

Directive inondation

Bassin Rhin-Meuse

RAPPORT DE PRESENTATION

Cartographie du risque inondation sur le Territoire à Risque Important d'inondation (TRI) de PONT-SAINT-VINCENT

Inondation par débordement du Madon

Version approuvée par arrêté SGAR n° 2014-56

En date du : 05 Mars 2014



Sommaire

| | | |
|-------------------------------|---|----|
| 1. | Contexte | 3 |
| 2. | Principes généraux d'élaboration des cartes des surfaces inondables et des risques..... | 5 |
| 3. | Présentation du TRI de Pont-Saint-Vincent | 6 |
| 3.1. | Présentation du Madon..... | 6 |
| 3.2. | Historique des crues du Madon sur le secteur de Pont-Saint-Vincent | 7 |
| 3.3. | Etudes antérieures et cartographies existantes sur le TRI de Pont-Saint-Vincent | 8 |
| 4. | Cartes des surfaces inondables sur le TRI de Pont-Saint-Vincent | 9 |
| 4.1. | Détermination des débits des scénarios de la Directive Inondation..... | 10 |
| 4.2. | Modélisation hydraulique et cartographie des aléas | 10 |
| 4.3. | Limites et incertitudes des résultats obtenus | 11 |
| 5. | Cartes des risques sur le TRI de Pont-Saint-Vincent | 11 |
| 5.1. | Enjeux représentés..... | 11 |
| Bases de données mobilisées : | | 11 |
| Limites et incertitudes | | 13 |
| 5.2. | Analyse des enjeux..... | 14 |
| 5.3. | Enjeux non cartographiés | 14 |

ANNEXES

Annexe 1 : Rapport du CETE de l'Est "Cartographie des crues fréquente, moyenne et extrême du Madon sur le TRI Pont-Saint-Vincent" (août 2013)

Annexe 2 : 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)..... | 5 |
| Tableau 2 : Synthèse des hypothèses prises pour la cartographie des 3 scénarios de crue sur le TRI Pont-Saint-Vincent..... | 9 |
| Tableau 3 : Synthèse des hypothèses de débits prises pour la cartographie des 3 scénarios de crue sur le TRI Pont-Saint-Vincent..... | 10 |

Liste des cartes

| | |
|--|---|
| Carte 1 : Communes du TRI de Pont-Saint-Vincent..... | 6 |
| Carte 2 : Relief du bassin versant du Madon | 7 |

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.

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 le **TRI de Pont-Saint-Vincent, identifié au regard des inondations par le Madon.**

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 stratégie locale de gestion du risque d'inondation sera élaborée sur chaque TRI ou par groupe de 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 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 en particulier des directives et recommandations techniques détaillées pour l'élaboration de cette cartographie.

L'objet du présent rapport est d'explicitier, pour le TRI de Pont-Saint-Vincent, 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.



Bainville-sur-Madon le 04 octobre 2006

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)

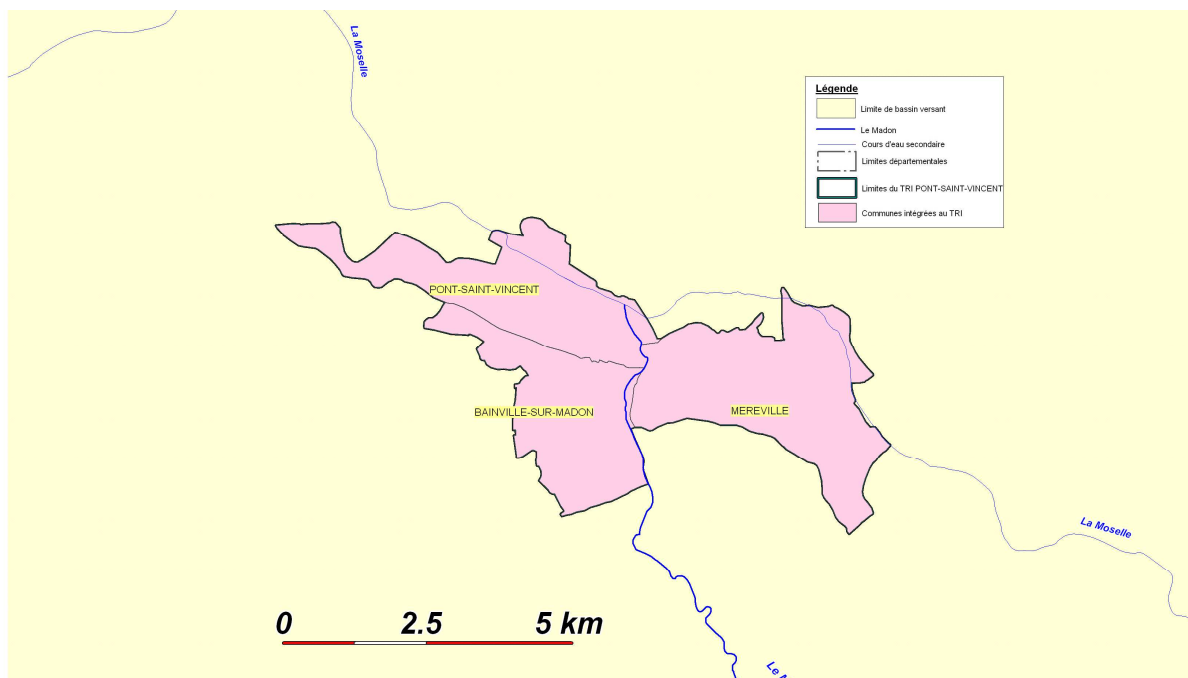
Pour chaque TRI, l'atlas cartographique est composé, dans le cas d'inondation par débordement de cours d'eau, des cartes suivantes :

- 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 du TRI de Pont-Saint-Vincent

Les communes qui font partie du TRI de Pont-Saint-Vincent sont : Bainville-sur-Madon (54), Méréville (54) et Pont-Saint-Vincent (54).



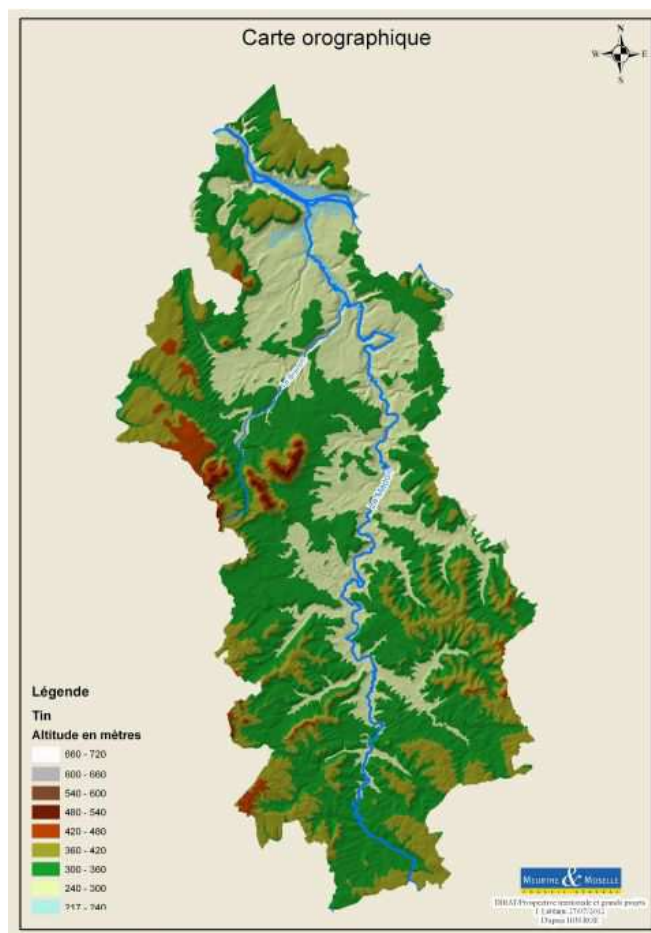
Carte 1 : Communes du TRI de Pont-Saint-Vincent

3.1. Présentation du Madon

Le Madon prend sa source au pied du Ménamont, point culminant des monts Faucilles (Vosges) à 418m d'altitude sur la commune de Vioménil et s'écoule du Sud vers le Nord sur une longueur totale de 96.7 km. Son bassin versant de forme allongée draine une superficie de 1032 km². Il conflue avec la Moselle en rive gauche sur la commune de Pont-Saint-Vincent à une altitude de 220 m.

Le Madon s'écoule selon une pente moyenne à faible (1.9 m/km) dans une vallée encaissée qui parcourt la plaine sous-vosgienne. D'abord forte et irrégulière, sa pente se régularise rapidement pour s'abaisser à environ 1 m/km puis 0.75 m/km sur les quarante derniers kilomètres. Tout au long de son cours, son profil en long est ponctué de nombreux seuils qui entraînent des ruptures de pente.

Ses principaux affluents sont, d'amont en aval, le ruisseau du Beulong (10.8 km), le ruisseau du Brénon (10.4 km), le ruisseau de la Côte d'Attenaye (8.2 km) et le ruisseau de Viterne (8 km), tous quatre en rive gauche.



