

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

OBJECTIF B

RAPPORT FINAL V2

Modélisation Hydraulique et Logiciels

Echirolles

6 rue de Lorraine
38130 ECHIROLLES
Tel. : +33 (0)4 76 33 40 00
Fax : +33 (0)4 76 33 42 96



SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	5
1.1. CONTEXTE GENERAL.....	5
1.2. L'OBJECTIF B	6
2. ELABORATION DES SCENARIOS	7
2.1. SCENARIOS « EN CONDITIONS ACTUELLES » (SCA)	7
2.2. SCENARIOS « IMPACT CHANGEMENT CLIMATIQUE » OU « ELEVATION DU NIVEAU MARIN » (SCC)	7
2.3. SCENARIOS « AMENAGEMENTS » (SAM)	9
3. PROCESSUS DE CONCERTATION	10
3.1. ATTENTES DES PARTENAIRES.....	10
3.2. ENJEUX.....	10
3.3. COMMENTAIRES SUR LES SCENARIOS	11
4. SCENARIOS PROPOSES	13
5. PROTECTION DES ENJEUX	15
5.1. BERGES ET MURETS ANTI-INONDATION	15
5.2. METHODE	16
5.3. RESULTATS	20
5.4. CONCLUSION	21
ANNEXE 1 Partenaires du GIP Seine aval	23
ANNEXE 2 Processus de concertation : Questionnaire	25
ANNEXE 3 Comparaison entre cote de protection et cote de ligne d'eau en lit mineur	26

FIGURES

FIG. 1.	EVOLUTION DU NIVEAU MOYEN (1992-2001)	8
FIG. 2.	COTE DE BERGE ET COTE DE MURET ANTI-INONDATION ;	15
FIG. 3.	LIT MAJEUR INEXISTANT EN RIVE GAUCHE AU PK 289 (BARNEVILLE-SUR-SEINE)	16
FIG. 4.	CARTE DE DEFINITION DE L'EMPRISE DES SECTEURS ENDIGUES POTENTIELLEMENT CONCERNES PAR LA CRUE CENTENNALE THEORIQUE EN CAS DE SURVERSE (LE SECTEUR A L'AVAL DE TANCARVILLE N'EST PAS CONSIDERE PAR LA PRESENTE ANALYSE)	18
FIG. 5.	COMPARAISON ENTRE COTE DE PROTECTION ET COTE DE LIGNE D'EAU EN LIT MINEUR	19

TABLEAUX

TABL. 1 -	RECAPITULATIF DES REPONSES AUX QUESTIONNAIRES	12
TABL. 2 -	DETAILS DES SCENARIOS PROPOSES	14
TABL. 3 -	DEFINITION DES DIFFERENTS SECTEURS ENDIGUES	17
TABL. 4 -	EXPOSITION DES ENJEUX A L'EVENEMENT CENTENNAL THEORIQUE EN RIVE GAUCHE	20
TABL. 5 -	EXPOSITION DES ENJEUX A L'EVENEMENT CENTENNAL THEORIQUE EN RIVE DROITE	21

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif B

RAPPORT FINAL V2

Ce document a été produit par Artelia Eau & Environnement.

Ce document a été préparé sous l'autorité du responsable de projet en accord avec le Directeur de Projet.

Distribution

Index	ORGANISATION	DESTINATAIRE
1	GIPSA	C. FISSON
2	ARTELIA	F. GANDILHON

Emission

2	Prise en compte des remarques	30/10/2013	F. Gandilhon/M. Grisel	A. Masson
1	Version finale	21/10/2013	F. Gandilhon/M. Grisel	A. Masson
Indice	Objet de la modification	Date	Visa émetteur	Visa Qualité

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. CONTEXTE GENERAL

Les débordements de la Seine font partie de l'histoire du fleuve. Les archives dénombrent ainsi une soixantaine de crues majeures depuis le VI^e siècle. En particulier, la crue de 1910 a fortement marqué l'imaginaire collectif et reste la référence actuellement utilisée pour la gestion du risque inondation en Seine. Plus récemment, des débordements plus ou moins importants de la Seine sont à noter en 1955, 1970, 1995, 1999, 2001, etc.

