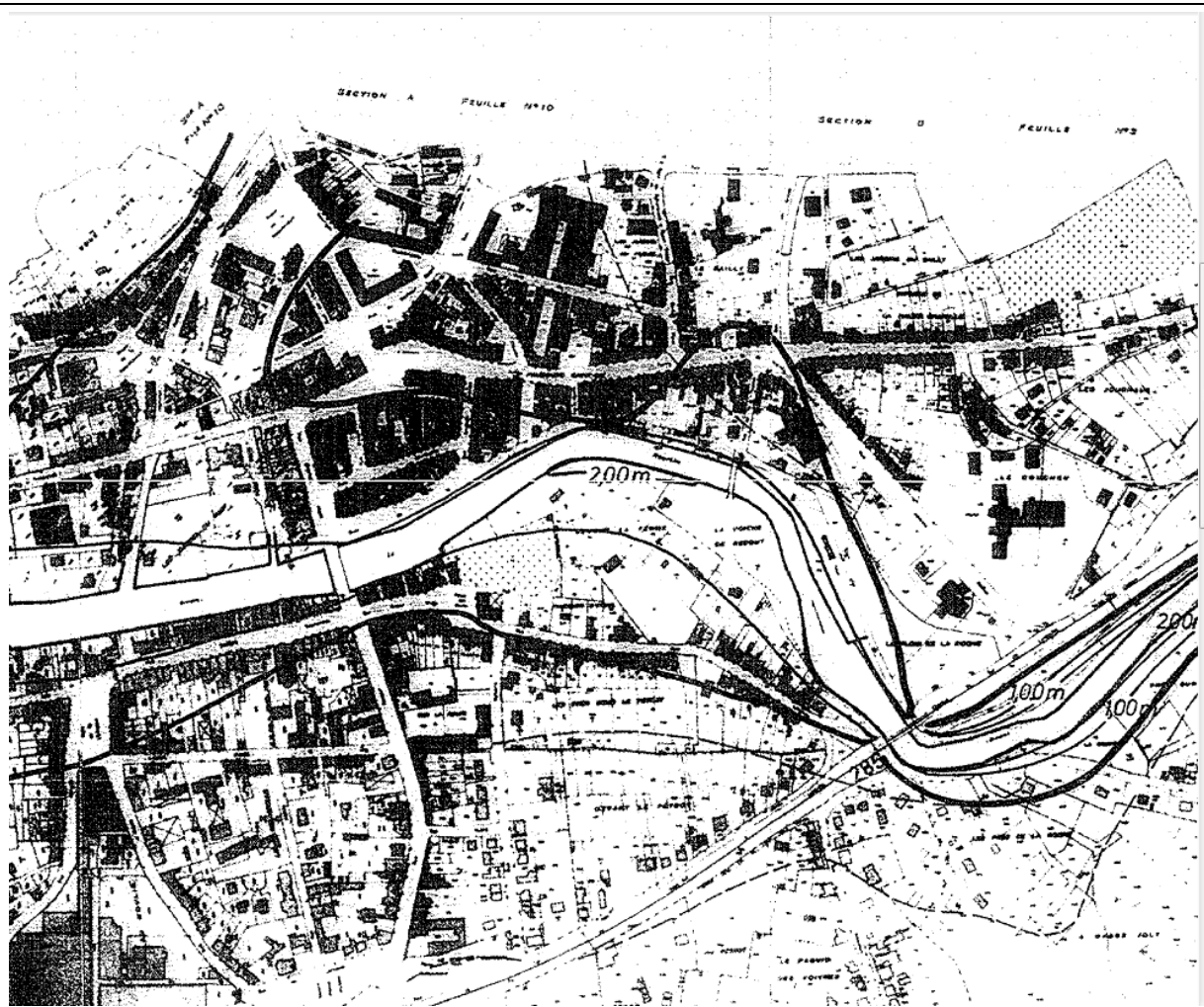
Aucune indication n'est fournie dans l'étude sur la qualité du MNT ayant servi pour réaliser la cartographie ni sur la méthode utilisée. La liste des données topographiques utilisées fait apparaître des profils en longs et en travers et des fonds de plan cadastral à l'échelle 1/10 000ème. A priori aucun levé topographique précis du fond de vallée n'a été fait. Les cartes jointes à l'étude consistent en un fond de plan cadastral sur lequel a été reporté la zone inondable par classes de hauteurs de submersion. Généralement, à cette époque, les cartes étaient extrapolées d'après les profils en travers puis affinées visuellement sur le terrain.

Cartographie disponible

Papier - Q100 au 1/5000 sur fond cadastral avec des limites de submersion à 1,00 et 2,00. Cette cartographie a été scannée par la DDT88.

Papier - Q10 au 1/5000 sur fond cadastral avec des limites de submersion à 1,00 et 2,00. Cette cartographie a été également scannée par la DDT 88.

Les cotes de crue ne figurent pas sur les cartes, il convient des les extrapoler depuis les profils en long fournis dans l'étude (documents scannés par la DDT88).



Extrait de la cartographie de la Q100 (scannée par la DDT 88)

Conclusion pour le TRI St Dié – Baccarat (Meurthe)

Ce TRI pour les inondations de la rivière Meurthe recouvre deux départements :

- sur la section en Meurthe et Moselle, la cartographie du PSS de 1956 peut être utilisée pour la crue moyenne mais les hauteurs de submersion et les cotes de crue ne sont pas disponibles.
- sur la section dans les Vosges, l'étude HYDRATEC de 1989 comporte les cartographies des crues centennale et décennale avec hauteurs de submersion et cotes de crue qui peuvent être utilisées respectivement pour la crue moyenne et la crue fréquente.