Carte 2 : Relief du bassin versant du Madon

3.2. Historique des crues du Madon sur le secteur de Pont-Saint-Vincent

Le Plan de Prévention du Risque Inondation du Madon, arrêté en mai 2011, recense plusieurs crues importantes du Madon :

- La **crue de décembre 1947**, provoquée par des pluies tout à fait exceptionnelles cumulées à une fonte de neige. En raison de son ancienneté, peu de témoignages concernent cet événement majeur ; cependant quelques repères de crue subsistent dont le pont de Bainville qui supporte la voie communale de Bayon. Les plus hautes eaux du Madon auraient touché le pied des escaliers de l'église d'Haroué, à la cote 242,27m NGF.¹
- La **crue d'avril 1983** fait suite à une séquence pluvieuse relativement longue suivie de précipitations intenses. Le débit de pointe est estimé à 262 m³/s à Pulligny le 10 avril 1983. Ce débit de pointe est à nouveau quasiment atteint le mois suivant, soit le 26 mai 1983.
- La **crue de novembre 1996** se singularise par sa rapidité, tant dans sa phase de crue que de décrue. La durée globale de l'épisode couvre moins de 4 jours du 12 au 16

¹ Source : "Atlas des Zones Inondables du Madon aval", GINGER-SIEE, avril 2008

novembre. Le débit instantané maximal est estimé à 231 m³/s à Pulligny dans la nuit du 12 au 13 novembre 1996.

- La **crue d'octobre 2006** constitue aujourd'hui la crue historique de référence, tant en termes de dégâts occasionnés que d'informations recueillies. Sur la partie amont et médiane du bassin versant située dans le département des Vosges, elle correspond à la plus forte crue connue (période de retour dépassant une occurrence centennale à la station de Mirecourt). Plus en aval, l'événement s'atténue mais reste remarquable avec un débit estimé à 273 m³/s à Pulligny le 4 octobre 2006.

Les estimations de débits sont données à la station hydrométrique de Pulligny qui constitue le point de mesure présentant l'historique le plus long sur le bassin versant (mise en service en 1965, la superficie du bassin versant y est de 940 km², soit 91% de la surface totale du bassin versant).

3.3. Etudes antérieures et cartographies existantes sur le TRI de Pont-Saint-Vincent

Les communes Bainville-sur-Madon et Pont-Saint-Vincent sont couvertes par le Plan de Prévention des Risques d'Inondations - Rivière Madon (PPRi) du 31 mai 2011.

La commune de Méréville n'est pas couverte par le PPRi de la rivière Madon, puisqu'aucun enjeu n'est touché par la crue de type centennale du Madon.

Les études hydrologiques et hydrauliques réalisées récemment sur le Madon sont les suivantes :

- "Etude des zones inondées du Madon" (SAFEGE, 2002) : étude sur les crues de 1983 et 1996
- "Compléments à l'étude des zones inondables du Madon suite aux crues du 2 et 3 octobre 2006" (SIEE - Ginger, 2007) : expertise hydrologique sur le Madon suite à la crue d'octobre 2006
- "Cartographie des zones inondables de la basse vallée du Madon selon l'approche hydrogéomorphologique" (SIEE - Ginger, 2008),
- "Compléments hydrauliques sur le bassin du Madon - Cartographie de l'aléa inondation Etude des enjeux " (CETE de l'Est, novembre 2009)

Les cartographies disponibles sont les suivantes :

- cartographies de crues historiques : crues d'avril 1983, novembre 1996 et octobre 2006 avec indications sur les laisses de crue et les niveaux atteints
- cartographie de la zone inondable par l'approche hydrogéomorphologique (SIEE, 2007)
- cartes des aléas de la crue de référence (de type centennale) et des enjeux (CETE de l'Est, novembre 2009)

Le PPRi est basé sur la cartographie des zones inondables, établie pour une crue de référence de type centennale (CETE de l'Est, nov. 2009).

4. Cartes des surfaces inondables sur le TRI de Pont-Saint-Vincent

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 du Madon, l'EPTB prévoit une étude de modélisation hydraulique du Madon, 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 ne sont pas compatibles avec les délais de réalisation des cartes Directive Inondation.

C'est pourquoi, la qualification des inondations par le Madon sur le TRI de Pont-Saint-Vincent a été conduite par le CETE de l'Est pour le compte de la DREAL Lorraine. Un comité technique de suivi composé de l'Entente Meurthe-Madon, de la DDT54 et de la DREAL Lorraine a validé les différentes hypothèses prises en compte et les résultats obtenus.

Le principe retenu pour cartographier l'aléa lié aux différents scénarios d'inondation a été de réutiliser le modèle construit en 2009 pour le PPRi dans l'étude : "Compléments hydrauliques sur le bassin du Madon - Cartographie de l'aléa inondation Etude des enjeux " (CETE de l'Est, novembre 2009).

Il s'agit d'un modèle hydraulique 1D (logiciel Mascaret).

L'emprise inondée est ensuite déterminée en projetant la ligne d'eau fournie par le modèle sur la topographie du fond de la vallée.

Les hypothèses retenues sont résumées dans le tableau ci-dessous :

| Aléa | Modèle utilisé | MNT ² utilisé | Réalisation de la cartographie |
|-----------------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| Crue fréquente | Cartographie de la crue de temps de retour 30 ans. Utilisation du modèle hydraulique du Madon | Photogrammétrie 2009 | CETE de l'Est (août 2013) |
| Crue moyenne | Utilisation de la <u>cartographie existante</u> des aléas de la crue de référence de type centennale obtenue sur la base du modèle hydraulique du Madon: <i>pour Bainville-sur-Madon et Pont-Saint-Vincent, ces cartographies correspondent aux aléas des PPRi</i> | Photogrammétrie 2009 | CETE de l'Est (nov. 2009) |
| Crue extrême | Cartographie de la crue de temps de retour 1000 ans Utilisation du modèle hydraulique du Madon (modèle construit à partir de Mascaret) mis au point par le CETE de l'Est en nov. 2009 | Lidar 2012 | CETE de l'Est (août 2013) |

Tableau 2 : Synthèse des hypothèses prises pour la cartographie des 3 scénarios de crue sur le TRI Pont-Saint-Vincent

² MNT : Modèle Numérique de Terrain

Le rapport du CETE de l'Est "Cartographie des crues fréquente, moyenne et extrême du Madon sur le TRI Pont-Saint-Vincent" (août 2013) est joint en annexe 1 du présent rapport.

Il détaille en particulier :

- la détermination des débits des scénarios de la Directive Inondation,
- la modélisation hydraulique faite dans le cadre de cette étude et la cartographie des aléas obtenue,
- les limites et incertitudes de l'étude.

Ces différents points sont résumés ci-dessous.

4.1. Détermination des débits des scénarios de la Directive Inondation

Les hypothèses suivantes ont été retenues :

| | Confluence Moselle Madon Débits arrondis à 5 m³/s près |
|-----------------------|--|
| Crue fréquente | $Q_{30\text{ans}} = 310 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| Crue moyenne | $Q_{100\text{ans}} = 345 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| Crue extrême | $Q_{1000 \text{ ans}} = 465 \text{ m}^3/\text{s}$ |

Tableau 3 : Synthèse des hypothèses de débits prises pour la cartographie des 3 scénarios de crue sur le TRI Pont-Saint-Vincent

4.2. Modélisation hydraulique et cartographie des aléas

Le modèle hydraulique utilisé est basé sur MASCARET. Il a été développé dans le cadre de l'étude : "Compléments hydrauliques sur le bassin du Madon - Cartographie de l'aléa inondation Etude des enjeux " (CETE de l'Est, novembre 2009).

Le modèle a été calé sur le Madon avec la crue d'octobre 2006.

La cartographie de l'aléa inondation de la crue centennale établie lors de la réalisation de PPRi pour la crue moyenne a été reprise. Cette cartographie était basée sur un modèle numérique de terrain (MNT) issu de levés effectués en 2009 par méthode photogrammétrique au 1/5 000ème. Par souci de cohérence, le CETE de l'Est a utilisé le même MNT pour le calcul de la crue fréquente. En effet, l'utilisation de MNT issus de levés différents tant en précision qu'en méthode de levé et que dans le temps génère souvent des incohérences dans la comparaison de cartographies.

Le MNT utilisé pour la cartographie de la zone inondable et des hauteurs de submersion de la crue extrême est le LIDAR de 2012 issu du marché national passé par le Ministère de l'Ecologie avec l'IGN.

4.3. Limites et incertitudes des résultats obtenus

Le rapport du CETE de l'Est (joint en annexe 1) liste l'ensemble des limites et incertitudes de cette étude. Il s'agit des incertitudes dans l'ensemble de la chaîne de production des cartes des zones inondables, à savoir : hydrologie, hydraulique, MNT.

5. Cartes des risques sur le TRI de Pont-Saint-Vincent

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.

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 2),
- 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 de la fourchette d'emploi 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 préfectures, 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 », « crèche », « camping ». 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...

Limites et incertitudes

En ce qui concerne les estimations de la population et des 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 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 :

- Estimation de la population en zone inondable (nombre d'habitants)

| | Crue fréquente | Crue moyenne | Crue extrême |
|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Débordement du Madon | < 99 | <129 | <192 |

- Estimation du nombre d'emplois en zone inondable :

| | Crue fréquente | Crue moyenne | Crue extrême |
|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Débordement du Madon | <150 | <150 | <150 |

- Les gares de Pont-saint-Vincent et Bainville-sur-Madon se situent dans la zone inondable ainsi qu'un réservoir d'eau à Pont-Saint-Vincent.

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 et listé dans ce rapport. 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'Évaluation 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.

1. **Installation polluante IPPC** située dans la zone potentiellement inondable 30 km en amont du TRI :
Usine VICAT à Xeuilley (54)

2. **Station de traitement des eaux usées (STEU) de plus de 2000 équivalents habitants** située dans la zone potentiellement inondable 30 km en amont du TRI :
Aucune STEU identifiée.