De nombreuses communes riveraines de l'estuaire de la Seine sont ainsi soumises au risque inondation, qu'il soit lié au ruissellement pluvial, à un débordement du fleuve ou de ses affluents, à une submersion marine ou aux remontées de nappe.

Selon le type d'inondation et le secteur géographique considéré, les facteurs mis en œuvre sont différents : hydrologie, marées astronomiques, événements météorologiques. Les plus hauts niveaux d'eau atteints correspondent en effet à la conjonction des différents paramètres : forts débits, grandes marées, vents d'ouest et faible pression atmosphérique. L'intensité de chacun de ces paramètres n'étant jamais identique, ceci confère à chaque inondation un caractère singulier.

Le risque inondation dans l'estuaire de la Seine doit donc être appréhendé à l'échelle globale de l'estuaire, et ce d'autant plus que cette problématique est au cœur de nombreux dispositifs réglementaires : Directive Inondation, Plans de Prévention des Risques Inondation, Etudes de Dangers des barrages et digues, dossiers au titre de la Loi sur l'Eau.

L'étude menée par ARTELIA Eau & Environnement vise à définir les niveaux d'eau à considérer pour la gestion du risque inondation et la détermination de leur période de retour. La présente mission est organisée autour de 4 objectifs :

- Objectif A : définition des périodes de retour des événements jouant un rôle dans les inondations,
- Objectif B : élaboration des scénarios pouvant déclencher les inondations, en combinant différents événements selon leur occurrence,
- Objectif C : développement et transfert d'un modèle hydraulique à l'échelle de l'estuaire de la Seine,
- Objectif D : modélisation de la ligne d'eau pour quelques-uns des scénarios préétablis.

Le présent document constitue le rapport final de l'objectif B.

1.2. L'OBJECTIF B

L'objectif B de l'étude se décompose en quatre axes de travail :

- Etablir des scénarios combinant les facteurs primaires et dont l'enveloppe serait représentative de la ligne d'eau centennale. Ces scénarios sont représentatifs des conditions actuelles, liés au changement climatique et à l'élévation du niveau marin et portent sur des aménagements ;
- Procéder à un processus de concertation auprès des partenaires du GIP Seine Aval ;
- Choisir les scénarios à modéliser (Objectif D) ;
- Identifier les zones à enjeux existantes sur le secteur d'étude par rapport à la ligne d'eau homogène en période de retour de 100 ans.

Le premier point a déjà fait l'objet d'une présentation au cours de l'objectif A de la présente étude. Nous rappellerons donc simplement les conclusions de ce travail.

2. ELABORATION DES SCENARIOS

L'objectif B a pour objet de proposer quelques scénarios combinant les facteurs primaires et dont l'enveloppe serait représentative de la ligne d'eau centennale sur l'ensemble de l'estuaire. Cette étape découle directement des analyses et observations réalisées au cours de l'objectif A et a donc été développée dans le chapitre 5.3 du rapport final V2 de l'objectif A (juillet 2013).

2.1. SCENARIOS « EN CONDITIONS ACTUELLES » (SCA)

En fonction des analyses et observations réalisées au cours de l'objectif A, les 5 scénarios suivants ont été proposés :

