



## PRÉFET DE LA SEINE-MARITIME

DIRECTION DEPARTEMENTALE  
DES TERRITOIRES ET DE LA MER  
Direction

Rouen, le 23 SEP. 2015

Ref : 2015-471  
Affaire suivie par : Mélissa DELAVIE  
Tél. : 02 35 58 54 18  
Fax : 02 35 58 55 63  
mél : melissa.delavie@seine-maritime.gouv.fr

Le préfet  
de la région Haute-Normandie  
préfet de Seine-Maritime

à

Liste des destinataires *in fine*

Objet : Porter à connaissance – directive inondation TRI de Rouen-Louviers-Austreberthe  
communes de Seine-Maritime

Mesdames, Messieurs,

Dans le cadre de la mise en œuvre du décret n° 2011-227 du 2 mars 2011 relatif à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation, l'unité urbaine de Rouen a été retenue, le 27 novembre 2012, comme territoire à risque important d'inondation (TRI) par arrêté du préfet de la région Île-de-France, coordonnateur de bassin Seine-Normandie.

En 2013 et 2014, la phase de cartographie de la directive inondation (DI) a permis de réaliser les cartes des zones inondables pour les aléas débordement (intégrant la submersion marine pour le fleuve Seine) et ruissellement selon une méthodologie définie en annexe 1.

La Seine, du fait de la prise en compte de la submersion marine, a fait l'objet de 4 scénarios (fréquent, moyen, moyen avec prise en compte du changement climatique et extrême). Les cartographies des surfaces inondables pour les aléas débordement et ruissellement pour les affluents rive droite de la Seine n'ont fait l'objet que de 2 scénarios (moyen et extrême).

Les enjeux potentiellement impactés par ces phénomènes ont également été cartographiés.

Après consultation du 19 mars au 20 mai 2014 des parties prenantes dont vous êtes membre, ces cartes (annexe 2) ont été arrêtées par le préfet coordonnateur du bassin Seine-Normandie le 12 décembre 2014. Elles sont également consultables sur le site internet de la DREAL Haute-Normandie :

<http://www.haute-normandie.developpement-durable.gouv.fr/tri-de-rouen-louviers-austreberthe-r739.html>

et de manière interactive sur le site CARMEN

[http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/17/TRI\\_Rouen.map](http://carmen.developpement-durable.gouv.fr/17/TRI_Rouen.map)

Vous pouvez également consulter sur le site de la DREAL, le rapport accompagnant la cartographie, détaillant la méthodologie employée.

Ces cartes élaborées dans le cadre de la directive inondation seront révisées *a minima* tous les 6 ans conformément à l'article L 566-6 du code de l'environnement ou le cas échéant (prescription/approbation/révision de PPR ou études complémentaires).

L'objectif premier de ces cartes est de servir de support de réflexion dans le cadre de l'élaboration des stratégies locales de gestion du risque inondation (SLGRI). Elles complètent les connaissances disponibles dans le domaine des risques naturels, et doivent donc, à ce titre, être portées à la connaissance des collectivités concernées.

Pour la prise en compte des cartes élaborées dans le cadre de la directive inondation, et conformément à la circulaire du 14 août 2013 relative à l'élaboration des plans de gestion des risques d'inondation et à l'utilisation des cartes de risques pour les territoires à risque important d'inondation, il conviendra d'appliquer *a minima* les éléments suivants :

#### Pour les cartes d'événements moyens

Pour les communes du TRI couvertes par les plans de prévention des risques naturels (PPRN) : vallée de la Seine boucle de Rouen (approuvé le 20 avril 2009) et boucle d'Elbeuf (approuvé le 17 avril 2001), les cartes de débordement de cours d'eau pour les événements moyens n'ont pas vocation à se substituer aux PPRN en vigueur. **Elles n'entraînent donc pas de nouvelles prescriptions en matière d'urbanisme : il convient d'appliquer les règlements des PPRN.**

Sur les communes du TRI non couvertes par un plan de prévention du risque inondation approuvé, la cartographie pour les événements moyens sera à prendre en compte en matière d'urbanisme en l'absence d'études plus précises connues par le service instructeur.

Deux PPRN sont en cours d'élaboration (PPRN – bassin versant du Cailly, de l'Aubette et du Robec prescrit en 2008 et le PPRN – bassin versant de l'Austreberthe et du Saffimbec prescrit en 2001). Les nouvelles cartes produites correspondantes à l'événement moyen viendront remplacer les cartes de la directive inondation. Le zonage réglementaire et la réglementation associée aux PPR s'appliqueront alors.

Vous trouverez, en annexe 3, l'inventaire des communes du TRI Rouen-Louviers-Austreberthe en Seine-Maritime, et leurs couvertures par rapport à un plan de prévention des risques naturels.

#### Pour les cartes d'événements fréquents

**Les cartes d'événements fréquents n'entraînent pas de nouvelles prescriptions en matière d'urbanisme : il convient d'appliquer les règlements des PPRN.**

En complément des mesures des PPR et des mesures de prise en compte de l'événement moyen, des plans de réduction de la vulnérabilité peuvent être mis en place. Ces réflexions devront être alors menées en priorité sur les emprises de crue fréquente. Sur ces emprises, il conviendra également de porter une attention particulière aux aménagements de grande envergure (renouvellement urbain, opérations stratégiques type opération d'intérêt national, etc...).

#### Pour les cartes de l'événement extrême – aléas débordement de cours d'eau

À ce stade, la connaissance des aléas sur ce type d'événement est insuffisante, l'événement extrême devra être pris en compte de manière à éviter que les choix d'aménagement ne compliquent exagérément la gestion de la crise, limitent les dommages irréversibles (pollution, perte de patrimoine culturel) afin de réduire le délai de retour à la normale et garantissent la sécurité civile.

Dans ce cadre, il sera recommandé d'apporter une attention particulière sur :

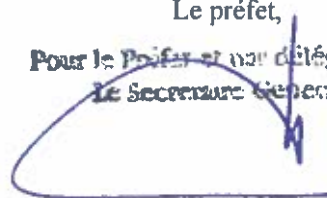
- **les bâtiments publics** nécessaires à la gestion d'une crise, et notamment ceux utiles à la sécurité civile et au maintien de l'ordre public **en les implantant, dans la mesure du possible**, en dehors de l'enveloppe de l'événement extrême. Dans le cas contraire, il conviendra de veiller, **dans la mesure du possible**, à ce que les bâtiments restent, en toutes circonstances, aisément accessibles par la route et desservis par des réseaux résilients. **Pour les bâtiments nécessaires à la gestion de crise déjà implantés en zone inondable, il est demandé de mettre en place des mesures visant à garantir le maintien de leur caractère opérationnel en cas d'inondation extrême.** Ces bâtiments sont par exemple (liste non limitative) : casernes de pompiers, gendarmeries, équipements de santé, établissements accueillant des personnes à faible mobilité ;
- **les infrastructures d'importance** **en les implantant, dans la mesure du possible**, en dehors de l'enveloppe de l'événement extrême. Dans le cas contraire, il est demandé de prendre en compte l'aléa dans leurs conceptions.
- **les nouvelles ICPE** **en les adaptant, dans la mesure du possible**, à cet aléa de façon à garantir l'absence de risque pour la vie humaine et d'impact majeur sur l'environnement que l'installation pourrait causer par effet domino.