3. **Zone protégée pouvant être impactées par des installations polluantes IPPC ou STEU :**
Zone NATURA 2000 – Directive Habitat : FR4100233 « Vallée du Madon (secteur Haroué / Pont-Saint-Vincent), du Brénon et carrières de Xeuilley »

Annexe 1 : Rapport du CETE de l'Est "Cartographie des crues fréquente, moyenne et extrême du Madon sur le TRI Pont-Saint-Vincent" (août 2013)

CETE de l'Est

Groupe SOLEO



Réseau
Scientifique et
Technique

Cartographie des crues fréquente, moyenne et extrême du Madon sur le TRI de Pont-St-Vincent

Rapport d'étude

Dossier N°2013-D65-029
Août 2013

Présent
pour
l'avenir



Centre d'Études techniques de l'Équipement de l'Est
Groupe SOLEO

Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement

Références de la commande

| |
|-------------------------|
| DREAL Lorraine |
| Mme Anne WEISSE |
| Affaire N° 2013-D65-029 |

Historique des versions du document

| Version | Date | Commentaires |
|---------|-----------|---|
| V1 | 31/05/13 | Première rédaction Thierry DEVILLARD |
| V2 | 17/06/13 | Relecture PhG |
| V3 | 2/07/2013 | Version finale après réception du Lidar |
| V4 | 1/08/2013 | Version finale après remarques DDT54 |

Affaire suivie par

| |
|---|
| Philippe GASTAUD & Thierry DEVILLARD - LRPC de Nancy, Groupe SOLEO |
| Tél. 03 83 18 31 47 / fax 03 83 18 41 00 |
| Mél. Thierry.Devillard@developpement.durable.gouv.fr |

Référence Intranet

| |
|---|
| http://intra.cete-est.i2/ |
|---|

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1 Contexte de l'étude..... | 5 |
| 1.1 Périmètre d'étude..... | 5 |
| 1.2 Spécifications attendues..... | 6 |
| 2 Études et données existantes..... | 6 |
| 3 Analyse des études existantes et détermination des débits des scénarios de la directive inondation..... | 7 |
| 4 Modélisation hydraulique et cartographie..... | 9 |
| 4.1 Modèle hydraulique existant..... | 9 |
| 4.2 Exploitation du modèle sous MASCARET..... | 10 |
| 4.3 Cartographie..... | 11 |
| 4.4 Rendu SIG..... | 12 |
| 5 Limites et incertitudes sur les résultats obtenus..... | 13 |
| 5.1 Hydrologie..... | 13 |
| 5.2 Hydraulique..... | 13 |
| 5.3 Modèle numérique de terrain..... | 13 |
| 5.4 Conclusion sur les limites et incertitudes des résultats..... | 14 |
| 6 Conclusion..... | 14 |

Index des illustrations

| | |
|---|----|
| Illustration 1: Situation du TRI de Pont-St-Vincent sur le Madon..... | 5 |
| Illustration 2: Comparaison des débits caractéristiques issus des différentes études..... | 8 |
| Illustration 3: Schéma de principe de la modélisation hydraulique..... | 9 |
| Illustration 4: Profil en long des lignes d'eau de la crue centennale et de la crue d'octobre 2006..... | 10 |
| Illustration 5: Profil en long des résultats de simulations..... | 11 |

Annexe 1 : Etude SOGREAH – Débit réduit du Madon

Annexe 2 : Détail rendu SIG – Organisation des dossiers et tables MapInfo



Bainville-sur-Madon le 4 octobre 2006

1 Contexte de l'étude

La directive européenne du 23 octobre 2007 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 et par le décret n°2011-227 du 2 mars 2011, qui modifient le code de l'environnement.

La mise en œuvre comporte les étapes suivantes :

- évaluation préliminaire des risques d'inondation (EPRI), arrêtée par le Préfet coordonnateur du bassin Rhin-Meuse le 22 décembre 2011 ;
- identification des territoires à risque important d'inondation (TRI), arrêtée par le Préfet coordonnateur du bassin Rhin-Meuse le 18 décembre 2012 ;
- **élaboration, pour trois niveaux d'inondation (événements fréquent, moyen et extrême), des cartes des surfaces inondables et des cartes des risques d'inondation dans les TRI, pour le 22 décembre 2013 ;**
- élaboration des plans de gestion des risques d'inondation (PGRI), à achever pour le 22 décembre 2015.

L'étape actuellement en cours est l'élaboration des cartes de surfaces inondables et des cartes de risques d'inondation dans les TRI pour fin 2013.

Le CETE de l'Est / LRN apporte un appui méthodologique et une expertise sur l'ensemble des cartographies établies sur les TRI des districts hydrographiques du Rhin et de la Meuse. En particulier, sur le TRI de « Pont St Vincent » sur le Madon, il est chargé d'élaborer les cartes de l'aléa correspondant aux événements de faible, moyenne et forte probabilité, objet de la présente étude.

1.1 Périmètre d'étude

Le périmètre d'étude est constitué du TRI « Pont-Saint-Vincent », composé de 3 communes à la confluence du Madon et de la Moselle (Pont-St-Vincent, Méréville et Bainville-sur-Madon).

Il s'agit d'étudier les débordements de la rivière Madon sur ce territoire pour les trois scénarios de crue définis par la circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « Cartographie » de la directive européenne. La cartographie ne sera réalisée que sur le périmètre du TRI et que pour les débordements de la rivière Madon, soit un linéaire d'environ 3,4 km.

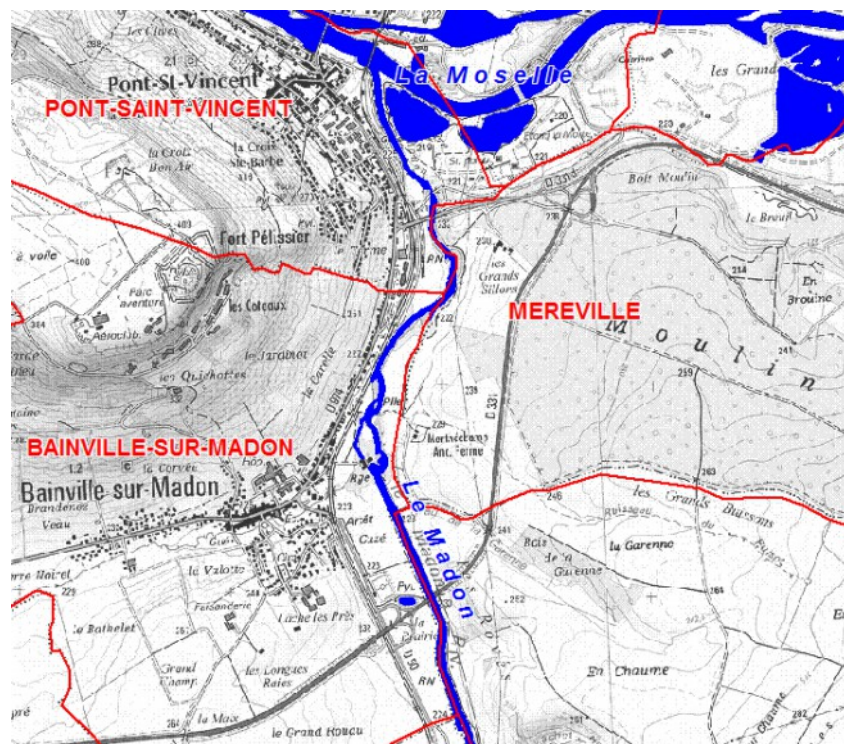


Illustration 1: Situation du TRI de Pont-St-Vincent sur le Madon

1.2 Spécifications attendues

Au niveau national, les trois scénarios de crue sont définis de la manière suivante :

1. Aléa de faible probabilité (dénommé parfois événement extrême): Phénomène d'inondation exceptionnel inondant toute la surface de la plaine alluviale fonctionnelle (lit majeur) pouvant être estimé comme un maximum à prendre en compte pour la gestion d'un territoire (hors aménagements spécifiques : centrales nucléaires, grands barrages), et pour lequel les éventuels systèmes de protection mis en place ne sont plus efficaces. A titre indicatif, une période de retour d'au moins 1000 ans sera recherchée ;
2. Aléa de probabilité moyenne : événement ayant une période de retour comprise entre 100 et 300 ans, qui correspond dans la plupart des cas à l'aléa de référence du PPRi, si il existe. Si aucun événement historique de référence n'est exploité, un événement modélisé de type centennal sera recherché ;
3. Aléa de forte probabilité (parfois dénommé événement fréquent) : événement provoquant les premiers dommages conséquents, commençant à un temps de retour de 10 ans et dans la limite d'une période de retour de l'ordre de 30 ans.

La circulaire du 16 juillet 2012 relative à la mise en œuvre de la phase « Cartographie » de la directive européenne préconise dans son annexe 3 « Recommandations techniques pour l'élaboration de la cartographie des surfaces inondables et des risques » les éléments suivants :

- faire une analyse critique des résultats des études hydrologiques recensées,
- faire l'analyse probabiliste des débits de crues évalués aux stations hydrométriques, en affichant clairement les débits maxima jaugés,
- rechercher des informations sur les crues historiques antérieures aux mesures hydrométriques continues et incorporer ces informations et les évaluations des débits associées dans l'analyse,
- rechercher des informations disponibles sur des événements historiques extrêmes ayant touché les bassins proches et de caractéristiques comparables et analyser leur impact potentiel,
- compléter par des méthodes d'analyse qui prennent en compte les observations pluviométriques :
 - Gradex et variantes, Schadex, Shypre,
 - pour les bassins versants non jaugés d'une superficie comprise entre 10 et 1000 km², par les résultats Shyreg qui seront fournis par la DGPR accompagnés d'une notice d'utilisation, en vérifiant au niveau local la qualité des estimations Shyreg pour des probabilités fortes sur des bassins jaugés dans le secteur.