- **SCA1** : scénario de marée forte (coefficient > 100) et de surcote décennale – scénario de type maritime (période de retour 100 ans) – Secteur d'influence : Le Havre.
- **SCA2** : scénario de marée moyenne type coefficient 70, de débit annuel et de surcote centennale – scénario de type « fluvio maritime » ou « maritime estuarien » (période de retour 100 ans) – Secteur d'influence : Le Havre à Rouen.
- **SCA3** : scénario de marée moyenne haute type coefficient 85, de débit décennal et de surcote décennale – scénario de type « fluvio maritime » ou « maritime estuarien » (période de retour 100 ans) – Secteur d'influence : Le Havre à Rouen.
- **SCA4** : scénario de marée moyenne, de débit centennal et de surcote annuelle - scénario de type fluvial (période de retour 100 ans) – Secteur d'influence : Elbeuf.
- **SCA5** : scénario de marée forte (coefficient >100), de débit centennal et de surcote centennale – Scénario extrême de période de retour 500 ans.

2.2. SCENARIOS « IMPACT CHANGEMENT CLIMATIQUE » OU « ELEVATION DU NIVEAU MARIN » (SCC)

De nombreuses études ont été et sont encore menées pour estimer les conséquences du changement climatique à un niveau national et régional. Citons en particulier la circulaire du 27 juillet 2011, les études MEDCIE (Mission d'études et de développement des coopérations interrégionales et européennes) et l'étude sur le changement climatique en Haute-Normandie de Météo France (juin 2011).

On retiendra à ce jour les éléments suivants :

Niveau de la mer

« L'hypothèse retenue est celle d'une augmentation du niveau marin égale à 60 cm selon le décret de 2011 à l'horizon 2100 » (optimiste 40cm, pessimiste 1m établi sur la base de l'hypothèse « pessimiste » de l'ONERC).

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif B

RAPPORT FINAL V2

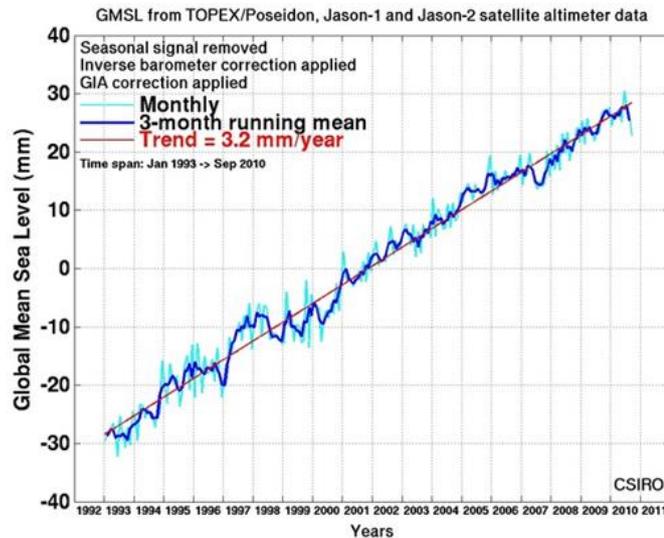


Fig. 1. Evolution du niveau moyen (1992-2001)

Fréquence des tempêtes :

Il est reconnu par le dernier GIEC que la fréquence des tempêtes va augmenter mais pas leur intensité. Cela signifie que la loi de probabilité de la Pression Atmosphérique (PA) et du Vent (V) va augmenter mais pas la loi reliant les surcotes à PA et V. Aucune donnée quantitative à ce jour n'est cependant disponible.

Pluie/débit :

Les conclusions du GIEC et des études de « downscaling » sur la France montrent toutes une augmentation des étiages en durée et donc en intensité, mais peu se prononcent clairement sur les pluies et les crues. Notons cependant l'étude MEDCIE pour la région Nord-Pas de Calais-Picardie qui annonce une augmentation de 5 à 15% des précipitations. L'étude Météo France sur la Haute-Normandie annonce, elle, une augmentation de la proportion de fortes pluies parmi l'ensemble des épisodes pluvieux sans fournir de données quantitatives.