4. Cartes des surfaces inondables sur les TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat - Etude de BURGEAP

Il a dans un premier temps été envisagé d'élaborer les cartes Directive Inondation en partenariat avec l'Entente Meurthe Madon. En effet, dans le cadre du PAPI d'intention de la Meurthe, l'EPTB prévoit une étude de modélisation hydraulique de la Meurthe, qui pourra permettre l'élaboration de cartes de surfaces inondables pour des temps de retour jusqu'à 1000 ans. Cependant, les délais de réalisation de cette étude n'étant pas compatibles avec les délais de réalisation des cartes Directive Inondation.

C'est pourquoi, la DREAL Lorraine a dû anticiper par rapport à l'étude de modélisation de l'Entente Meurthe Madon et mettre au point une méthodologie pour établir les cartes des surfaces inondables et des risques dans les délais impartis par la DI.

Cette méthodologie (cf. Tableau 2) est basée sur :

1. l'ensemble des cartes de crues existantes
2. et une étude de cartographie de la crue extrême par croisement de la méthode hydrogéomorphologique avec des données lidar, faite dans le cadre de la convention "Evaluation de l'intérêt de la donnée lidar pour la cartographie hydrogéomorphologique", entre le MEDDTL et l'Université de Montpellier 3 (mars 2012).

En effet, dans le cadre de cette convention, une cartographie de la crue extrême sur le TRI Nancy-Damelevières² a été réalisée en 2012 (rapport d'études "**Utilisation de la donnée Lidar pour la cartographie hydrogéomorphologique et la réalisation de MNZI-rapport méthodologique**", BURGEAP, Université de Montpellier 3, novembre 2012).

Par souci de cohérence, cette méthode a également été appliquée sur le TRI de Saint-Dié Baccarat, pour obtenir la cartographie de la crue extrême.

L'ensemble des prestations nécessaires à l'élaboration des cartes Directive Inondation a été confié au bureau d'études BURGEAP par la DREAL Lorraine, le 17/5/2013.

Un comité technique de suivi de la cartographie sur les TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat a suivi l'étude de BURGEAP. Il était composé de l'Entente Meurthe-Madon, de la DDT54, de la DDT88 et de la DREAL Lorraine.

² à l'exception des communes de Mont-sur-Meurthe et Champigneulle, qui n'étaient pas dans le projet de TRI Nancy-Damelevières au moment de l'étude

Aléa	Méthode de cartographie	Réalisation dans le cadre de la Directive Inondation par BURGEAP
Crue fréquente	<u>De Champigneulles à Laneuveville :</u> Utilisation de la cartographie existante de la Q10 (avril 2006, SNNE)	
	<u>De Varangéville à Blainville :</u> Utilisation de la cartographie existante de la Q10 (SOGREAH, 87-88)	Numérisation des cartes papier
	<u>Commune de Mont sur Meurthe :</u> modélisation simplifiée de la Q10 par BURGEAP	Modélisation
Crue moyenne	Utilisation des cartes d'aléas des PPRI Commune de Mont-sur-Meurthe : Utilisation de la carte du PSS 1956	Commune de Mont-sur-Meurthe : croisement PSS 1956 avec MNT lidar
Crue extrême	Utilisation de la cartographie obtenue par croisement de la méthode hydrogéomorphologique avec des données lidar (BURGEAP, 2012) complétée pour les communes de Champigneulles et Mont-sur-Meurthe Carte de l'extension de l'inondation par l'onde de rupture du barrage de Vieux Pré, pour information	Extension de la cartographie sur les communes de Champigneulles et Mont-sur-Meurthe

Tableau 2 : Synthèse des hypothèses prises pour la cartographie des 3 scénarios de crue sur le TRI de Nancy-Damelevières

Aléa	Méthode de cartographie	Réalisation dans le cadre de la Directive Inondation par BURGEAP
Crue fréquente	Dans le département des Vosges (88) Utilisation de la cartographie existante de la Q10 (HYDRATEC, 1989)	Numérisation des cartes papier
	Dans le département de Meurthe-et-Moselle (54) Utilisation de la cartographie existante de la crue de mars 1988 (qui a un temps de retour de 5 à 10 ans)	Croisement de la cartographie avec données lidar
Crue moyenne	Dans le département des Vosges (88) Utilisation des cartes d'aléas des PPRI pour avoir des hauteurs d'eau	Croisement de la cartographie avec données lidar
	Dans le département de Meurthe-et-Moselle (54) Utilisation du PSS	Croisement de la cartographie avec données lidar
Crue extrême	Cartographie obtenue par croisement de la méthode hydrogéomorphologique avec des données lidar	Réalisation de la cartographie

Tableau 3 : Synthèse des hypothèses prises pour la cartographie des 3 scénarios de crue sur le TRI de Saint-Dié Baccarat

Les paragraphes suivants détaillent l'étude de BURGEAP, de réalisation de la cartographie.

Etude de BURGEAP pour la cartographie des aléas sur les TRI de TRI de Nancy-Damelevières et de Saint-Dié Baccarat

Les trois types d'aléa (fréquent, moyen et extrême) ont été produits selon une méthodologie similaire, ils sont tous les trois le fruit du croisement d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) LiDAR à haute résolution (3 m) et d'une surface d'eau.