Il s'agit donc de définir cet aléa au niveau hydrologique en des points caractéristiques du TRI que l'on choisira en fonction des stations hydrologiques les plus représentatives du secteur (historique, pérennité) mais aussi en fonction des besoins d'entrée dans le modèle utilisé pour calculer le MNSLE.

2 Études et données existantes

Quatre études sur les crues du Madon ont été réalisées ces dernières années :

1. Étude sur les crues de 1983 et 1996 réalisée par SAFEGE en 2002 ;
2. Expertise hydrologique sur le Madon suite à la crue d'octobre 2006 réalisée par SIEE – Ginger en 2007 ;
3. Cartographie des zones inondables de la basse vallée du Madon selon l'approche hydromorphologique réalisée par SIEE – Ginger en 2008 ;
4. Compléments hydrauliques – Cartographie de l'aléa inondation et étude des enjeux sur le

Madon en Meurthe et Moselle en vue de l'élaboration du PPRi, réalisée par le CETE Est / LRN en 2009.

A ces quatre études, il faut ajouter l'étude de l'atlas des zones inondables de la Moselle de SOGREAH réalisée entre 1998 et 2002 qui comporte une étude hydrologique de la Moselle et de ses principaux affluents dont le Madon.

Ces quatre études permettent de bénéficier d'une quantité très importante d'informations sur les crues passées, de la cartographie des crues d'avril 1983, novembre 1996 et octobre 2006 avec indications sur les laisses de crue et les niveaux atteints. La crue d'octobre 2006 a par ailleurs fait l'objet d'une campagne de photographies aériennes disponibles pour l'étude.

De nombreuses laisses de la crue d'octobre 2006 ont été relevées et nivelées.

En 2009 et en vue de la cartographie de l'aléa de type PPRi, le CETE de l'Est a réalisé sur quatre secteurs du Madon un modèle hydraulique sous MASCARET en régime permanent. Le secteur de la confluence de Pont-St-Vincent à Pierreville a été modélisé, il englobe la section de Bainville-sur-Madon à Pont-St-Vincent, objet de la présente étude.

3 Analyse des études existantes et détermination des débits des scénarios de la directive inondation

La station hydrométrique la plus proche du secteur d'étude est celle de Pulligny à 8,9 km en amont de la confluence avec la Moselle. Cette station a été créée en 1964, elle mesure en continu le niveau du Madon, puis les données de hauteurs mesurées sont transformées en débits via une courbe de tarage. Le plus fort débit jaugé (réellement mesuré) est de 95,4 m³/s le 5 octobre 2006.

Les principales crues historiques correspondent à des débits de pointe estimés à 262 m³/s pour la crue du 10 avril 1983, à 231 m³/s pour celle des 12 et 13 novembre 1996 et à 273 m³/s pour celle des 3 et 4 octobre 2006. Ces événements ainsi que la crue de décembre 1947 représentent les épisodes majeurs connus par le Madon au cours du siècle dernier.

Certaines études citées au paragraphe 2 ci-avant présentaient une analyse hydrologique et un calcul des débits caractéristiques du Madon :

- Étude SOGREAH (1998-2000) : SOGREAH a développé une méthode (SPEED¹) permettant de calculer le débit de pointe pour une crue de temps de retour donné par lecture sur un abaque du « débit réduit » puis application dans une simple formule. Cet abaque a été réalisé sur le Madon lors de l'étude hydrologique de la Moselle et de ses affluents (cf annexe 1).
- Étude SAFEGE (2002) : calcul des débits Q2, Q5, Q10, Q20, Q30, Q50 et Q100 pour les stations HYDRO du bassin versant du Madon et calcul des hydrogramme correspondants. Pour Pulligny, les débits ont été calculés, par un ajustement à la loi de Gumbel et également par la méthode du gradex. Puis SAFEGE avait retenu les débits issus de l'ajustement à la loi de Gumbel pour les débits inférieurs ou égal à la Q10 puis ceux issus de la méthode du gradex pour les autres. Il convient de noter que cette étude a plus de 10 ans et qu'elle ne prend pas en compte les crues de 2006.
- Étude Ginger (2007) : Analyse de la crue d'octobre 2006 et calcul des débits caractéristiques pour les stations du bassin versant. Pour Pulligny, les débits caractéristiques ont été calculés par un ajustement à la loi de Gumbel par la méthode des moments de qualité jugée 'acceptable'.

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats de ces études à Pulligny (pour l'étude SOGREAH, nous avons complété le tableau jusqu'à la crue millénaire en utilisant leur tableau des débits réduits issu de la méthode SPEED comme sur l'annexe 1). Nous avons également complété le tableau avec les données SHYREG² fournies par l'IRSTEA³ dans le cadre de la directive inondation.

1 Système Probabiliste d'Études par Événements Discrets (SOGREAH, 2000)

2 cf. ARNAUD P., EGLIN Y., JANET B., PAYRASTRE O., 2013, Notice d'utilisation des bases de données SHYREG-DEBIT. *Méthode, performances, limites*.

3 Institut National de Recherches en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture

| Bureau d'étude | Méthode | Q10 | Q20 | Q30 | Q50 | Q100 | Q300 | Q1000 |
|----------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
| SOGREAH | méthode SPEED | 238 | 269 | 286 | 308 | 337 | 382 | 436 |
| SAFEGE | Gumbel | 239 | 273 | 293 | 317 | 350 | | |
| | Gradex si > Q10 | 239 | 282 | 318 | 364 | 425 | | |
| GINGER | Gumbel | 234 | 265 | | 306 | 337 | | |
| IRSTEA | SHYREG | 254 | | 330 | | 427 | 546 | 696 |

Illustration 2: Comparaison des débits caractéristiques issus des différentes études

On constate que pour les débits Q10, Q20, Q30, Q50 et Q100, les valeurs fournies par les trois premières études sont très proches (à l'exception de la méthode du gradex qui sur-estime généralement les débits et qui est principalement utilisée pour les bassins versants où il n'y a pas de station de mesure).

Par rapport à ces débits, les valeurs SHYREG sont très supérieures. On constate que plus le temps de retour s'accroît, plus l'écart augmente en pourcentage : pour les Q10, Q30 et Q100, les écarts par rapport à la moyenne des valeurs des études sont respectivement de 7 %, 14 % et 25 %. Pour la crue millénaire, le débit SHYREG (696 m³/s) est plus de deux fois supérieur à la crue centennale (moyenne des études antérieures = 341 m³/s).

Il apparaît donc que les débits SHYREG sont certainement surestimés sur le Madon. Nous proposons de retenir :

- la moyenne des valeurs des études antérieures jusqu'à la crue cinquantennale,
- la valeur qui avait été retenue pour la modélisation hydraulique et la cartographie de l'aléa de la crue centennale lors la réalisation de PPRi à savoir 337 m³/s. Cette valeur est celle de l'étude du bureau d'études GINGER, elle est identique à celle de SOGREAH et proche de celle de SAFEGE.,
- les valeurs extrapolées de la méthode SPEED de SOGREAH pour la Q300 et la Q1000.

Dans ces conditions, les valeurs retenues pour les débits caractéristiques du Madon à Pulligny sont les suivants (arrondies à 5m³/s près) :

| Q10 | Q20 | Q30 | Q50 | Q100 | Q300 | Q1000 |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 237 m ³ /s | 269 m ³ /s | 290 m³/s | 310 m ³ /s | 340 m³/s | 382 m ³ /s | 435 m³/s |

Nota : en procédant ainsi, Q1000=Q100 + 28 %

Pour l'extrapolation des débits de Pulligny jusqu'à la confluence avec la Moselle, nous utiliserons le rapport des surfaces de bassins versants à la puissance 0,75 (sauf pour la crue centennale où le débit était estimé à 346 m³/s dans l'étude d'aléa pour les PPRi de Bainville-sur-Madon et Pont-St-Vincent).

La surface du bassin versant du Madon à Pulligny étant de 942 km², celle à la confluence avec la Moselle étant de 1 032 km², le coefficient à appliquer aux débits de Pulligny pour obtenir ceux à la confluence avec la Moselle est donc de **1,07** ($1032^{0,75}/942^{0,75}$). Les débits à prendre en compte au niveau de la confluence Moselle Madon sont donc les suivants :

| Q10 | Q20 | Q30 | Q50 | Q100 | Q300 | Q1000 |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 254 m ³ /s | 288 m ³ /s | 310 m³/s | 332 m ³ /s | 345 m³/s | 409 m ³ /s | 465 m³/s |

Pour les trois scénarios de la directive inondation, nous proposons de retenir :

- crue fréquente : Q30
- crue moyenne : Q100
- crue extrême : Q1000

4 Modélisation hydraulique et cartographie

Sur la vallée du Madon, les Plans de Prévention des Risques Inondation (PPRI) sur les communes de Pont St Vincent, Bainville-sur-Madon, Xeulley, Pierreville, Ceintrey, Voinémont, Lemainville, Haroué et Xirocourt ont été prescrits le 24 novembre 2006. La DDEA 54 avait confié au CETE de l'Est la réalisation des études d'aléas sur ces communes.

Le CETE avait réalisé quatre modèles hydrauliques sous MASCARET en régime permanent, Madon1 de Pont-St-Vincent à Pierreville, Madon2 de Ceintrey à Lemainville, Madon3 sur Haroué et Madon4 sur Xirocourt.

Le TRI de Pont-Saint-Vincent sur le Madon regroupe les communes de Pont-St-Vincent, Bainville-sur-Madon et Méréville, ce secteur correspond à la partie aval du modèle Madon1.