En termes de scénarios, 2 propositions peuvent être établies :

- **SCC1** : Une **augmentation du niveau moyen de la mer de 20cm**, pas de modification des autres facteurs primaires – Scénario de référence de l'élévation du niveau marin moyen.
- **SCC2** : Une **augmentation du niveau moyen de la mer de 60cm**, pas de modification des autres facteurs primaires – Scénario extrême.

Ces scénarios seraient menés sur la base d'un scénario en conditions actuelles, par exemple le scénario SCA2.

Scénario complémentaire :

- **SCC3** : Une **augmentation du niveau moyen de la mer de 60cm** associée à une modification des périodes de retour des autres facteurs primaires – Scénario extrême fluviomaritime du changement climatique.

Ce scénario serait mené sur la base d'un scénario en conditions actuelles, par exemple le scénario SCA3 ou SCA4.

2.3. SCENARIOS « AMENAGEMENTS » (SAM)

Ces scénarios portent sur les différents aménagements de protection ou de réduction des inondations qui peuvent être envisagés à l'échelle du secteur d'étude. Nous nous appuyons sur l'identification des enjeux et leur niveau de vulnérabilité pour définir précisément les principes de ces aménagements. A ce stade, seules les grandes lignes directrices sont décrites.

Les scénarios d'aménagements proposés sont les suivants :

- **SAM1** : Suppression des systèmes de protection artificiels (muret, digues ...) – scénario état naturel ;
- **SAM2** : Protections prioritaires de toutes les zones à enjeux (mise hors d'eau, rehaussement des digues) ;
- **SAM3** : Protections prioritaires de toutes les zones à enjeux (mise hors d'eau) et zone d'expansion des crues en plaines avec protections qui fonctionnent en événement décennal.

Scénario complémentaire :

- **SAM4** : Scénario Projet de la Bassée : prise en compte « optimiste » de l'ensemble des aménagements projetés participant à l'écrêtement des crues (aménagement de la Bassée porté par l'EPTB Seine Grands Lacs).

Ces scénarios seraient menés pour un scénario en conditions actuelles ou avec prise en compte de l'élévation du niveau marin.

Les scénarios finaux choisis pour l'exploitation seront une combinaison des scénarios proposés précédemment : SCA (pour les conditions hydrométéorologiques), SCC (pour la prise en compte éventuelle du changement climatique) et SAM (pour les conditions bathy-topo et la considération éventuel des murets anti-inondation).

3. PROCESSUS DE CONCERTATION

Ce processus de concertation s'adresse à 16 partenaires (Annexe 1) du GIP Seine Aval intervenant sur la zone d'étude et s'intéressant aux inondations (gestion des ouvrages de protection, prévision des crues, gestion de crise,...). Il a pour objet de présenter le travail déjà effectué, de récolter les attentes de chacun par rapport à la problématique des inondations ainsi que les avis des partenaires sur les scénarios proposés dans le but de prioriser les futurs scénarios à modéliser (Objectif D).

Pour cela un questionnaire, présenté en Annexe 2, a été envoyé à chaque partenaire. 10 partenaires ont répondu et des entretiens téléphoniques ont été réalisés en complément.

3.1. ATTENTES DES PARTENAIRES

Cette concertation nous a permis d'établir les problématiques par rapport aux inondations et les attentes de chaque partenaire ; ces dernières sont différentes selon le rôle de la structure (gestion de crise, gestion des ouvrages de protection, prévision,...) et sont propres à la zone d'intervention de chacun et aux zones à enjeux. Cependant, des axes communs de réflexion ressortent tout de même de l'analyse des questionnaires.

Posséder un référentiel commun en termes d'inondation apparaît comme un élément essentiel pour la plupart des acteurs de l'estuaire de la Seine. Ces derniers souhaitent parler le même « langage » et travailler sur des événements communs. Une des attentes est d'obtenir des cotes de niveaux d'eau de référence avec leur période de retour associée. Certains partenaires ont la démarche suivante : peu importe les paramètres (débit, marée, surcote) imposés, l'important est d'avoir la caractérisation de la ligne d'eau le long de l'estuaire avec sa période de retour.