Il est également préconisé de prendre en compte les cartes établies dans le cadre de la DI dans les plans communaux de sauvegarde (PCS).

Mes services se tiennent à votre disposition pour toute information complémentaire.

Je vous prie de bien vouloir agréer, Mesdames, Messieurs, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le préfet,  
Pour le Préfet et par délégation.  
Le Secrétaire Général



Eric MAIRE



# Annexe 1

## Extraits du rapport de présentation de la cartographie du TRI Rouen-Louviers-Austreberthe – Octobre 2014

### Méthodologie et incertitudes

(...) Page 25

#### 4 - Cartographie des surfaces inondables du TRI

Les cartes de surfaces inondables du TRI de Rouen-Louviers-Austreberthe délimitent les zones inondables :

- par débordement de la Seine intégrant les submersions marines de Poses à Duclair pour 4 scénarios d'événements, de probabilité forte, moyenne, moyenne avec prise en compte de l'impact du changement climatique et faible,

- par débordement de l'Eure aval pour 3 scénarios d'événements, de probabilité forte, moyenne et faible,
- pour le Cailly, l'Aubette et le Robec :

- par débordement pour l'événement de faible probabilité,
- par ruissellement pour les événements de probabilité moyenne et faible,

- par débordement de l'Austreberthe et par ruissellement pour les scénarios d'événements de probabilité moyenne et faible.

Les cartes de synthèse permettent une vision synthétique des surfaces inondables obtenues pour l'ensemble des scénarios étudiés.

L'échelle de validité de ces cartes est le 1/25 000<sup>ème</sup>.

- **4.1 - Débordement de cours d'eau**

- **4.1.1 La Seine**

Le bassin versant de la Seine occupe une superficie de 79 000 km<sup>2</sup> soit 14 % environ du territoire national, presque entièrement situé dans le bassin parisien et où vivent environ 16 millions d'habitants soit 26 % de la population française. Sur le secteur Seine aval, les populations se concentrent autour des agglomérations de Rouen puis du Havre.

Au niveau du barrage de Poses, dans le département de l'Eure, le bassin versant de la Seine représente environ 65 000 km<sup>2</sup>. Le faible dénivelé de hauteur et la présence de nombreux méandres (boucles de la Seine) sont les traits marquants de la Seine aval.

Une autre caractéristique majeure de la Seine en aval du barrage de Poses est d'être soumise à l'influence des marées. L'estuaire de la Seine est délimité à l'amont par le barrage de Poses qui constitue un obstacle infranchissable.

Les débordements de la Seine se produisent en général durant la période hivernale et au début du printemps, de la mi-décembre à avril avec un risque plus marqué en janvier et février. Elles peuvent cependant survenir aussi en novembre et jusqu'au mois de mai. 30 % des crues de la Seine se produisent en janvier, 24 % en Février, 21 % en mars et 6 % entre novembre et décembre.

Les débordements les plus importants de la Seine dans l'estuaire amont (jusqu'à Rouen) sont des inondations lentes et puissantes liées à une forte hydrologie du fleuve forcément déjà présente à l'amont du barrage de Poses. Ces inondations font suite à des pluies longues, régulières et généralisées sur toute l'étendue du bassin versant amont de la Seine. La durée de submersion peut alors atteindre plusieurs semaines. Ces inondations ne présentent pas le caractère dangereux pour l'homme que peuvent engendrer les crues de cours d'eau à réponse rapide comme celles des petits affluents de la Seine en rive droite (Cailly, Aubette, Robec et Austreberthe).

Si les grandes crues sont rares, leurs impacts importants leur ont valu d'être consignées depuis longtemps. La crue la plus importante ainsi repérée date de février 1658 : 11,88 m CMH à Rouen (repère de crue situé sur

l'église Notre-Dame-du-Parc à Rouen : 7,50 m NGF) soit près de 2 m au-dessus de celle de 1910. Au 18<sup>ème</sup> siècle, la crue de décembre 1740 a atteint 11,48 m CMH à Rouen soit environ 1,40 m au-dessus de 1910. Au 19<sup>ème</sup> siècle, le "coup de mer" de novembre 1810 a entraîné une hauteur d'eau de 10,04 m CMH à Rouen (hauteur quasiment identique à celle atteinte un siècle plus tard par la crue de 1910). Puis au 20<sup>ème</sup>, deux crues ont encore dépassé les 10 m CMH à Rouen, la crue très bien documentée et la plus connue du grand public de janvier 1910 et celle de janvier 1920 avec des valeurs atteintes de 10,05 m CMH pour ces deux événements.

La crue de 1910 a été définie comme une crue de période de retour "centennale". Cette fréquence de retour signifie que, statistiquement, *une crue de même ampleur ou supérieure a 1 chance sur 100 de se produire chaque année*. Cette crue a donc été retenue comme la crue de référence pour l'établissement des PPRI de la Seine en Île-de-France, dans le département de l'Eure et pour la Seine-Maritime jusqu'à Rouen.

La reconstitution des débits naturalisés de la Seine sur 134 années à Mantes par la DRIEE Ile-de-France donne pour une période de retour de 100 ans une valeur de débit de 3330 m<sup>3</sup>/s, compris en fait dans un intervalle de confiance à 70 % allant de 3140 à 3560 m<sup>3</sup>/s. La dernière évaluation, réalisée par la DRIEE Ile-de-France, du débit de la crue de janvier 1910 conduit à une valeur de 3240 m<sup>3</sup>/s.

Depuis 1920, la Seine n'a plus connu de crue d'ampleur comparable, le bassin de la Seine n'ayant pas subi durant cette même période d'événements pluviométriques et hydrologiques aussi intenses.

Dans l'estuaire de la Seine, la marée et les phénomènes météorologiques (vent, pression) jouent un rôle très important voire prépondérant. Le vent et la pression atmosphérique sont liés. Le régime des vents au large du Havre est lié au régime des dépressions circulant d'ouest en est. Les phases d'agitation se concentrent entre novembre et avril, période qui correspond de fait aussi avec la période des crues de la Seine. Les forts vents d'ouest ont tendance à pousser les masses d'eau vers l'intérieur de l'estuaire et vont ainsi entraîner des surcotes du niveau d'eau dans l'estuaire.

Les dépressions (< 1015 hPa) entraînent une augmentation des niveaux d'eau.