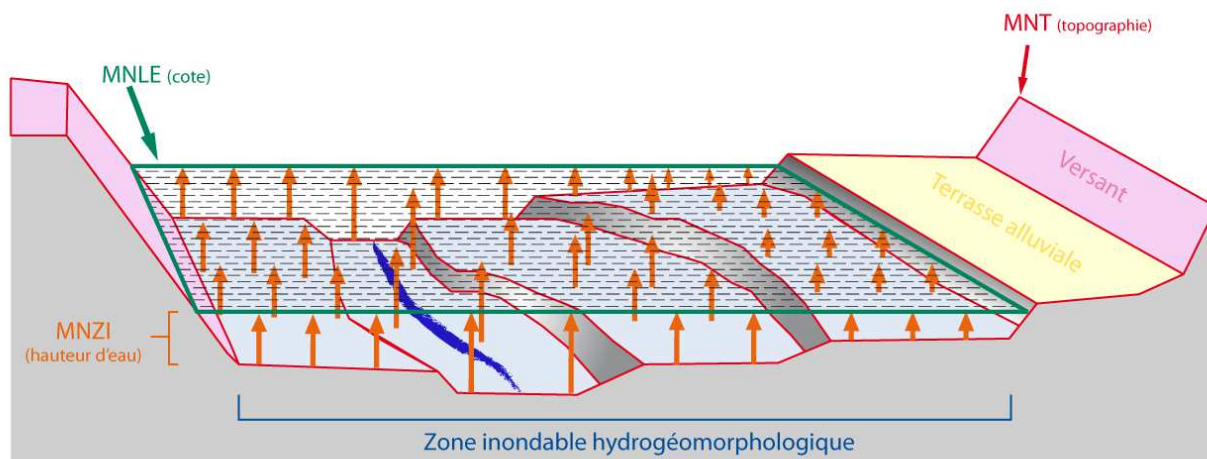
La principale différence méthodologique se situe dans le type de donnée géographique utilisée pour calculer cette surface d'eau. En effet, tel que présenté dans le Tableau 2 et le Tableau 3,

- les crues fréquentes (aléas de forte probabilité) utilisent comme référence des crues décennales ou des crues historiques (1988),
- les crues moyennes (aléas de moyenne probabilité) sont basées sur des PPR ou le PSS de 1956
- et les crues extrêmes (aléas de faible probabilité) est basé sur une cartographie hydrogéomorphologique.

Nous détaillons ci-dessous les principales étapes de la réalisation des cartes de hauteur d'eau sur les TRI de Nancy / Damelevière et de Saint-Dié / Baccarat.

4.1. Crue extrême : réalisation d'un Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI)

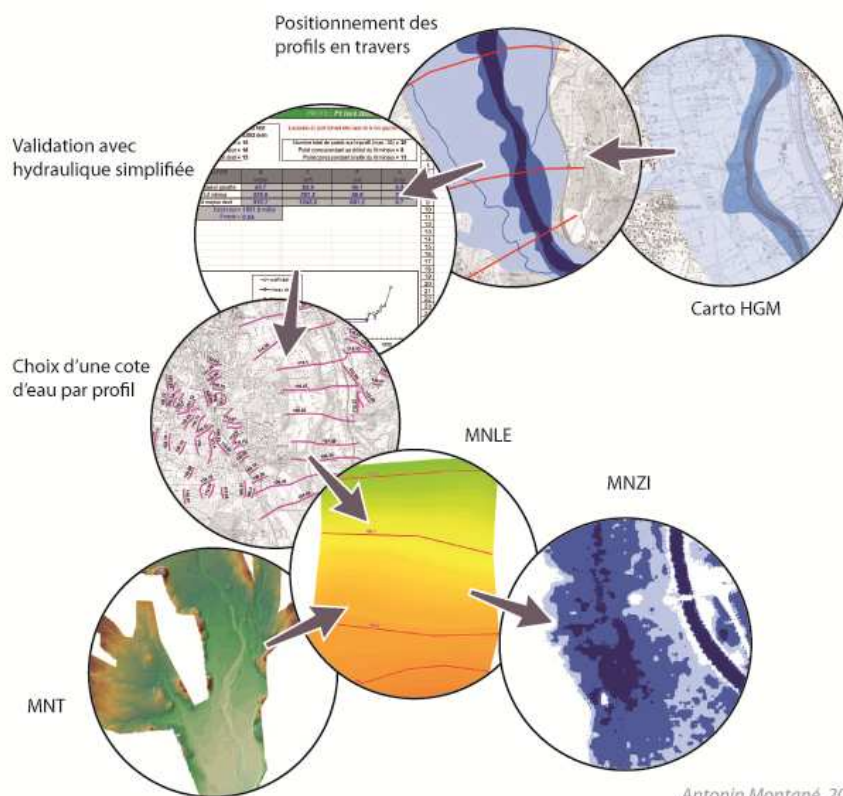
Le Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI) est une carte de hauteur d'eau réalisée par la différence entre un MNT et une surface d'eau ou MNLE (Modèle numérique de ligne d'eau) (Figure 1).