4.1 Modèle hydraulique existant

La modélisation mathématique avait été effectuée à l'aide du logiciel MASCARET développé par EDF et le CETMEF (Centre d'Etudes Techniques Maritimes Et Fluviales). Il s'agit de modèles hydrauliques filaires en écoulement permanent. Le principe de modélisation figure dans le schéma ci-après. La modélisation se passe en trois étapes :

1. construction du modèle, saisie des profils en travers et des ouvrages d'art (seuils, ponts, remblais routiers.....) décrivant le fond de vallée inondable.
2. Simulation avec une crue connue en débit et calage des paramètres internes au modèle hydraulique, à savoir les pertes de charge au niveau des ouvrages et les coefficients de frottement du lit mineur et majeur. Le calage s'effectue par comparaison entre la ligne d'eau calculée par le modèle et celle réellement observée (repères de crue). On modifie les paramètres internes du modèle jusqu'à ce que la ligne d'eau calculée et celle observée coïncident.
3. Simulation avec la crue de projet (crue centennale) et obtention de la ligne d'eau de référence.

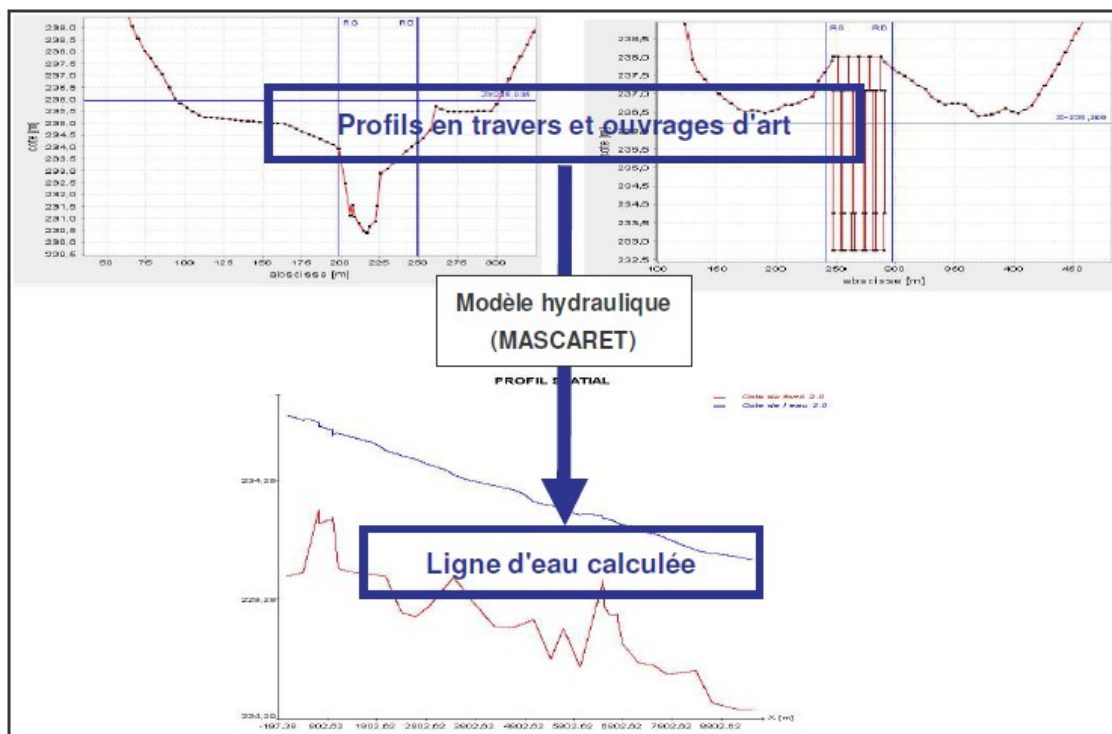


Illustration 3: Schéma de principe de la modélisation hydraulique

Lors de la crue d'octobre 2006, une campagne de terrain avait permis de récolter de nombreuses laisses de

crue, celles-ci ayant été levées par un géomètre ont permis un calage fin du modèle hydraulique. Le modèle a donc été calé avec la crue d'octobre 2006.

Pour le modèle Madon1, les coefficients de rugosité de Strickler retenus après calage étaient les suivants :

- Lit mineur : $K=15$ à 17 .
- Lit majeur : $K=10$.

L'étude d'aléa en vue du PPRI portait uniquement sur la cartographie de la zone inondable par la crue centennale. Les écarts altimétriques entre la crue d'octobre 2006 et la crue centennale sont de l'ordre de 40 à 50 cm sur le secteur Madon1. L'illustration ci-après montre cet écart sur le profil en long.

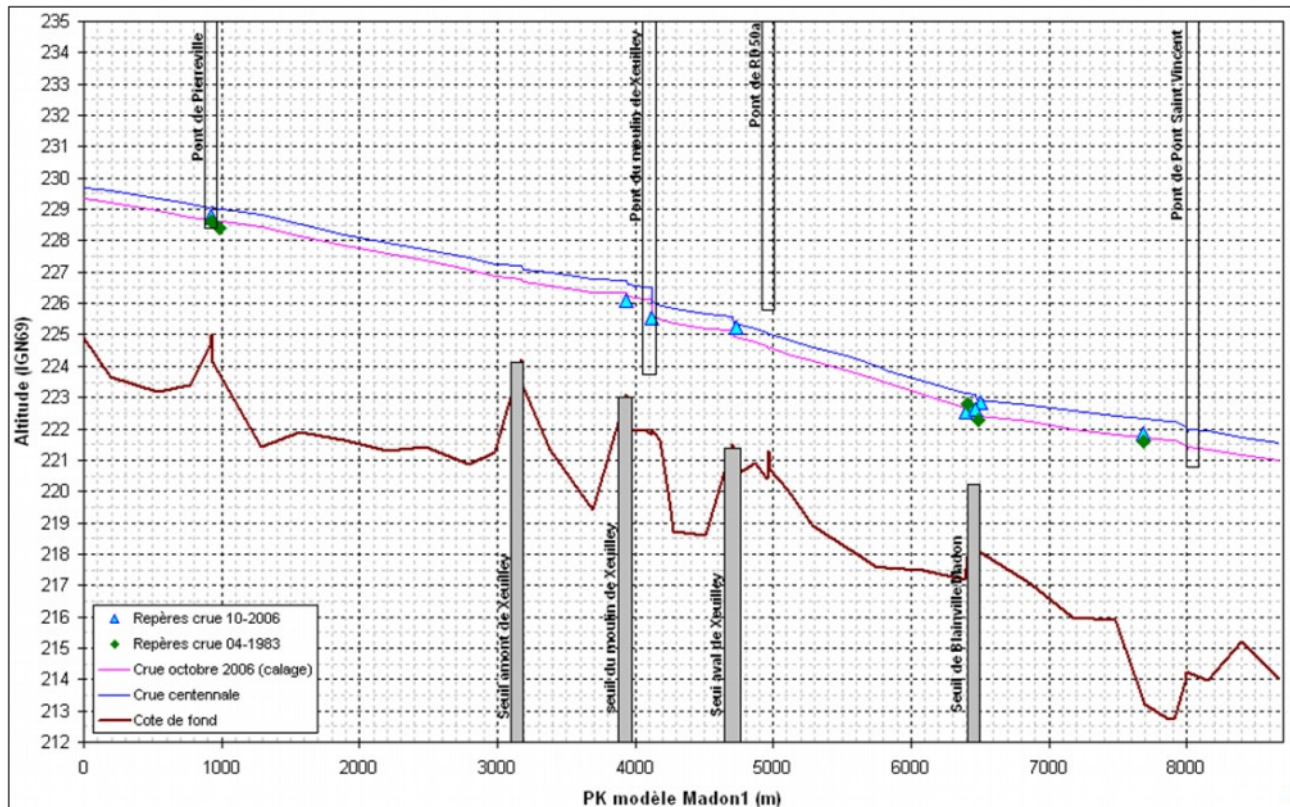


Illustration 4: Profil en long des lignes d'eau de la crue centennale et de la crue d'octobre 2006

4.2 Exploitation du modèle sous MASCARET

Lors de la simulation de la crue centennale du Madon sous Mascaret, nous avons pris pour condition aval du modèle la cote de la crue de référence (proche de la centennale) de la Moselle au niveau de la confluence. Ce choix était pessimiste car la probabilité de la concomitance d'une crue centennale du Madon avec une crue centennale de la Moselle est très faible.

Pour la crue millénale et la crue trentennale, nous avons réalisé des tests de sensibilité en prenant les conditions aval suivantes :

- Crue millénale – Qref de la Moselle
 - Qref + 10 %
 - Qref 30 % (proche de la millénale)
- Crue trentennale – Q30 de la Moselle
 - Q30 – 20 cm
 - Q30 + 20 cm

La cote aval à la confluence (condition aval du modèle hydraulique) a été obtenue d'après des simulations avec le modèle hydraulique de la Moselle (modèle CARIMA de SOGREAH).

Ci-dessous et en annexe figure le profil en long des résultats des simulations obtenus sur le Madon avec Mascaret pour les différents scénarios. Nous avons également simulé la crue décennale avec pour condition aval la cote de la crue décennale de la Moselle.