Les plus hautes eaux à Rouen depuis 1920 ont été mesurées lors de la tempête Lothar le 25 décembre 1999 avec une hauteur maximale relevée de 9,91 m CMH pour un débit de crue de la Seine relativement faible de l'ordre de 1600 m<sup>3</sup>/s. Le coefficient de marée était ce jour-là de 104 avec un vent soufflant de sud-ouest de 79 km/h (avec des rafales mesurées de 150 km/h au Cap de la Hève) et une pression atmosphérique de 993 hPa. Sur la partie aval de la Seine de Rouen à Duclair, la tempête Lothar du 25 décembre 1999 est l'événement le plus fort connu de puis 1876 (sur plus de 140 années de mesures).

Selon le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), le niveau moyen des mers s'est élevé d'environ 20 cm depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle à l'échelle du globe. *Localement, les données du marégraphe du Havre montrent une montée moyenne des eaux de 1,8 ± 0,4 mm/an de 1938 à 2006 et de 2,7 mm ± 1,5, mm par an plus particulièrement de 1993 à 2006.*

#### **4.1.2 L'Eure**

(...)

### **• 4.2 - Débordement de cours d'eau et ruissellement**

#### **4.2.1 Le Cailly, l'Aubette et le Robec**

Les rivières du Cailly, de l'Aubette et du Robec sont trois affluents en rive droite de la Seine. Les trois bassins versants qu'ils définissent, adjacents, sont situés en aval du bassin versant hydrographique de la Seine, et entourent le Nord et l'Est de la ville de Rouen, chef-lieu du département de Seine-Maritime, et de la région Haute-Normandie. Le périmètre du bassin versant, identique à celui du SAGE, concerne 71 communes.

Ce bassin versant de 402 km<sup>2</sup> est constitué ainsi : 246 km<sup>2</sup> pour le bassin du Cailly (incluant la Clérette, affluent de rive droite), 149 km<sup>2</sup> pour les bassins de l'Aubette et du Robec, et 7 km<sup>2</sup> pour le bassin urbain de Rouen, dont les vallons rejoignent directement la Seine.

Les bassins versants du Cailly, de l'Aubette et du Robec sont marqués par différents types d'inondations.

#### **Inondations par débordement :**

Les inondations par débordement de cours d'eau peuvent se manifester de façon rapide ; tel le Robec, sorti de son lit soudainement après une pluviométrie exceptionnelle en Juillet 2007 sur les secteurs aval.

### Inondations par ruissellement :

Le territoire est concerné par les ruissellements.

Le relief marqué et les talwegs prononcés sont propices aux ruissellements. Le bassin du Cailly, constitué d'une vallée étendue peignée d'une succession de bassins élémentaires contribue aussi aux ruissellements. Ils sont ordinairement peu abondants sauf en cas d'orages.

L'intensification agricole (retournement des prairies ou développement des cultures industrielles) favorise la sensibilité du sol à l'érosion et aux ruissellements. Lorsque les ruissellements transportent une grande quantité de limons et de cailloux, apparaissent alors des coulées boueuses pouvant engendrer d'importants dégâts comme à Saint-Léger-du-Bourg-Denis au cours des inondations du 16 juillet 2007.

Ces ruissellements sont accentués par les surfaces imperméabilisées dues à l'urbanisation progressive.

## **4.2.2 L'Austreberthe**

Situé en rive droite de la Seine, à l'aval de Rouen, le bassin versant de l'Austreberthe s'étend sur une superficie d'environ 214 km<sup>2</sup>. 31 communes ont au moins une partie de leur territoire comprise dans le bassin.

Le bassin est constitué d'un plateau présentant une inclinaison nord-sud (altitude maximale au nord de 176 mètres, et autour de 110 mètres au sud). La vallée de l'Austreberthe présente un encaissement maximal de 70 mètres. La rivière, d'une longueur totale de 27 km, est peu sinueuse. Elle possède un affluent, le Saffimbec, qui coule dans un vallon situé au nord-ouest de Pavilly. La partie amont de ce vallon est sèche. Une dizaine d'autres vallons rejoignent la vallée principale ; ils présentent un régime d'écoulement temporaire.

L'Austreberthe prend sa source au niveau de la commune de Sainte-Austreberthe à 85 mètres d'altitude. Elle s'écoule selon un axe nord-nord-est / sud-sud-ouest, jusqu'à son exutoire dans la Seine. Sa longueur hydraulique est d'environ 23 km et la pente moyenne de son lit mineur est de 0,5 %.

Son seul affluent pérenne, le Saffimbec, prend sa source dans le bois du Comte de Bagnaux, sur la commune de Pavilly, à 71 mètres d'altitude. Son axe d'écoulement est nord-ouest/sud-est. Il est encaissé d'une cinquantaine de mètres dans un vallon appelé Val St-Denis. Ce vallon recueille des écoulements temporaires en amont du Saffimbec. Il est bien dessiné à partir de Limesy. La longueur du lit du Saffimbec est de 3,1 km, sa pente moyenne de 0,6 %.

Les orages de décembre 1999 et mai 2000, bien que particulièrement violents, s'inscrivent dans les caractéristiques du climat tempéré océanique. Ces phénomènes orageux sont spatialisés et imprévisibles.

Les inondations du bassin versant de l'Austreberthe présentent deux physionomies :

- l'inondation par débordement des cours d'eau, relevant en général d'une cinétique lente ;
- l'inondation « torrentielle », très rapide, due à de violentes précipitations sur un bassin versant réduit.