Antonin Montané, 2012

Figure 1 : Principe du Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI)

La réalisation du MNZI se décompose en plusieurs étapes, depuis la cartographie hydrogéomorphologique jusqu'à la carte de hauteur d'eau. Les étapes présentées dans la Figure 2 sont également détaillées ci-dessous



Antonin Montané, 2012

Figure 2 : Étapes de réalisation d'un Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI)

4.1.1. Cartographie hydrogéomorphologique

La cartographie hydrogéomorphologique est une méthode de cartographie des zones inondables, issue de la géomorphologie, une science ayant pour l'objet la description et l'explication des reliefs terrestres.

Les zones inondables correspondent à la plaine alluviale active construite par accumulation de sédiments lors des crues passées. Cette zone inondable composée de différents lits (Figure 3) s'avère très utile pour la cartographie de la crue de faible probabilité puisque les limites externes du lit majeur correspondent à l'extension maximale des zones inondables.

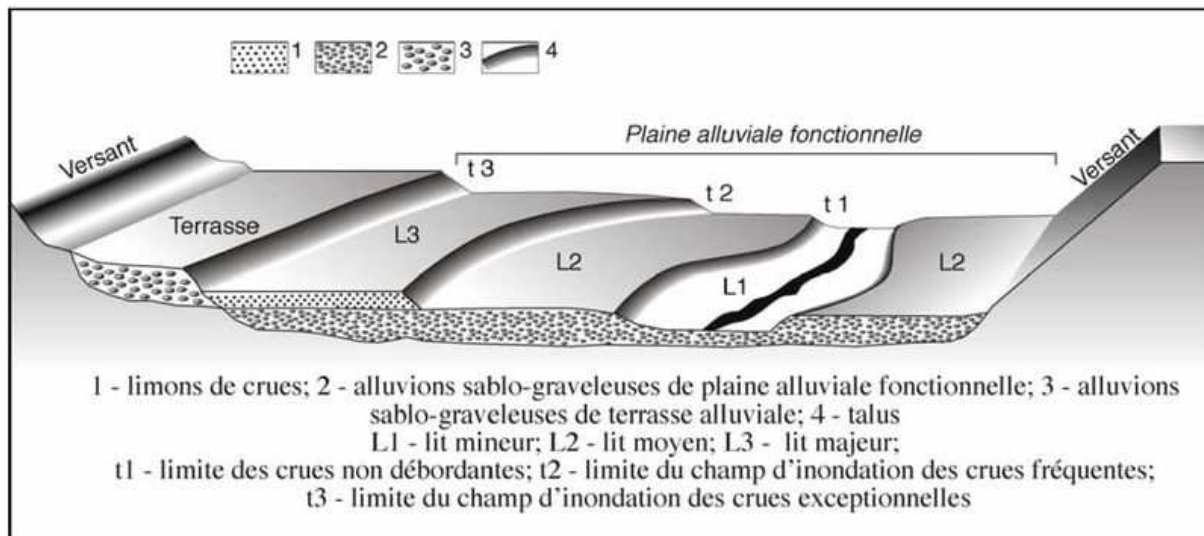


Figure 3 : Unités de la cartographie hydrogéomorphologique (Ballais et al., 2011)

Dans le cadre de cette étude, la détermination des zones inondables est issue d'une combinaison de photo-interprétation et de Lidar-interprétation.

4.1.2. Analyse des discontinuités et positionnement des profils en travers

Avant de placer les profils en travers qui permettront par la suite de déterminer une ligne d'eau, il est indispensable de repérer les principales discontinuités. Ces discontinuités sont :

- les variations du profil en long de la rivière,
- les variations de la largeur du lit majeur,
- la présence d'affluents,
- la variation du système fluvial.

Ainsi, les profils en travers ne sont ainsi pas positionnés à un espacement régulier, mais ils sont placés en vue de prendre en compte le plus fidèlement les variations du plancher alluvial perceptibles à l'échelle du rendu.

4.1.3. Détermination des cotes et sections de contrôle

La détermination d'une cote par profil constitue l'étape la plus délicate. En effet, contrairement à un modèle hydraulique où les cotes sont déterminées par un logiciel qui traite les informations en entrée (débit, géométrie hydraulique...), ces cotes qui constituent le cœur du Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI) doivent faire l'objet d'une expertise géomorphologique combinée à une validation grâce à de l'hydraulique simplifiée.

Dans un premier temps chaque profil se voit attribuer une cote maximale et une cote minimale dont l'écart peut varier d'un profil à l'autre en fonction des incertitudes liées à la topographie. L'écart est en moyenne d'1 m. La Figure 4 présente un zoom sur un profil en travers sur lequel les cotes minimum et maximum sont représentées en pointillés rouges et la cote finale en bleu. S'il est évident que le premier quart gauche du profil est non inondable et le reste est inondable, car correspondant au lit majeur, l'incertitude liée à la cote prend ici tout son sens.

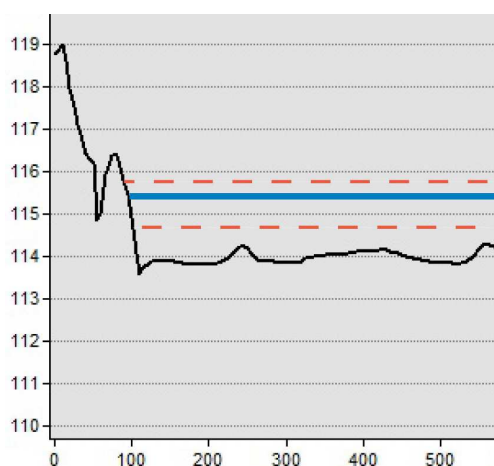


Figure 4 : Incertitudes autour de la ligne d'eau

Afin d'éviter les erreurs grossières de cotes, il est indispensable de comparer les valeurs maximales et minimales de certains profils à des débits existants (Q100, crues historiques).