Etablir les zones de débordement pour des événements précis apparaît également comme un point important.

Enfin des besoins propres à chaque partenaire ont été précisés (études de danger inondation de digue, études de vulnérabilité, prévision à court terme, aménagement de l'éco quartier Flaubert, niveaux de protection de certaines digues...).

3.2. ENJEUX

Les questionnaires ont mis en avant des types d'enjeux et donc des zones à enjeux :

- Les enjeux humains donc toutes les zones urbaines proches de la Seine (Rouen et son agglomération, Le Havre et son agglomération, boucle d'Elbeuf, Duclair, Caudebec, Villequier ...) et les fonds de vallées urbanisées ;
- Les enjeux industriels et économiques au niveau de la zone industrialo-portuaire du Havre, de Rouen et de la zone industrielle de Port Jérôme ;
- Les zones de biodiversité qui ne doivent pas disparaître ou alors être remplacées par des zones a minima équivalentes en termes de surface ;
- Les routes départementales riveraines du fleuve ;
- Les digues (zone du Trait, zone Estuaire Nord, ...) : dans quel état sont-elles ? sont-elles bien entretenues ? est-ce qu'elles sont utiles pour des niveaux extrêmes ?

Ce volet est complété par une analyse dans le chapitre 5.

3.3. COMMENTAIRES SUR LES SCENARIOS

Le Tabl. 1 - synthétise les réponses aux questionnaires.

Il ressort des réponses aux questionnaires et des entretiens téléphoniques les remarques suivantes :

- Les scénarios proposés conduisant à une ligne d'eau centennale n'ont pas toujours fait l'unanimité ; en effet, certains préfèrent se raccrocher à des événements historiques connus (1910, 1999) peut-être plus concrets et plus parlants que des scénarios « théoriques » ; ce sont également les événements de référence retenus pour l'établissement du PPRI de la Vallée de la Seine et pour la Directive Inondation (en particulier pour la cartographie de l'aléa de probabilité moyenne pour le TRI « Rouen-Louviers-Autreberthe ») ;
- Le scénario « Elévation du Niveau Marin » SCC1 qui consiste à élever le niveau moyen de la mer de 20cm a globalement été jugé trop optimiste compte tenu des préconisations du GIEC ou de l'ONERC. Certains proposent même de faire des scénarios en considérant une élévation supérieure à 100cm ;
- Les scénarios d'aménagements (SAM2 et SAM3) n'apparaissent pas prioritaires dans l'immédiat aux yeux de la plupart des partenaires. La plupart estime néanmoins que cela pourrait être intéressant dans le futur et permettrait d'ouvrir des pistes de réflexion à l'échelle de l'estuaire entre les différents acteurs ;
- Le scénario SCA5 qui consiste à imposer des paramètres extrêmes (débit centennal, surcote centennale et coefficient de marée supérieur à 100) a fait l'unanimité de même que le scénario SCC2 (élévation du niveau moyen de la mer de +60cm) puis vient le scénario en « conditions actuelles » SCA3 et le scénario « état naturel » SAM1 ;
- La plupart des scénarios en « conditions actuelles » proposait de travailler sur la base d'un coefficient de marée moyen (entre 70 et 85). Beaucoup ont proposé des variantes en insistant sur l'importance d'un coefficient de marée supérieur à 100 (associée à une surcote ou un débit centennal – variantes des scénarios en conditions actuelles « SCA2 » ou « SCA4 »).