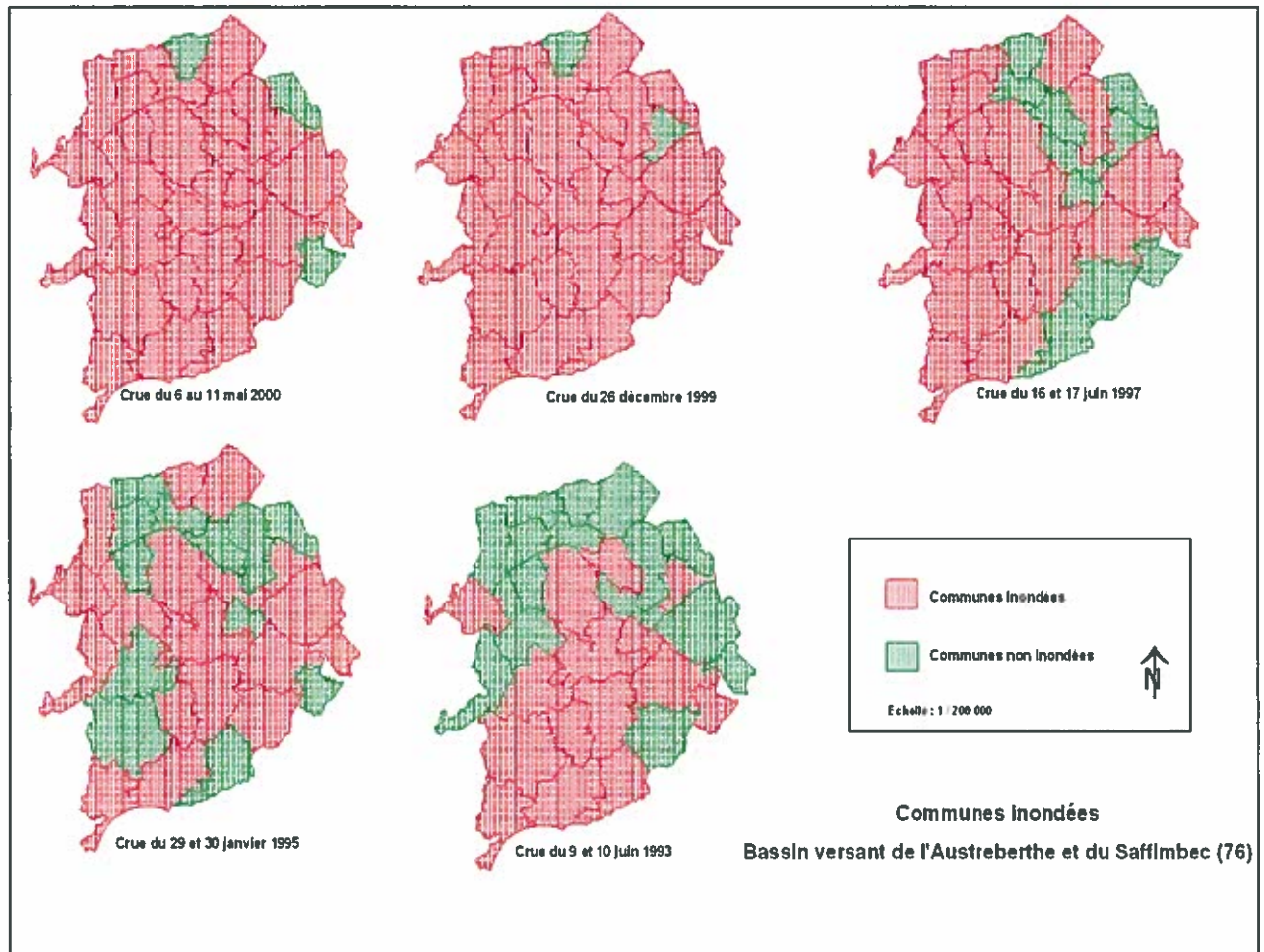
Lors des crues "normales", la zone de débordement de l'écoulement se limite à une zone réduite du lit majeur du cours d'eau. Lors d'une crue exceptionnelle, le débordement a lieu sur une surface beaucoup plus importante.

Les inondations par débordement touchent exclusivement les 7 communes situées au bord du Saffimbec et de l'Austreberthe. Il s'agit des communes de Duclair, Saint-Paër, Saint-Pierre-de-Varengeville, Villers-Ecalles, Barentin, Pavilly et Sainte-Austreberthe.

Ces inondations ont fait l'objet d'une étude menée par le bureau d'études HORIZONS en août 2001.

Il est essentiel de considérer que le phénomène de débordement est indissociable du phénomène de ruissellement et qu'ils se combinent systématiquement dans ces communes.

On considère que toutes les communes sont aujourd'hui touchées par le phénomène de ruissellement.



### • 4.3 - Cartographie des surfaces inondables

La Directive Inondation prévoit la réalisation des cartographies des zones inondables pour trois niveaux de probabilités :

- événement de forte probabilité (aussi appelé scénario fréquent) : 10 ans < période de retour (T) < 30 ans,
- événement de probabilité moyenne (aussi appelé scénario moyen) : période de retour (T) retenue 100 ans,
- événement de faible probabilité (aussi appelé scénario extrême) : période de retour (T) retenue d'au moins 1000 ans.

*La période de retour de 100 ans signifie que, statistiquement, une crue de même ampleur ou supérieure a 1 chance sur 100 de se produire chaque année.*

*La période de retour d'au moins 1000 ans signifie que, statistiquement, une crue de même ampleur ou supérieure a au moins 1 chance sur 1000 de se produire chaque année.*



*La cartographie des surfaces inondables privilégie au maximum l'utilisation des données existantes dans la mesure du possible.*

***Le principe de transparence hydraulique des ouvrages de protection est appliquée de manière générale.***

*En l'absence d'études de dangers finalisées permettant de certifier le bon état des ouvrages de protection existants et leurs niveaux réels de protection et de danger, il ne peut être tenu compte de ces ouvrages même pour l'événement de forte probabilité.*

#### **4.3.1 La Seine**

La cartographie des surfaces inondables repose sur la reconstitution des lignes d'eau des crues historiques retenues pour les différents scénarios à partir des données disponibles sur ces événements aux différents marégraphes situés dans l'estuaire de la Seine entre Poses et Duclair et leur projection sur un modèle numérique de terrain récent (relevés Lidar) de 2012.

La digue de la boucle de Roumare est classée au titre de la sécurité des ouvrages hydrauliques depuis 2011. Cependant, en l'absence d'un dossier d'ouvrages complet comprenant notamment une étude de dangers finalisée permettant de certifier le bon état de l'ouvrage ainsi que les niveaux réels de protection et de danger de la digue, il ne peut en être tenu compte.

Pour les 4 événements de probabilité forte, moyenne, moyenne avec prise en compte de l'impact du changement climatique et faible, les hauteurs d'eau dans les surfaces inondables sont représentées selon les classes suivantes :

- 0 à 0,5 m,
- 0,5 à 1 m,
- 1 à 2 m,
- supérieure à 2 m.

- événement de forte probabilité : crue de janvier 1955 de Poses jusqu'au PK 230 (à Sotteville-lès-Rouen au niveau de la gare) puis crue de février 1995.

La crue de janvier 1955 avec un débit à Mantes évalué à 2700 m<sup>3</sup>/s a une période de retour de l'ordre de 26 ans.

La crue de février 1995 prise en compte sur la partie aval du PK 230 à Duclair a une période de retour au regard des débits de l'ordre de 9 ans ( $T < 10$  ans) avec un débit de l'ordre de 2200 m<sup>3</sup>/s mais cette crue s'est produite en conditions météorologiques défavorables (vent d'orientation Sud-Ouest de 47 km/h et une dépression de 1000 hPa) lors d'un coefficient de marée de vive-eau 104.

- événement de probabilité moyenne : crue de janvier/février 1910 de Poses jusqu'au PK 245 (à Rouen) puis crue de décembre 1999.

La crue de janvier/février 1910 a une période de retour au regard des débits de l'ordre de 100 ans avec un débit à Mantes évalué à 3240 m<sup>3</sup>/s.

La crue de décembre 1999 prise en compte sur la partie aval du PK 245 à Duclair a au regard des débits une période de retour de l'ordre de 3 ans ( $T < 10$  ans) avec un débit de l'ordre de  $1600 \text{ m}^3/\text{s}$  mais celle-ci s'est produite en conditions météorologiques très défavorables (vent d'orientation Sud-Ouest de  $79 \text{ km/h}$  et une dépression de  $993 \text{ hPa}$ ) lors d'un coefficient de marée de vive-eau de 104. C'est le plus fort événement mesuré depuis 1876 à l'aval de Rouen (sur plus de 140 années de mesures).