Les 4 sections de contrôle choisies pour le TRI de St-Dié sont résumées dans le Tableau 4. On note que les débits correspondant aux cotes de la crue extrême déterminées par interprétation hydrogéomorphologique sont toujours au-dessus des crues centennales modélisées. Les feuilles de calcul Manning-Strickler utilisées n'ont pas valeur de modèle hydraulique, mais leur utilisation permet tout de même de mettre en avant que les cotes produites ne sont pas aberrantes.

Localisation section	Débit mesuré pour la crue de faible probabilité	Q100 ou crue historique de référence
Anould	290 m ³ /s	ND
St-Michel-sur-Meurthe	470 m ³ /s	Hydratec(1989) estime la Q100 à St-Dié à 188 m ³ /s
Entre Raon-l'Etape et Thiaville-sur-Meurthe	560 m ³ /s	SAFEGE (1997) estime la Meurthe en aval de Raon à 410 m ³ /s
Flin	590 m ³ /s	SINBIO (2004) estime la Q100 à Baccarat à 436 m ³ /s

Tableau 4 : Sections de contrôle du TRI de St-Dié Baccarat

Tout comme pour le TRI de St-Dié Baccarat, les 3 sections de contrôle du TRI de Nancy (Tableau 5) montrent des débits de crue extrême supérieurs à la crue centennale avec un rapport entre les deux types de d'inondation s'étalant de 1,2 à 1,4. Pour comparaison, sur les TRI de la Moselle, les débits utilisés pour la crue extrême sont proches de $1,3 \times Q_{réf}$ ($Q_{réf}$: débit de la crue de déc. 1947, proche de la centennale).

Localisation section	Débit mesuré pour la crue de faible probabilité	Q100 ou crue historique de référence
Blainville-sur-l'Eau	1000 m ³ /s	SOGREAH (1987) Q100 estimée à Damelevières à 845 m ³ /s
Dombasle-sur-Meurthe	1300 m ³ /s	ND
Nancy, au niveau du Faubourg St-Georges	1400 m ³ /s	SOGREAH (1995), la Q100 de la Meurthe est estimée à 1000 m ³ /s dans la traversée urbaine de Nancy

Tableau 5 : Section de contrôle du TRI de Nancy-Damelevières

4.1.4. Hauteurs d'eau

Après avoir produit le Modèle numérique de ligne d'eau (MNLE), nous réalisons la différence entre celui-ci et la topographie pour obtenir des hauteurs d'eau (Figure 1 et Figure 2). Ces hauteurs d'eau se présentent d'abord sous la forme de fichiers raster où l'information est contenue dans des pixels, pour être ensuite exporté en table Mapinfo, sous forme de polygones SIG (Figure 5).

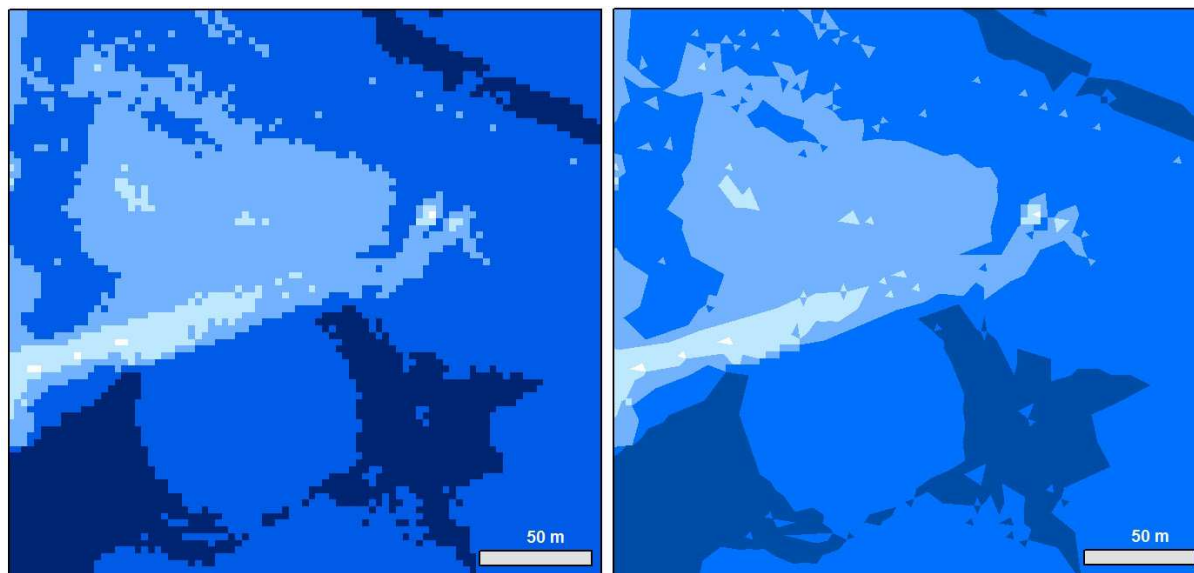


Figure 5 : Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI) raster et Modèle Numérique de Zone Inondable (MNZI) polygones

4.2. Limites et incertitudes de l'étude

La réalisation des cartes de hauteur d'eau se heurte à quelques difficultés qui sont détaillées ci-dessous.