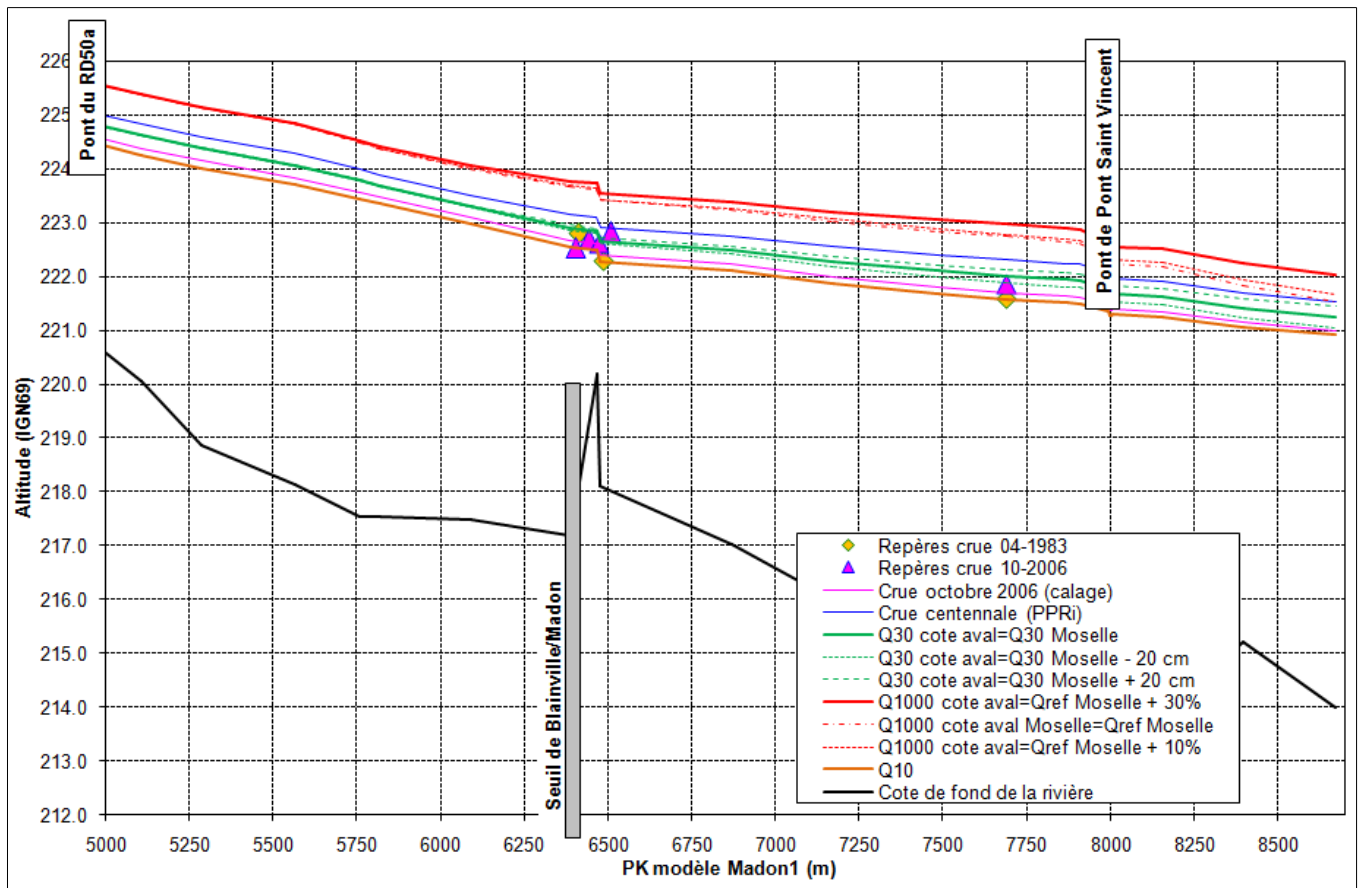


Illustration 5: Profil en long des résultats de simulations

Au vu des lignes d'eau des différentes simulations et de celle de la crue centennale, nous avons retenu :

- crue millénale du Madon avec pour condition aval du modèle hydraulique la cote de la crue millénale de la Moselle.
- crue trentennale du Madon avec pour condition aval du modèle hydraulique la cote de la crue trentennale de la Moselle.

4.3 Cartographie

Nous avons repris intégralement la cartographie de l'aléa inondation de la crue centennale établie lors de la réalisation de PPRi pour la crue moyenne. Cette cartographie était basée sur un MNT issu de levés effectués en 2009 par méthode photogrammétrique au 1/5 000. Par souci de cohérence nous avons utilisé le même MNT pour le calcul de la crue fréquente. En effet l'utilisation de MNT issus de levés différents tant en précision qu'en méthode de levé et que dans le temps génère souvent des incohérences dans la comparaison de cartographies.

Par contre, le modèle numérique de terrain (MNT) utilisé pour la cartographie de la zone inondable et des hauteurs de submersion de la crue extrême est le LIDAR très récent (2012) fourni par la DREAL Lorraine et issu du marché national passé par le ministère avec l'IGN.

Le modèle numérique de surface libre en eau (MNSLE) a été réalisé avec Ophyca sur la base des cotes issues du modèle hydraulique Mascaret.

La carte des hauteurs d'eau a été réalisée sous MapInfo et vertical Mapper par différence entre le MNSLE et le MNT.

Le rendu des zones inondables se présente en une carte sur laquelle les hauteurs d'eau sont divisées en trois grandes classes :

- de 0 m à 1 m,
- de 1 m à 2 m,
- et enfin les hauteurs d'eau supérieures à 2 m.

Cette cartographie sous la forme de planches A3 au 1/25 000 est annexée au présent rapport. Elle a été établie selon les prescriptions de la note méthodologique du 1er mars 2013 sur la sémiologie de la cartographie Directive Inondation.

4.4 Rendu SIG

Les données SIG sont rendues au format MapInfo et selon le standard de données COVADIS 'Directive inondation' dans sa version corrigée du 12 mars 2013. Les éléments fournis au standard COVADIS sont les suivants :

| Eléments | Type d'objet | Nom des tables |
|---------------------------------|--------------|-------------------------------|
| Zone inondable | Surfacique | N_PONT_INONDABLE_S_054.tab |
| Zone d'iso classe de hauteur | Surfacique | N_PONT_ISO_HT_S_054.tab |
| Point coté du niveau de la crue | Point | N_PONT_COTE_VIT_DEB_P_054.tab |

Pour faciliter les traitements et manipulations ultérieures par la DREAL, les tables des zones inondables et d'iso classe de hauteur n'ont pas été assemblées. Le nom des tables est celui défini par le standard COVADIS suivi de « _fai », « _moy » ou « _for » selon la crue considérée.

Pour la réalisation des cartes des atlas suivant la sémiologie de la cartographie Directive inondation, nous avons ajouté les éléments suivants :

| Eléments | Type d'objet | Nom des tables |
|---|--------------|---------------------------------|
| Zone en eau, lit mineur, canaux, lacs, étangs.. | Surfacique | N_PONT_SURFACE_EN_EAU_S_054.tab |
| Limite de TRI | Surfacique | Limite_TRI_L93.tab |
| Limite de commune du TRI | Surfacique | Limites_Communes_TRI.tab |
| Fond de plan Scan25 IGN | Raster | Nom de la table IGN |

Les fichiers fournis et l'organisation des dossiers est détaillés dans l'annexe 2.

5 Limites et incertitudes sur les résultats obtenus

Différentes incertitudes sont attachées à la méthode utilisée pour définir les zones inondables :

5.1 Hydrologie

Les études hydrologiques ont pour objet de déterminer les débits caractéristiques en chaque point du cours d'eau. Elles sont basées sur des mesures physiques de pluies, de hauteurs d'eau, de débits, toutes données soumises à l'origine à des incertitudes : erreurs sur les hauteurs d'eau enregistrées, erreurs de jaugeages, incertitude de la courbe hauteur-débit notamment dans son extrapolation vers les fortes valeurs, etc...

Une part d'incertitude est fonction du nombre d'observations utilisées et donc de la longueur de la période d'observation des débits du cours d'eau. Pour la détermination du débit centennal, les échantillons dont nous disposons conduisent à des intervalles de confiance importants souvent de l'ordre de ± 10 à 15 % par rapport à la valeur retenue.

La détermination d'un débit millénal n'est pas à considérer seulement à l'échelle des régimes hydrologiques des cours d'eau actuels mais devrait aussi tenir compte des variations dues aux changements climatiques passés. Lors du mini âge glaciaire des 16^{ème} et 17^{ème} siècle ou lors de l'optimum climatique médiéval, le régime hydrologique des rivières et les régimes des précipitations étaient très certainement très différents d'aujourd'hui mais nous sont inconnus.

5.2 Hydraulique

Nous avons réutilisé le modèle hydraulique élaboré en 2009 pour l'étude d'aléa préalable au PPRi sur les communes de la vallée du Madon. Ce modèle a été calé sur la crue d'octobre 2006 dont le débit est de l'ordre de 270 m³/s sur la partie aval du Madon. Ce débit n'est pas très éloigné de celui de la crue centennale estimé à 345 m³/s soit environ 25 % de plus. Par contre le débit retenu pour la crue extrême est de 465 m³/s soit plus de 70 % de plus que la crue de calage ; dans ces conditions, le calage du modèle ne prend peut être pas toujours bien en compte les particularités des écoulements qui sont rencontrés pour ce débit.

5.3 Modèle numérique de terrain

La représentation du fond de vallée s'appuie sur un Modèle Numérique de Terrain (MNT) qui se présente sous la forme d'un assemblage de pixels 1m X 1m et dont l'altimétrie est interpolée à partir d'un levé topographique de type « LIDAR » avec une incertitude propre de l'ordre de 15 cm pour chaque point levé donnant une précision du MNT d'environ 30 cm.

Pour la cartographie de la crue moyenne (Etude CETE de 2009), le MNT avait été extrapolé d'un levé topographique par photogrammétrie dont la précision de chaque point était de l'ordre de 15 à 20 cm mais dont la densité de levé était très faible, un point tous les 50 m en rase campagne et le double dans les secteurs urbanisés complété par les levés des hauts et bas de talus et des courbes de niveau.