Ces deux événements sont les inondations historiques prises comme références dans les plans de prévention des risques d'inondation approuvés concernant l'estuaire de la Seine de l'amont vers l'aval :

- PPRI de la boucle de Poses : crue de 1910,
- PPRI de la Seine boucle d'Elbeuf : crue de 1910
- et PPRI de la Seine boucle de Rouen : crue de 1910 puis crue de décembre 1999 à l'aval de Rouen.

- événement de probabilité moyenne avec prise en compte de l'impact du changement climatique :

Pour la cartographie des zones inondables dans l'estuaire de la Seine, influencé par les niveaux marins, un scénario supplémentaire est retenu, il est établi à partir de l'événement moyen susvisé prenant en compte, à l'échéance de 100 ans, l'élévation du niveau de la mer liée à l'impact du changement climatique sur la base de la projection pessimiste de l'Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique (ONERC) soit une élévation du niveau marin de  $+ 0,60\text{m}$ .

Dans le cadre de l'étude « Définition des scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine » menée sous la maîtrise d'ouvrage du GIP Seine aval, le bureau d'études ARTELIA a construit un modèle hydraulique 2D à l'échelle de l'estuaire de la Seine (de Poses à l'embouchure).

Un premier jeu de lignes d'eau a été établi en injectant dans ce modèle les conditions hydrologiques (débit, coefficient de marée et condition limite aval) des événements de décembre 1999 et de la crue de 1910 ayant servi de référence pour la cartographie du scénario de probabilité moyenne.

Les lignes d'eau obtenues par le modèle hydraulique sont, pour les 2 événements modélisés de 1910 et de décembre 1999, inférieures à celles reconstituées à partir des hauteurs d'eau historiques mesurées aux marégraphes. Ces écarts peuvent s'expliquer par la réalisation d'opérations d'amélioration de l'écoulement en lit mineur de la Seine depuis la crue de 1910 et pour l'événement de décembre 1999, par la non prise en compte des murettes anti-crue dans le modèle hydraulique.

Pour modéliser l'impact du changement climatique, un second jeu de simulations des événements de décembre 1999 et de la crue de 1910 a été établi par le Bureau d'études ARTELIA en augmentant la condition limite aval au Havre de  $60 \text{ cm}$  simulant ainsi l'élévation du niveau marin.

**Pour la crue type 1910** (reconstituée avec des données bathymétriques et topographiques plus récentes sans les murettes-anti-crues), il est constaté une augmentation des hauteurs d'eau entre les deux simulations s'amenuisant de l'aval vers l'amont jusqu'au barrage de Poses :

- $+ 35 \text{ cm}$  à Mesnil-sous-Jumièges
- $+ 25 \text{ cm}$  à Rouen,

- + 4 cm à Poses.

Pour la crue type décembre 1999, la modélisation a repris certaines conditions de l'événement avec les données bathymétriques et topographiques plus récentes sans les murettes anti-crue. Une élévation des niveaux d'eau est constatée diminuant de l'aval vers l'amont jusqu'au barrage de Poses :

- + 24 cm à Mesnil-sous-Jumièges
- + 18 cm à Rouen
- + 10 cm à Poses

La ligne d'eau de référence pour la cartographie de l'événement de probabilité moyenne avec prise en compte de l'impact du changement climatique est construite en ajoutant à la ligne d'eau de l'événement de probabilité moyenne (scénario moyen), la différence de hauteurs d'eau constatée entre les deux jeux de simulations réalisés par le bureau d'études ARTELIA.

La ligne d'eau définitive retenue pour la cartographie pour l'événement de probabilité moyenne avec prise en compte de l'impact du changement climatique est alors établie en distinguant les deux tronçons suivants :

- *de Poses au PK 245 (Rouen)* : ligne d'eau reconstituée de 1910 pour le scénario moyen + différence de hauteurs d'eau constatée à chaque PK entre les deux simulations du bureau d'études ARTELIA de la crue de 1910 ;
- *à l'aval du PK 245* : ligne d'eau reconstituée de 1999 pour le scénario moyen + différence de hauteurs d'eau constatée à chaque PK entre les deux simulations du bureau d'études ARTELIA de l'événement de 1999 ;

ce qui se traduit concrètement par une augmentation par rapport à la ligne d'eau du scénario moyen de :

- + 4 cm à Poses,
- + 11 à 15 cm à Elbeuf
- + 23 à 28 cm à Rouen
- + 29 cm à Duclair.

- événement de faible probabilité (scénario extrême) : crue de février 1658 de Poses jusqu'au PK 249 (à Grand-Couronne) puis prise en compte du niveau marin "extrême" au Havre.

La crue de février 1658 est la plus forte crue connue de la Seine. La ligne d'eau pour cette crue est reconstituée à partir de deux repères de crues situés, l'un au niveau de la collégiale de Vernon sur la rive gauche de la Seine et l'autre sur l'église Notre-Dame-du-Parc à Rouen à proximité de la clinique Mathilde (sur la rive gauche).

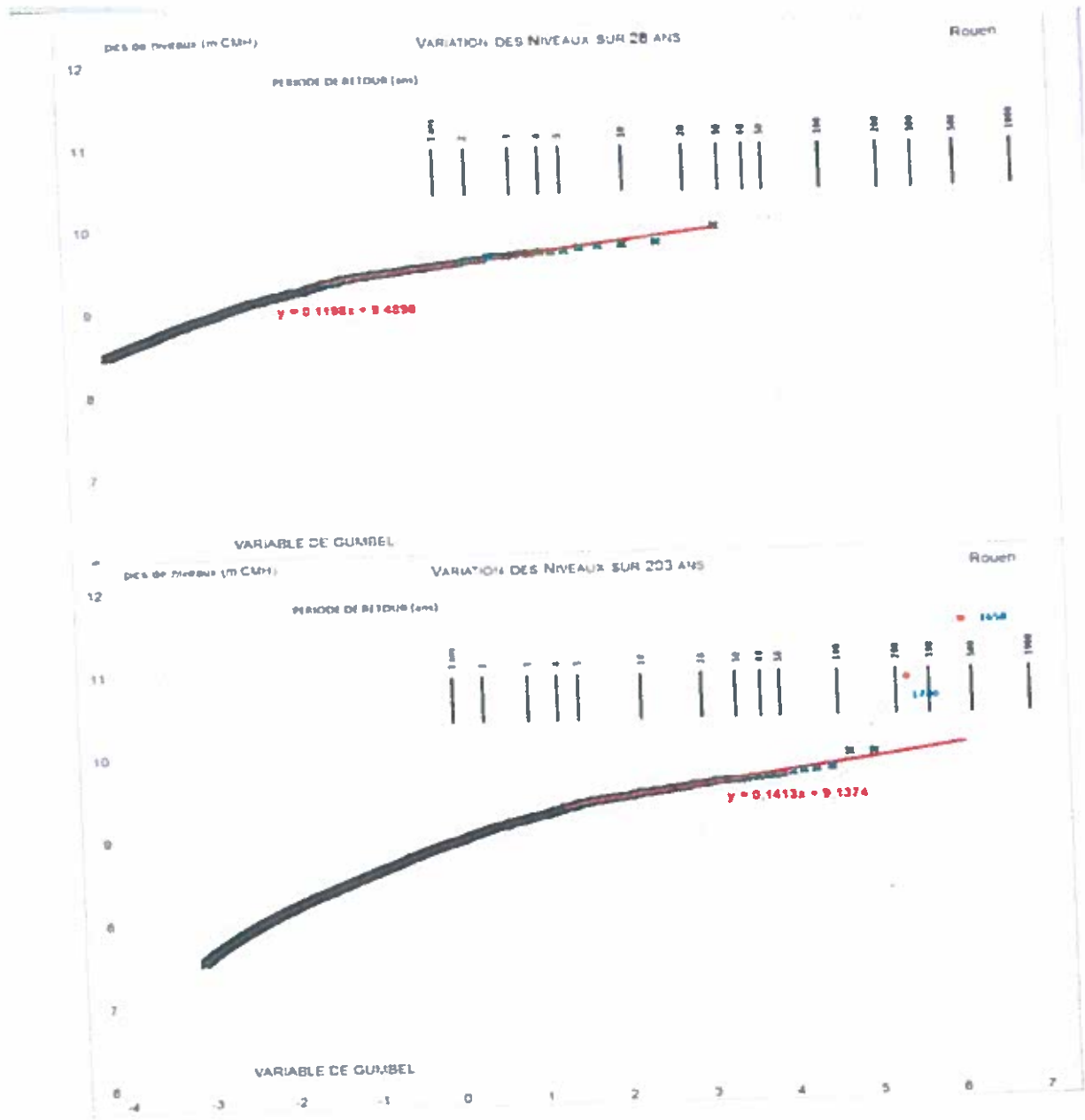
La pente de la ligne d'eau de la crue de 1658 reconstituée entre ces 2 repères apparaît identique à celle de la crue de 1910.