4.2.1. Les données manquantes ou inexactes

Le long des 80 km de cours d'eau que constituent ces deux TRI, certaines portions de la Meurthe présentent des données qui ne peuvent être utilisées, le plus souvent pour des raisons d'obsolescence des données géographiques. Le Tableau 6 résume les différentes parties de la Meurthe qui n'ont pas été cartographiées et les raisons de cette non prise en compte.

TRI	Scénario de crue	Secteur concerné	Raison de la non prise en compte
Saint-Dié / Baccarat	Tous	2 km entre Saulcy-sur-Meurthe et Sainte-Marguerite	Données des crues existantes (Q10, PPR) incohérentes avec la topographie actuelle
	Crue moyenne	3 derniers km du TRI de St-Dié (Azerailles / Fin)	Tracés du PSS supérieurs à la crue extrême déterminée par hydrogéomorphologie. Les limites du PSS correspondent par endroit à des hauteurs d'eau de près de 7 m équivalant à un débit de près de 4000 m ³ /s

Tableau 6 : Secteurs non pris en compte par les cartes de hauteur d'eau

4.2.2. Les incertitudes liées à la méthode

La méthode employée pour cartographier les hauteurs d'eau des trois scénarios de crue comporte des limites qu'il convient de présenter.

Les cartes ne sont pas issues d'un modèle hydraulique et ne peuvent donc pas prendre en compte l'impact d'ouvrages hydrauliques sur la ligne d'eau et notamment une éventuelle surcote en amont d'un remblai routier.

Des différences entre les cartes de hauteur d'eau et les cartes de référence utilisées peuvent apparaître ponctuellement car les méthodes employées et les données topographiques utilisées ne sont pas similaires.

La réalisation du modèle hydraulique complet sur la Meurthe, dans le cadre du PAPI mené par l'EPTB Meurthe-Madon, permettra d'affiner les cartes réalisées.

Les secteurs sensibles sont référencés ci-dessous:

- La représentation de l'aléa fréquent à Rosières-aux-Salines en raison de la difficulté de prendre en compte l'effet digue de la route D19.
- Les aléas de forte et moyenne probabilité sont légèrement différents que leurs données de référence dans l'agglomération nancéenne en raison de la complexité de la topographie et de l'anthropisation du lit mineur de la Meurthe.

4.3. Crue de forte probabilité sur la commune de Mont-sur-Meurthe

Contrairement aux autres communes du TRI, Mont-sur-Meurthe ne dispose pas de cartographie de la crue décennale ou d'une crue historique équivalente. En conséquence, les hauteurs d'eau représentées sur la cartographie de la « Directive Inondation » sont issues d'une modélisation hydraulique de la crue décennale.

Le périmètre d'étude concerne la Meurthe depuis environ 1 km à l'amont du pont de Mont-sur-Meurthe, jusqu'à 1,3 km à l'aval.

Les données hydrologiques introduites ont été évaluées à partir des fiches de synthèse de données hydrologiques de la banque hydro. Les stations observées sont celles :

- de la Meurthe à Luneville ($Q_{10} = 240 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
- de la Vézouze à Luneville ($Q_{10} = 150 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_2 = 86 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
- de la Mortagne à Gerbeviller ($Q_2 = 66 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{10} = 120 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
- de la Meurthe à Damelevières ($Q_{10} = 450 \text{ m}^3/\text{s}$).

Le débit en entrée du modèle est $Q_{10} = 350 \text{ m}^3/\text{s}$. Un débit de $70 \text{ m}^3/\text{s}$ correspondant à l'apport de la Mortagne lors d'une crue décennale sur la Meurthe est également introduit à l'amont du pont. Le débit en sortie du modèle est donc $Q_{10} = 420 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les cotes atteintes par l'écoulement pour chaque profil sont les suivantes :

- P1 : $z = 219.22 \text{ m NGF}$;
- P2 : $z = 218.88 \text{ m NGF}$;
- P3 : $z = 218.55 \text{ m NGF}$;
- P4 : $z = 218.46 \text{ m NGF}$;
- P5 : $z = 218.29 \text{ m NGF}$;
- P6 : $z = 217.71 \text{ m NGF}$.

Les hauteurs d'eau sont ensuite obtenues en suivant la méthodologie du MNZI présentée précédemment.

5. Cartes des risques sur les TRI de Nancy-Damelevières et Saint-Dié Baccarat

5.1. 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 IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), ainsi que des stations de traitement des eaux usées (STEU) de plus de 2000 EH (équivalents habitants),
- Les établissements, infrastructures ou installations sensibles dont l'inondation peut aggraver ou compliquer la gestion de crise.

5.1.1. Bases de données mobilisées

Avant d'être complétée par les connaissances locales, l'analyse des enjeux s'appuie sur 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, représentant un nombre d'habitants et une fourchette d'emplois (cf. annexe 1),
- 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 S3IC** (Gestion Informatique des Données des Installations Classées) pour les IPPC, les ICPE et les installations SEVESO,
- la **Base de Données sur les Eaux Résiduaires Urbaines (BDERU)** pour les Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU),
- les **données issues du rapportage de la directive eau à l'Union Européenne** pour les zones protégées pouvant être impactées par des installations polluantes (IPPC et STEU). Cette donnée, non représentée sur les cartes, est néanmoins reprise dans la base SIG constituée.

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.