Par ailleurs, les éléments très fins, comme les murs ou les rideaux de palplanches, sont mal ou pas détectés et ne sont pas convenablement représentés.

Enfin, les tabliers des ponts ne sont pas intégrés dans les MNT. Les ponts apparaissent donc systématiquement inondés sur les cartes produites, ce qui n'est généralement pas vérifié sur le terrain.

Nota : dans le modèle hydraulique, les ponts ont été représentés en intégrant leurs tabliers. La mise en charge possible d'un ouvrage pour la crue millénaire est donc prise en compte dans le modèle pour le calcul de la ligne d'eau.

5.4 Conclusion sur les limites et incertitudes des résultats

Compte tenu des incertitudes difficilement quantifiables à tous les niveaux de la chaîne de production des cartes des zones inondables (hydrologie, hydraulique, MNT), il semble illusoire de donner une précision sur les résultats obtenus tant sur les lignes d'eau que sur la cartographie. L'incertitude globale n'est évidemment pas la somme des incertitudes, leurs caractères systématique ou aléatoire très divers rendent difficile une évaluation globale du risque d'erreur. En revanche, à chaque étape de la démarche, il apparaît important que l'hydrologue, le topographe et le modélisateur puissent expliciter la nature des incertitudes.

Le choix définitif de l'affichage et de la prise en compte des incertitudes revient au maître d'ouvrage, en fonction des objectifs de la cartographie et des enjeux associés (dimensionnement, information, sécurité, etc...).

6 Conclusion

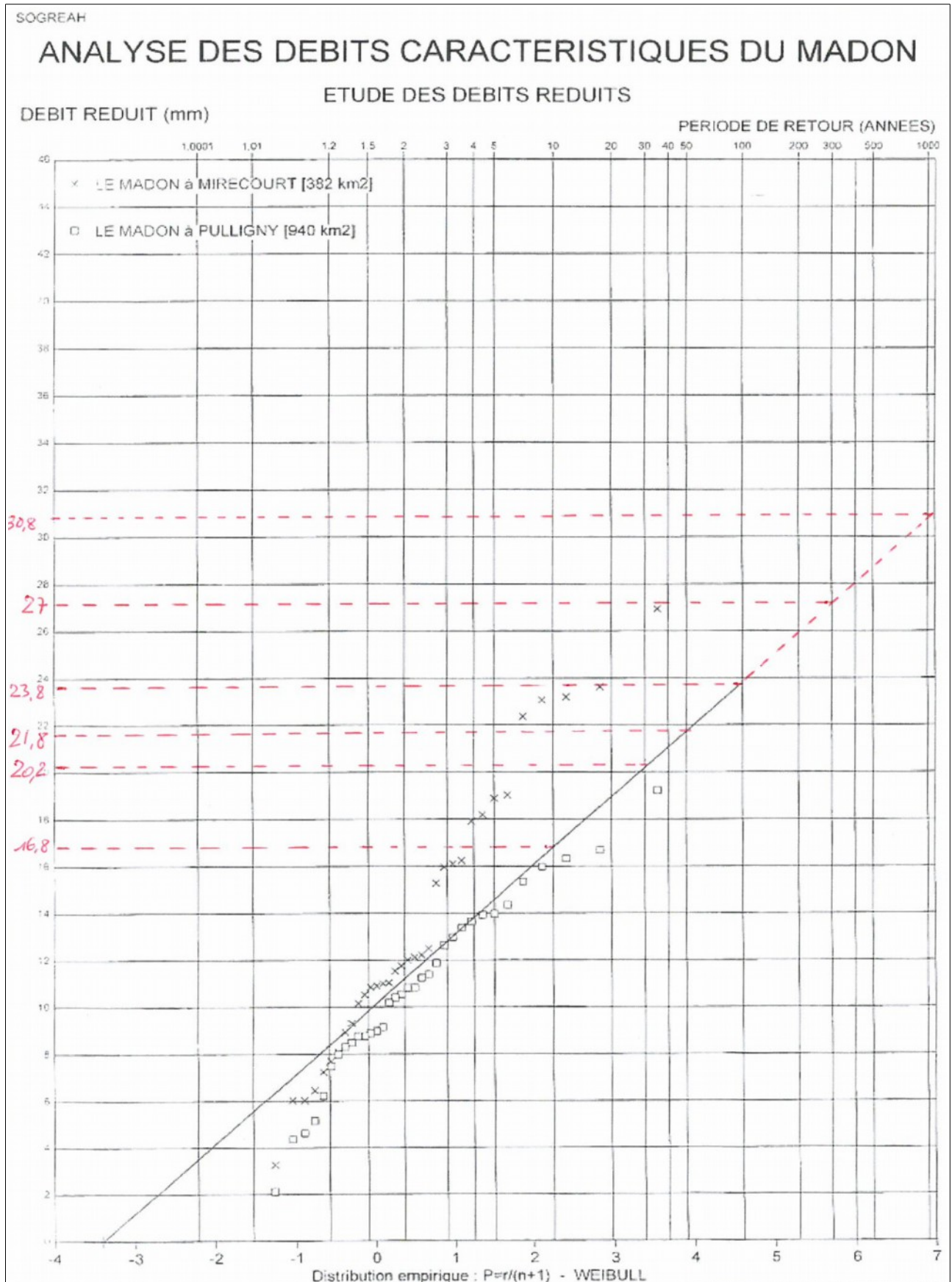
Le CETE de l'Est avait réalisé l'étude d'aléa pour les PPRi de la vallée du Madon en Meurthe et Moselle par modélisation hydraulique sous Mascaret et cartographie de la crue centennale. Nous avons réutilisé le modèle hydraulique existant en y injectant les débits correspondants à la crue millénale et à la crue trentennale que nous avons ensuite cartographiées.

L'atlas joint au rapport présente la cartographie des crues millénale, centennale et trentennale soit les crues extrême, moyenne et fréquente au sens de la directive inondation.

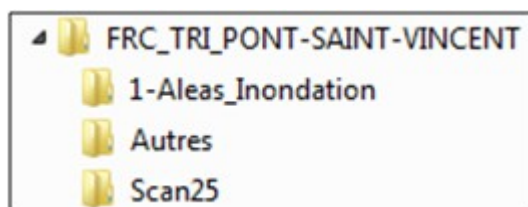
Sur ce TRI, il n'y a pas de digues recensés dans la base de données SIOUH.

Les données SIG ont été mises au format du standard COVADIS.

Annexe 1 : Etude SOGREAH – Débit réduit du Madon



Annexe 2 : Détail rendu SIG – Organisation des dossiers et des tables MapInfo



Arborescence - Organisation des données SIG

A - Contenu des dossiers

Dossier Principal ' FRC TRI PONT-SAINT-VINCENT':

Carto_DI_TRI_PONT.WOR

Atlas cartographique (Document MapInfo V10)

Sous dossier '1-Aleas inondation':

N_TRI_PONT_COTE_VIT_DEB_P_054.TAB

Points remarquables de cote pour les crues extrême, moyenne et fréquente (COVADIS)

N_TRI_PONT_INONDABLE_S_054_Fai.TAB

Surface inondable de la crue extrême (COVADIS)

N_TRI_PONT_INONDABLE_S_054_For.TAB

Surface inondable de la crue fréquente (COVADIS)

N_TRI_PONT_INONDABLE_S_054_Moy.TAB

Surface inondable de la crue moyenne (COVADIS)

N_TRI_PONT_ISO_HT_S_054_Fai.TAB

Zones d'iso classe de hauteur pour la crue extrême (COVADIS)

N_TRI_PONT_ISO_HT_S_054_For.TAB

Zones d'iso classe de hauteur pour la crue fréquente (COVADIS)

N_TRI_PONT_ISO_HT_S_054_Moy.TAB

Zones d'iso classe de hauteur pour la crue moyenne (COVADIS)

N_TRI_PONT_SURFACE_EN_EAU_S_054.TAB

Surface en eau, lit mineur, canaux, étangs, etc..

Sous dossier 'Autres':

Limite_Carto_Madon.TAB

Limite de la cartographie de la zone inondable du Madon à la confluence avec la Moselle

Limite_TRI_L93.TAB

Limites du TRI de Pont Saint Vincent (MADON)

Limites_Communes_TRI.TAB

Limites de communes

Sous dossier 'Scan25':

N_SC25_GRIS_054.TAB

Carte au 1/25 000 de l'IGN

B - Structure et contenu des tables MapInfo au standard COVADIS

| N_TRI_PONT_INONDABLE_S_054 | |
|----------------------------|---------------|
| Champs | Type |
| ID_S_INOND | Caractère(30) |
| TYP_INOND | Caractère(2) |
| SCENARIO | Caractère(5) |
| DATENTREE | Date |
| DATSORTIE | Date |
| EST_REF | Logique |
| ID_TRI | Caractère(50) |

Nous avons scindé la table en trois, une table pour chaque scénario. Le nom des tables est celui défini par la COVADIS suivi de "_Fai", "_Moy" ou "_For" selon le scénario.

L'identifiant « ID_S_INOND » prend les valeurs suivantes:

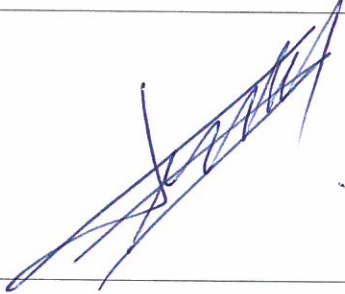


- "SIN_1" pour la crue fréquente (forte probabilité)
- "SIN_2" pour la crue moyenne
- "SIN_3" pour la crue extrême (faible probabilité)

| N_TRI_PONT_ISO_HT_S_054 | |
|-------------------------|--------------------|
| Champs | Type |
| ID_ZONE | Caractère(30) |
| ID_S_INOND | Caractère(30) |
| HT_MIN | Virgule fixe(10,2) |
| HT_MAX | Virgule fixe(10,2) |
| DATENTREE | Date |
| DATSORTIE | Date |
| EST_REF | Logique |
| SCENARIO | Caractère(5) |

Nous avons scindé la table en trois, une table pour chaque scénario. Le nom des tables est celui défini par la COVADIS suivi de "_Fai", "_Moy" ou "_For" selon le scénario. Nous avons également ajouté un champ "SCENARIO" pour faciliter son utilisation ultérieure et éviter les confusions.