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif B
RAPPORT FINAL V2

Structure	SCA1	SCA2	SCA3	SCA4	SCA5	SCC1	SCC2	SCC3	SAM1	SAM2	SAM3	SCENARIO SUPPLEMENTAIRE
PARTENAIRE 1							1		peu importe l'aménagement modélisé, il faudra voir l'impact de ce dernier sur les zones écologiques			SCC + 120cm avec surcote centennale et crue decennale, crue centennale et surcote decennale, surcote centennale et crue 20-30 ans
PARTENAIRE 2			1			2 avec SCA3, puis SCA5 et SCA4				3 intéressant		
PARTENAIRE 3	3	1	3		3		1 avec SCA1, SCA2, SCA3, SCA5				1	1 SCC2 avec +100cm, 2 coefficient de marée >100, surcote centennale, débit annuel
PARTENAIRE 4	peu importe les paramètres, le besoin est d'avoir les niveaux max et période de retour associée					aucun intérêt	1 avec évé 1910, 1999 ou SCA3, SCA4		3	avec événement de 1910 et 1999 - intéressant		2 évé de 1910 et 1999
PARTENAIRE 5					1	avec SCA2		avec SCA5				1 coefficient de marée 100, surcote centennale
PARTENAIRE 6							1		1			1 avec événement de 1910 et 1999, +60cm, et sans ouvrage de protection (variante SCC2 et SAM1)
PARTENAIRE 7	1			1		avec SCA3	avec SCA3	avec SCA4	3 avec SCA3			2 coefficient de marée >100, débit decennale, surcote centennale - coefficient de marée >100, débit centennale, surcote annuelle
PARTENAIRE 8			1	var: 1 coef >100, débit centennale, surcote annuelle	1	avec SCA3 et SCA4 variante		peu pertinent				2 événement de 1910
PARTENAIRE 9					1		1 avec SCA2 puis SCA3 et SC4					
PARTENAIRE 10			2	1	2	4				3		

Légende :

1	choix n°1 du partenaire
2	choix n°2 du partenaire
3	choix n°3 du partenaire
4	choix n°4 du partenaire

Tabl. 1 - Récapitulatif des réponses aux questionnaires

4. SCENARIOS PROPOSES

Sur la base des réponses aux questionnaires puis après concertation avec le GIPSA, 6 scénarios ont été proposés et validés par le Comité de Pilotage. Ces scénarios, qui seront modélisés au cours de l'objectif D, sont répertoriés dans le tableau ci-après (Tabl. 2 -).

Pour chaque scénario, sont précisés :

- Le nom du scénario de référence et le type de scénario en termes de période de retour ;
- L'occurrence du débit au cours du scénario (débit annuel, centennal, décennal) ;
- Le coefficient de la marée au Havre au moment de l'événement considéré : coefficient fort (>100), moyen/fort (95) ;
- La période de retour de la surcote attendue au Havre qui correspond à un niveau de surcote. Par exemple, une surcote centennale correspond à une élévation du niveau marin de +1,32m CMH par rapport à la prédiction de marée (SHOM, 2012) ;
- Le niveau d'eau au Havre qui est lui-même lié au coefficient de marée et à la surcote décrite précédemment. Ainsi, une surcote centennale (1,32m CMH) apparaissant au moment d'une pleine mer de coefficient fort (116) conduit à un niveau d'eau de 9,50m CMH au Havre (scénario 3 – SCA5 Variante) ;
- La prise en compte ou non de l'élévation du niveau marin au Havre de +60cm (considération du changement climatique »);
- La présence ou non des murets anti-inondation ;
- Le type de chroniques qui sera imposé au moment de la modélisation (Objectif D). Les chroniques peuvent être basées sur des événements réels historiques (type 1910 et 1999) ou des événements théoriques reconstruits sur la base des données disponibles.