Il a donc été pris le parti de créer une ligne d'eau pour la crue de 1658 parallèle à la crue de 1910 entre Poses et Grand-Couronne à partir des hauteurs d'eau connues grâce à ces deux repères de crue.

*Bien qu'il soit assez difficile d'associer une période de retour à la crue de février 1658, il est toutefois possible d'affirmer sans risque que sa probabilité d'occurrence soit inférieure au millénaire. En effet, selon l'étude de « Définition des scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine », citée plus haut, une évaluation du niveau millénaire à Rouen est donnée pour une hauteur d'eau de 10,44 m exprimée en CMH (cote marine au Havre) à comparer avec la hauteur d'eau de 11,88 m CMH atteinte par la crue de 1658.*

Il est toutefois important de préciser que l'évaluation du niveau millénaire dans l'étude précitée est établie à partir d'une analyse statistique des niveaux de pleine mer observés sur les seules 30 dernières années (de 1985 à 2013) qui ne prend donc pas en compte les événements historiques les plus anciens et les plus forts connus à Rouen (février 1658, décembre 1740).

Extrait de l'étude « Définition des scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine » menée sous la maîtrise d'ouvrage du GIP Seine aval, le bureau d'études ARTELIA – Représentation des distributions probabilistes des niveaux d'eau à Rouen : en haut sur la base des données marégraphiques seules sur 28 ans, en bas en incorporant les événements historiques



Pour la Directive Inondation, le niveau marin "extrême" est défini comme la somme des plus hautes mers astronomiques (PHMA) et de la surcote "millénaire".

Le niveau des PHMA au Havre est de 8,56 m CMH selon les dernières données du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) de 2013.

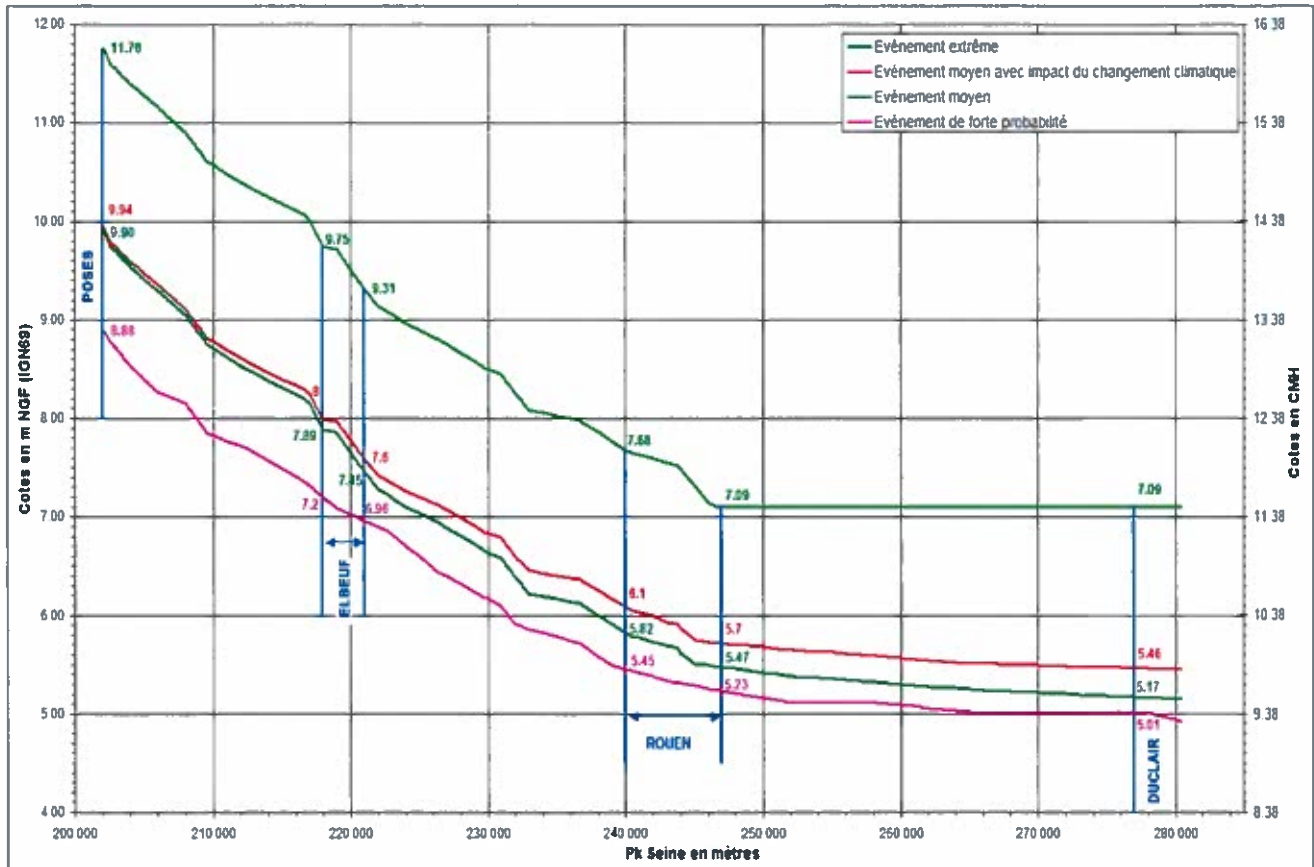
Le Centre d'études techniques maritimes et fluviales (CETMEF)<sup>1</sup> a conduit en 2013 une étude portant sur une analyse statistique des surcotes horaires de pleine-mer concernant notamment le port du Havre pour lequel sont disponibles 41 années de mesures de 1938 à 2012. Il a été procédé ensuite à une extrapolation des extrêmes en testant 2 lois d'ajustement au comportement relativement complémentaire, loi exponentielle et loi de distribution Généralisée de Pareto (loi GPD). La comparaison de ces lois a conduit le CETMEF à préconiser aux services de l'Etat responsables de la production de la cartographie "Directive Inondation" de retenir les estimations de la loi GPD, celle-ci ajustant mieux les plus fortes valeurs.