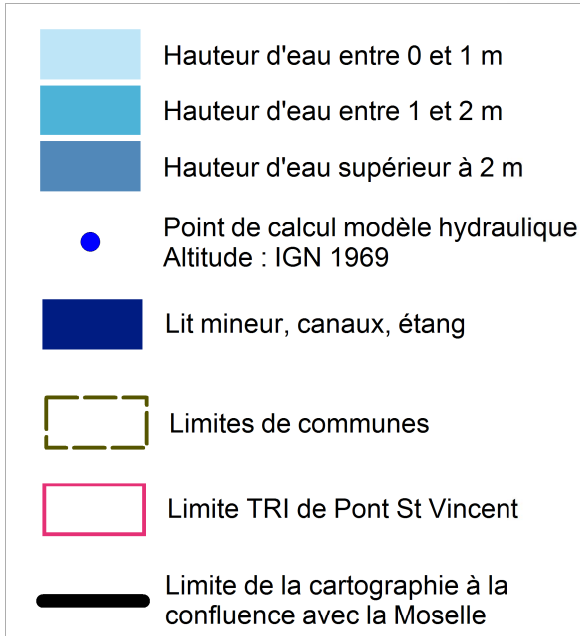
| N_TRI_PONT_COTE_VIT_DEB_P_054 | |
|-------------------------------|--------------------|
| Champs | Type |
| ID_POINT | Caractère(30) |
| ID_S_INOND | Caractère(30) |
| COTE | Virgule fixe(10,2) |
| VITESSE | Virgule fixe(10,2) |
| DEBLIN | Virgule fixe(10,2) |
| AZIMUTH | Virgule fixe(10,2) |
| DATOBSERV | Date |
| DATENTREE | Date |
| DATSORTIE | Date |
| EST_REF | Logique |
| SCENARIO | Caractère(5) |
| MASCARET_CodeP | Caractère(30) |

Pour ne pas perdre d'information, le champ "MASCARET_CodePoint" indiquant le nom du point de calcul du modèle hydraulique sous Mascaret a été ajouté à la table.

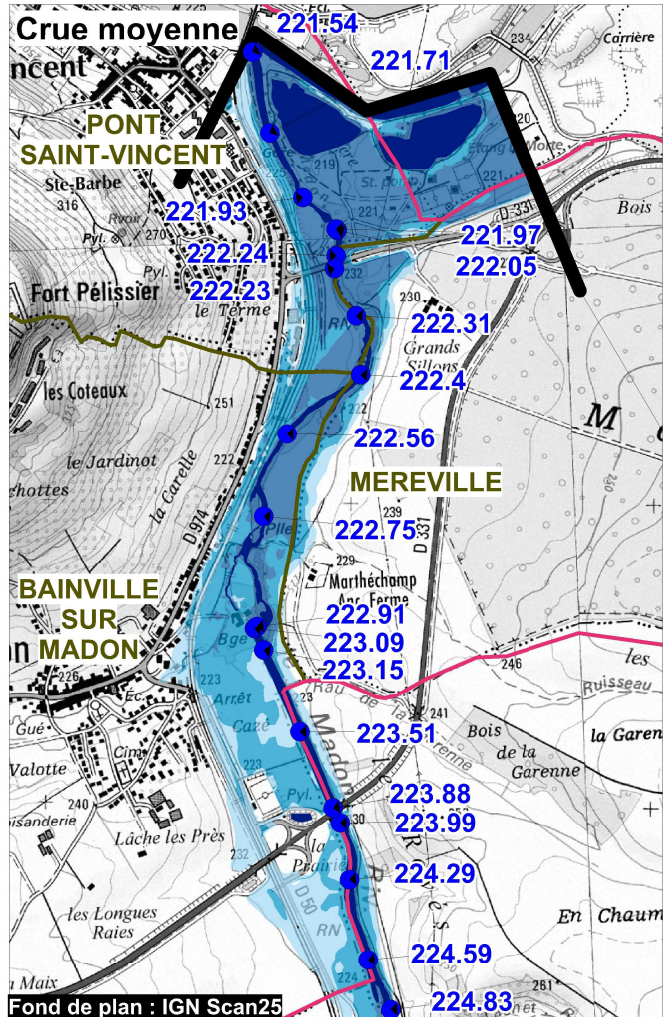
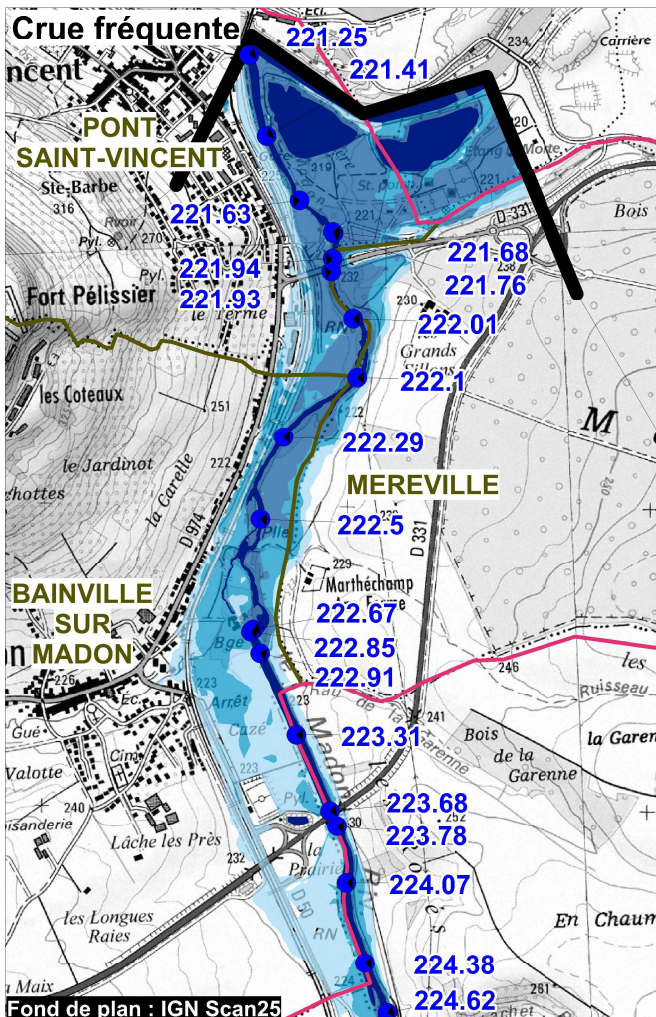
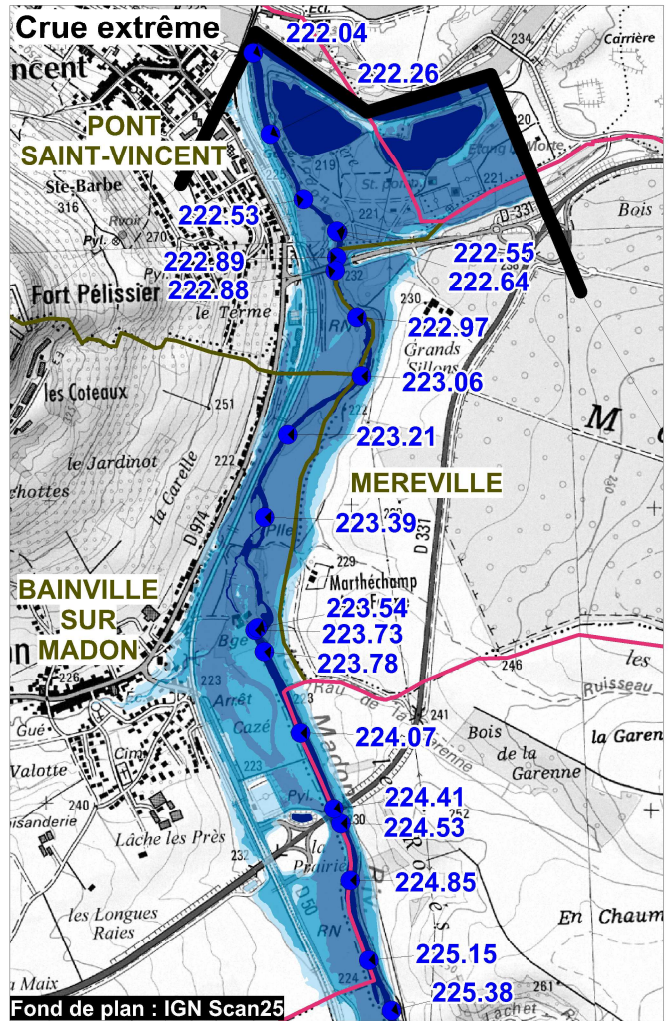
| | | |
|------------------------|-------------|--|
| Rédigé par | T DEVILLARD |  |
| Visa du chef de Projet | P GASTAUD |  Philippe GASTAUD |
| Visa du Chef de Groupe | F ARKI |  |

Atlas cartographique

TRI Pont-Saint-Vincent sur le Madon (aout 2013)



Echelle: 1/25 000



Annexe 2 : 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 a 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.