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 scénarii d'inondation, au sein de chaque commune du TRI. Celle-ci a été établie à partir d'un semi de point discrétisant l'estimation de la population légale INSEE 2010 à l'échelle de chaque parcelle. Les précisions sur la méthode sont explicitées en annexe.

L'estimation des populations est présentée dans un tableau figurant 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 scénarii d'inondation, au sein de chaque commune du TRI.

L'estimation du nombre d'emplois est présentée dans un tableau figurant dans l'atlas cartographique.

3. Bâtiments dans la zone inondable

Seuls les bâtiments dans la zone potentiellement touchée sont représentés sur les cartes de risques. Cette représentation est issue de la BDTopo de l'IGN.

Ils tiennent compte 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'IGN. 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 prises 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 européen et du Conseil du 24 novembre 2010 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 usées (STEU) prises en compte sont les installations de plus de 2000 équivalents-habitants présentes dans la surface inondable du TRI. La localisation de ces stations est issue d'une base de donnée 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 des enjeux dans la zone potentiellement touchée dont la représentation est issue de la BDTopo de l'IGN.

Ils ont été divisés en plusieurs catégories :

- *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 de police, les préfetures, les centres Météo-France et les Services de Prévision des Crues ;

- *les bâtiments et sites sensibles pouvant présenter des difficultés d'évacuation*, ils sont référencés dans : « prison », « établissements d'enseignement », « hôpital, structure hébergeant des personnes sensibles », « maison de retraite », « camping », « crèches ». Sont concernés sous l'appellation :
 - « établissement d'enseignement » : les écoles maternelles, primaires, collèges et lycées
 - « hôpital, structure hébergeant des personnes » : les établissements de santé (hôpital, clinique, centre de rééducation...) et les structures pour personnes en situation de handicap
 - « camping » : les campings et aires d'accueil des gens du voyage
- *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 potable », « transformateur électrique » et « autre établissement sensible à la gestion de crise ». Sont représentés sous l'appellation :
 - « installation d'eau potable » : les installations de captage et pompage pour besoins agricole ou industriel, 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
 - « autre établissement sensible à la gestion de crise » : les installations SEVESO, les installations nucléaires de base (INB) et certaines ICPE qui si elles étaient inondées compliqueraient la gestion de crise : déchets, production d'électricité...

5.1.2. 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 communes n'est pas touchée par l'aléa, alors la valeur « 0 » est indiquée dans le cartouche.

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. Des études complémentaires ont vocation à être menées dans les années à venir pour les compléter.

5.2. Analyse des enjeux

Les analyses conduites permettent notamment de mettre en évidence les enjeux suivants :

	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Population en zone inondable	460	8 310	18 010
Nombre d'emplois en zone inondable	330	4 910	14 520

Tableau 7 : TRI de Nancy Damelevières - estimation de la population et du nombre d'emplois en zone inondable (chiffres arrondis à la dizaine)

	Crue fréquente	Crue moyenne	Crue extrême
Population en zone inondable	150	1 760	6 100
Nombre d'emplois en zone inondable	20	1 120	6 960

Tableau 8 : TRI de Saint-Dié Baccarat - estimation de la population et du nombre d'emplois en zone inondable (chiffres arrondis à la dizaine)

5.3. 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 une représentation à l'échelle des TRI., mais faisant partie du SIG. Il s'agit :

- des **Installations polluantes IPPC et des Stations de traitement des eaux usées (STEU) de plus de 2000 équivalents habitants** situées dans la zone potentiellement inondable définie dans l'Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondation (EPRI) jusqu'à 30 km en amont des TRI. Les installations 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 Cadre sur l'Eau :
 - « **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 directive 2000/60/CE
 - « **eaux de plaisance** » : il s'agit, pour la France, des zones de baignade dans le cadre de la directive 76/160/CE
 - « **zones de protection des habitats et espèces** » : 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 de la directive 92/43/CEE et de la directive 79/409/CEE.

Annexe 1 : Méthodes d'estimation de la population et du nombre d'emplois en zone inondable

Description de la méthode d'estimation de la population

Données sources :

Données carroyées de population 2009 (carreaux de 200*200m) (les données de 2010 n'étant plus téléchargeables sur le site de l'INSEE...)

Données du foncier 2010 ("MAJIC 2010"), traitées (géoréférencement, anonymisation, remontée de données utiles à l'échelle de la parcelle, ...) et livrées par le CETE NP.

Population INSEE à la commune 2010

Étape 1 : Répartition des données de population sur les parcelles, carreau par carreau :

Formule utilisée : Population à la parcelle (popfisc) = Population du carreau * Surface d'habitation dans la parcelle (Stoth) / Somme des surfaces d'habitation (Stoth) de toutes les parcelles contenues dans le carreau

Pour identifier "les parcelles contenues dans le carreau", une requête géographique de type intersection est utilisée : "parcelles qui intersectent le carreau" (les "parcelles" sont matérialisées par un point dont les coordonnées sont fournies pour chaque parcelle par le CETE NP dans sa livraison).

Si on additionne popfisc sur toute une commune, on ne retombe pas sur la population "officielle" de l'INSEE.

Ceci est dû à la méthode de l'INSEE utilisée pour créer les données carroyées : ces données viennent des déclarations fiscales, et peuvent donc différer des données issues du recensement. (Ex : étudiants rattachés au foyer fiscal de leurs parents, inversion logement principal/habitation secondaire, ...).

On utilise alors un recalage aux deux étapes suivantes.