Pour le Havre, la surcote de pleine mer de période de retour 1000 ans estimée par la loi GPD est de 2,91 m comprise dans un intervalle de confiance à 70 % allant de 1,43 m à 4,39 m.

Le niveau marin "extrême" s'établit au Havre à 11,47 m CMH. *Le niveau ainsi défini est donc différent du niveau marin millénaire.* Il peut être comparé au niveau exceptionnel atteint dans l'estuaire de la Seine à Quillebeuf-sur-Seine de 11,07 m CMH lors du coup de mer de novembre 1810, le plus fort événement historique connu dans l'estuaire aval.

---

<sup>1</sup> Dénommé depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014, Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA)



### •Incertitudes et limites et données manquantes : critiques de la cartographie produite

La méthode appliquée et les données utilisées pour la cartographie génèrent des incertitudes plus ou moins grandes sur les résultats.

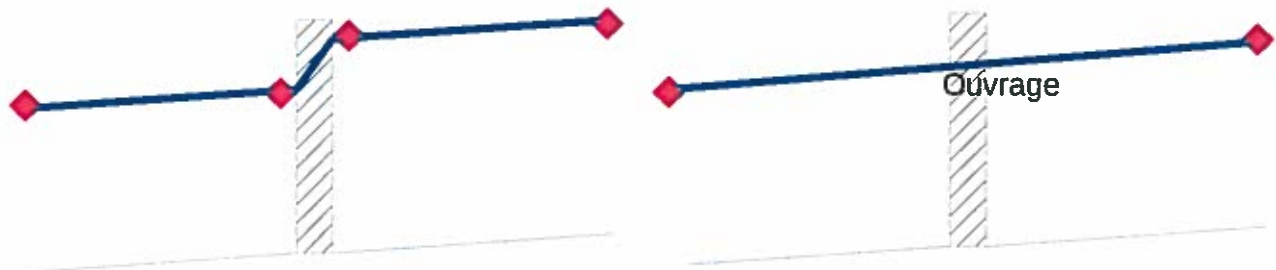
La méthodologie retenue de projection topographique engendrent des difficultés d'interprétation. Des secteurs sans connexion avec la Seine, directe ou indirecte via les réseaux d'assainissement, peuvent apparaître comme inondables en raison uniquement de leur altimétrie (point bas).

Il sera nécessaire d'identifier précisément les secteurs concernés, de procéder dans les meilleurs délais aux investigations complémentaires nécessaires pour lever les incertitudes sur l'inondabilité de ces terrains, liées à la méthodologie utilisée.

Les remarques de la CREA et de la ville de Rouen sur la méthodologie utilisée sont annexées à ce rapport (annexe 7).

Le modèle numérique de terrain (relevés Lidar de 2012) utilisé pour la projection des lignes d'eau et la détermination des classes de hauteur d'inondation possède une précision altimétrique toutefois inférieure à un lever topographique. Celle-ci est d'environ 6 centimètres sur sols nus mais se dégrade (> 10 cm) dans les secteurs urbanisés et en présence de végétation.

A cela s'ajoute une incertitude sur les données utilisées pour reconstituer les lignes d'eau de crues historiques (repères de crues, cotes observées aux échelles, mesures aux marégraphes, témoignages des crues, etc.). L'ordre de grandeur de cette incertitude est compris entre un et une dizaine de centimètres. Par ailleurs, ces données sont disponibles de façon plus ou moins dense sur le tronçon de Seine à cartographier. Les lignes d'eau des crues historiques sont construites par interpolation linéaire entre chaque cote disponible. Les ouvrages particuliers tels que les ponts, les remblais transversaux ou les seuils, doivent être strictement encadrés par des cotes de crue pour estimer la perte de charge singulière qu'ils engendrent. Sans information à proximité de ces ouvrages, la ligne d'eau est « lissée » entre la dernière cote à l'amont et la prochaine cote à l'aval (cf. dessin n°1 ci-dessous).



◆ Donnée sur la crue (repère, mesure échelle, etc.)

Dessin 1: influence de la densité d'information sur le tracé d'une ligne d'eau de crue

La

ligne d'eau aval de l'événement de faible probabilité sur la Seine n'a pas été construite à partir de données historiques mais sur la base d'un niveau marin théorique estimé par extrapolation statistique. Outre les incertitudes liées aux mesures décrites précédemment, le premier facteur d'incertitude de cette méthode est associé au choix de l'ajustement statistique. Dans l'étude du CETMEF<sup>2</sup>, deux lois statistiques ont été testées mais il se peut que d'autres lois décrivent correctement les surcotes marines au Havre et donnent des résultats différents. La qualité des extrapolations est également tributaire de la durée des mesures. Il est en effet logique de penser que si on ne dispose que de 10 ans de mesure, une estimation millénaire est sujette à caution. Cette incertitude est appelée "incertitude d'échantillonnage". Elle est entièrement décrite par le calcul des intervalles de confiance lors de l'ajustement statistique des extrêmes. Dans l'étude CETMEF<sup>3</sup>, l'estimation de la surcote millénaire au Havre est accompagnée d'un intervalle de confiance à 70% très large (1,43 – 4,39 m).

En outre, l'occupation du sol et l'aménagement des lits mineur et majeur ont été fortement modifiés depuis les années auxquelles se sont produites la plupart des crues historiques exploitées pour la cartographie. A débit équivalent, la ligne d'eau actuelle serait plus basse dans les secteurs où la capacité d'écoulement du lit mineur a été améliorée (approfondissement et creusement du lit mineur, suppression d'îles, dévégétalisation). A contrario, pour les crues largement débordantes (comme la crue de 1910), la ligne d'eau serait relevée en amont des remblais et dans les secteurs où le lit majeur a été fortement urbanisé depuis ces événements du fait de la réduction importante voire de la disparition des zones de laminage et de stockage qui existaient à l'époque.

### 4.3.2 L'Eure

(...)

### 4.3.3 Le Cailly, l'Aubette et le Robec

#### Études et méthodes mobilisées

2 Dénommé depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014, Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA)

3 Idem que 4

#### - événement de forte probabilité

- L'absence d'événements notables sur les faibles périodes de retour ne rendent pas pertinente l'élaboration de la cartographie de cette fréquence sur le bassin versant (voir paragraphe *Principaux résultats de la cartographie du TRI* page 4);

#### - événement de probabilité moyenne

- Les données de ruissellement ont été les seules à être traitées suite à l'obtention par le SAGE de la modélisation des axes de ruissellements. Ceux-ci ont été catégorisés puis une largeur forfaitaire a été appliquée de 50 m ou 25 m de part et d'autre des axes;
- Les zones représentées sont des zones de précaution autour des axes de ruissellements lesquels peuvent être considérés comme des zones de danger.

#### - événement de faible probabilité

- pour la partie débordement, la cartographie utilisée a été établie à partir du logiciel Cartino (développé par le CETE Méditerranée<sup>4</sup>);
- Le résultat du traitement Cartino a été amélioré par une analyse à partir des données LIDAR (" light detection and ranging " : technologie de mesure optique aéroportée permettant, entre autres, la réalisation de Modèles Numériques de Terrain);
- Une largeur forfaitaire de 5 m autour des zones de ruissellement issues du scénario moyen a été appliquée;
- Les zones représentées sont donc à prendre pour des zones de précaution par rapport à l'aléa ruissellement.

#### Incertitudes et limites : critiques de la cartographie produite.

Utilisation de largeur de ruissellement forfaitaire en l'absence de données hydrauliques pour les phénomènes présentés.

Concernant l'usage du LIDAR, bien que cette méthode soit d'une grande précision, elle possède certains défauts<sup>5</sup>:

- l'absence de lignes de contraintes (berges, digues, talus...);
- des problèmes possibles dans les zones de végétation dense de faible hauteur avec une mauvaise définition de l'altitude;
- la non prise en compte d'ouvrages hydrauliques dans les remblais...

### **4.3.4 L'Austreberthe**

#### Études et méthodes mobilisées

#### - événement de forte probabilité

- L'absence d'éléments n'a pas permis d'élaborer la modélisation de cette fréquence (voir paragraphe *Principaux résultats de la cartographie du TRI* page 4);

#### - événement de probabilité moyenne

- pour la partie débordement, la cartographie utilisée est issue de l'atlas cartographique des plus hautes eaux connues des vallées de l'Austreberthe et du Saffimbec d'août 2001 réalisé par le bureau d'études Horizons;

4 Dénommé depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014, Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA)

5 Source WikHydro : utilisation des données LIDAR pour la directive inondation



- pour la partie ruissellement, la cartographie utilisée est issue de l'étude préalable au PPRI du bassin versant de l'Austreberthe et du Saffimbec de 2005 réalisée par le bureau d'études SAFEGE.

#### **- événement de faible probabilité**

- pour la partie débordement, la cartographie utilisée a été établie à partir du logiciel Cartino (développé par le CETE Méditerranée<sup>6</sup>) ;
- Le résultat du traitement Cartino a été amélioré par une analyse à partir des données LIDAR ;
- Le produit a été confronté à l'analyse critique du syndicat de bassin versant;
- Une largeur forfaitaire de 5 m autour des zones de ruissellement issues du scénario moyen a été appliquée ;
- Les zones représentées, sont donc à prendre pour des zones de précaution par rapport à l'aléa ruissellement.

#### **Incertitudes et limites : critiques de la cartographie produite.**

Utilisation de largeur de ruissellement forfaitaire en l'absence de données hydrauliques pour les phénomènes présentés.

Reprises exhaustives et fidèles des emprises définies dans l'Atlas des PHEC de 2001 et de l'étude préalable au PPRI de 2005. Le PPRI précisera les incertitudes.

Concernant l'usage du LIDAR, bien que cette méthode soit d'une grande précision, elle possède certains défauts :

- l'absence de lignes de contraintes (berges, digues, talus...) ;
- des problèmes possibles dans les zones de végétation dense de faible hauteur avec une mauvaise définition de l'altitude ;
- la non prise en compte d'ouvrages hydrauliques dans les remblais...

#### **Données topographiques disponibles**

Les données topographiques utilisées pour la réalisation de la cartographie sont les levés LIDAR, les plus récents disponibles, de 2012 pour l'estuaire de la Seine et l'Eure et de 2013 pour l'Aubette/Robec, le Cailly et l'Austreberthe.

#### **Limite de validité des cartes**

*Les cartes ont été créées pour une échelle de validité de 1/25 000<sup>ème</sup>.*

---

6 Dénommé depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2014, Centre d'études et d'expertises sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA)



### Annexe 3

## Couvertures par rapport à un plan de prévention des risques naturels (approuvés ou prescrits) des communes du TRI Rouen-Louviers-Austreberthe en Seine-Maritime.

Communes	PPR Seine-Rouen (approuvé)	PPR Seine-Elbeuf (approuvé)	PPR CAR (prescrit)	PPR AS (prescrit)
AMFREVILLE-LA-MI-VOIE	X			
LES AUTHIEUX-SUR-LE-PORT-SAINT-OUEN	X			
BARENTIN				X
BELBEUF	X			
BONSECOURS	X		X	
CANTELEU	X		X	
CAUDEBEC-LES-ELBEUF		X		
CLEON		X		
DARNETAL			X	
DEVILLE-LES-ROUEN			X	
DUCLAIR				X
ELBEUF		X		
FONTAINE-SOUS-PREAUX			X	
FRENEUSE		X		
GOUY	X			
GRAND-COURONNE	X			
LE GRAND-QUEVILLY	X			
HAUTOT-SUR-SEINE	X			
HENOUVILLE				
LE HOULME			X	
MALAUNAY			X	
MAROMME			X	
MONT-SAINT-AIGNAN			X	
MONTVILLE			X	
MOULINEAUX	X			
NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE			X	
OISSEL	X			
ORIVAL		X		
PAVILLY				X
PETIT-COURONNE	X			
LE PETIT-QUEVILLY	X			
ROUEN	X		X	
SAINT-AUBIN-EPINAY			X	
SAINT-AUBIN-LES-ELBEUF		X		
SAINTE-AUSTREBERTHE				X
SAINT-ETIENNE-DU-ROUVRAY	X			
SAINT-LEGER-DU-BOURG-DENIS			X	
SAINT-MARTIN-DE-BOSCHERVILLE				
SAINT-MARTIN-DU-VIVIER			X	
SAINT-PAER				X
SAINT-PIERRE-DE-VARENCEVILLE				X
SAINT-PIERRE-LES-ELBEUF		X		
SOTTEVILLE-LES-ROUEN	X			
SOTTEVILLE-SOUS-LE-VAL		X		
TOURVILLE-LA-RIVIERE		X		
VAL-DE-LA-HAYE	X			
LA VAUPALIERE				

CAR : Cailly Aubette Robec  
AS Austreberthe Saffimbec