Étape 2 : Calcul d'un coefficient correcteur communal pour "recaler" la population "fiscale" sur la population issue du recensement INSEE :

Coefficient correcteur = Population communale INSEE 2010 / Somme des "populations fiscales" (popfisc) de toutes les parcelles de la commune

Pour identifier "toutes les parcelles de la commune", une requête attributaire est utilisée : parcelles dont le code INSEE est égal à celui de la commune

Étape 3 : Application de ce coefficient correcteur communal sur chaque parcelle :

Population finale de la parcelle (Popinsee) = Population "fiscale" de la parcelle (popfisc) * Coefficient correcteur communal

On utilise bien les densités de population les plus fines possibles (population carroyée 200*200m), et la donnée

la plus exhaustive possible pour connaître la surface de logement : la surface de logement recensée dans les données du foncier (utilisée pour le calcul de la taxe d'habitation).

La méthode prend bien en compte le fait que la population communale n'est pas uniformément répartie sur toute la commune (utilisation des carreaux de 200*200m), le coefficient correcteur communal est juste un ajustement statistique en fin de chaîne

Description de la méthode d'estimation du nombre d'emplois

Données sources :

L'INSEE produit de nombreux rapports et de nombreuses données, homogènes au niveau national, concernant la question des emplois.

Seules les données suffisamment précises, à l'échelle communale ou infra-communale sont susceptibles de contribuer aux calculs d'emplois sur des zones infra-communales. On trouve celles-ci dans l'onglet « Bases de données » du site de l'INSEE, il s'agit, concernant l'emploi :

- des données locales, à l'IRIS, à la commune, au département, à la région, à l'EPCI, à la zone d'emploi,
- des fichiers détail : enquêtes sur des fractions de population, la zone géographique étant à minima le département,
- du répertoire SIRENE recensant les entreprises et leurs établissements à l'adresse, avec une évaluation du nombre d'employés et une classification de l'activité (par code NAF).

Le répertoire SIRENE, qui comporte les adresses, est le plus adapté à une analyse géographique (infra-communale) des emplois : c'est la base de données qui a été retenue ici : SIRENE® Base de données

“Sirene® base de données” rassemble ainsi des informations économiques et juridiques sur environ 9 millions d'établissements et d'entreprises appartenant à tous les secteurs d'activité. Les données figurant dans la base sont de trois ordres, pour les entreprises et leurs établissements :

- des données d'identification (numéro SIRET, nom, raison sociale, forme juridique, adresse) ;
- des données économiques (code d'activité principale APE, importance de l'effectif salarié par tranche, chiffre d'affaires) ;
- d'autres données (dates de création, de fermeture, ...).

Etape 1 : Extraction de la base SIRENE

Une extraction des établissements situés dans les communes appartenant à des TRI a été réalisée par le Pôle d'Appui National SIRENE au début du mois d'avril 2013, excepté pour Paris, Lyon et Marseille, villes pour lesquelles l'extraction n'a été réalisée que fin août 2013. Le fichier représente 4 429 279 établissements.

Etape 2 : Géocodage de SIRENE Base de données

Le géocodage consiste à attribuer des coordonnées géographiques à une adresse.

Il est ainsi possible, à partir d'un fichier comportant des adresses, d'obtenir un semis de points pouvant être exploité à différentes fins.

Compte tenu du nombre important d'adresses à géocoder, et de la difficulté pour des outils classiques (tel que des services en ligne de géocodage ou la fonction de géocodage des logiciels SIG), il a été décidé de confier à un prestataire ce géocodage de tous les établissements situés dans une commune appartenant à un TRI.

Il a été demandé au prestataire de fournir un indicateur de pertinence de la géolocalisation par établissement (adresse précise, rue, commune, autre).

Sources d'erreurs et biais

Les erreurs possibles sont :

Erreurs liées au fichier SIRENE :

- informations non renseignées : EFETCENT = NN ; cela concerne 301 091 établissements sur 4 429 279, dans des secteurs d'activité variés : on ne peut isoler de typologie majoritaire mais cela peut conduire à sous-estimer notablement l'effectif ;
- effectif de l'établissement reparti sur une seule adresse, alors qu'en réalité il l'est sur plusieurs (exemple : Aix-en-Provence, 2900 personnes situées place de l'Hôtel de Ville !) ; cela concerne principalement les collectivités territoriales. Dans la méthode proposée, ces effectifs ont été exclus.

Erreurs liées au géocodage :

- géocodage non pas à l'adresse mais à la rue, à la commune ou même absence de géocodage : pour y pallier en partie, la méthode proposée répartit les effectifs non localisés sur les établissements bien localisés ;
- mauvaise localisation de l'établissement, que le géocodage situe dans la rue, pouvant être éloignée des bâtiments.

Concernant la méthode :

Des établissements dont la surface est parfois importante (industries automobiles, chimiques ...) sont représentés par un point (essentiellement des entreprises de taille intermédiaire et des grandes entreprises) appartenant ou pas à une surface inondable alors qu'une partie des installations seulement peut être concernée.

Il est choisi de sommer les effectifs quel que soit le type d'établissement ; or certains emploient des personnes travaillant sur d'autres sites (ex : entreprises de nettoyage, sociétés de services en ingénierie informatique, ...).

Étant donné les fourchettes individuelles de la variable EFETCENT (ou la borne supérieure vaut souvent deux fois la borne inférieure), les fourchettes totales restent imprécises, mais permettent d'approcher l'ordre de grandeur.