Les scénarios 4, 5 et 6, qui prennent en considération le changement climatique, seront également réalisés sans élévation du niveau marin afin de comparer les lignes d'eau des niveaux maximaux.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif B

RAPPORT FINAL V2

Scénario de référence	Type de scénario	Débit (Tps de retour)	Marée (Coefficient)	Surcote (Tps de retour)	Niveau marin (Elévation)	Murets (Présence)	Chroniques	Remarque
SCA2 Variante	événement centennial maritime	1	fort (coef>100)	100	0	oui	reconstruites sur la base des données	
SCA3	événement centennial fluvio-maritime	10	moyen/fort (coef.95)	10	0	oui	reconstruite sur la base des données	
SCA5 Variante	événement extrême	100	fort (coef>100)	100	0	oui	reconstruites sur la base des données	niveau d'eau ciblé au Havre: 9,50 m CMH
SCA5 Variante + SCC2	événement extrême + changement climatique	100	fort (coef>100)	20	0/ +60cm	non	reconstruites sur la base des données	niveau d'eau ciblé au Havre: 9,30 m CMH
'type' 25/12/1999 + SCC2 + SAM1	événement décennal fluvio-maritime + changement climatique	1 (1400 m ³ /s à Poses)	104	2	0/ +60cm	non	réelles	événement moyen pour le TRI à l'aval de Rouen
'type' 29/01/1910 + SCC2 + SAM1	événement centennial fluvial + changement climatique	>100 (3000m ³ /s à Poses)	78	1	0/ +60cm	non	réelles	événement moyen pour le TRI à l'amont de Rouen

Tabl. 2 - Détails des scénarios proposés

5. PROTECTION DES ENJEUX

Sur tout le linéaire de la Seine faisant l'objet de l'étude, le lit mineur est bordé de digues et/ou murets qui soustraient les enjeux situés en lit majeur aux inondations fréquentes.

Au cours de l'objectif A, des analyses statistiques au Havre, à Tancarville, Heurteville, Rouen et Elbeuf ont été réalisés et ont permis d'établir une ligne d'eau de période de retour centennale correspondant à un événement centennal théorique. Cette ligne d'eau est utilisée pour la présente analyse.

Un des objectifs de notre étude est donc de savoir, dans une première approche globale (140 km linéaire), si les enjeux présents en lit majeur risquent d'être inondés pour un événement centennal théorique. Ces résultats seront à affiner dans une étude ultérieure et spécifique, de type étude de vulnérabilité.

5.1. BERGES ET MURETS ANTI-INONDATION

Ce chapitre précise la différence entre la cote de la berge et la cote d'un muret anti-inondation.

La cote de la berge a été définie à partir du MNT. Ce peut être une digue mais pas un muret anti-inondation. Cette cote est intégrée dans la topographie de base du modèle.

Le muret anti-inondation surélève la berge ; sa cote est donc supérieure localement à la cote de la berge. Sa valeur est issue d'un traitement spécifique des données LIDAR. Cette cote n'est pas intégrée dans la présente phase d'analyse des enjeux ; elle pourra être considérée ou non dans la modélisation selon les scénarios.



Fig. 2. Cote de berge et cote de muret anti-inondation ;

5.2. METHODE

Pour déterminer les enjeux inondés pour l'événement de référence, alors que notre principale donnée d'entrée est une ligne d'eau et non une surface inondable, nous avons procédé de la façon suivante :

1. Détermination des modalités d'inondation

Sur la zone d'étude, le lit majeur est soit :

- **Inexistant**, en raison d'un coteau escarpé. Dans ce cas, les enjeux risquant d'être inondés sont en très faible nombre et peu significatifs à notre échelle d'étude (Fig. 3).



Fig. 3. Lit majeur inexistant en rive gauche au PK 289 (Barneville-sur-Seine)

- **Endigué**. Dans ce cas, on considère que l'inondation se produira de façon certaine en cas de surverse sur la digue, car on estime, en première approche, que toute surverse crée une brèche. Etant donné l'ampleur de la crue considérée, une brèche implique une inondation qui ne se limite pas à la surface à l'arrière immédiat de la digue, mais qui s'étend vers l'aval voire vers l'amont lorsqu'on est en courant de flot.

En absence de surverse, il est estimé que la digue protège le lit majeur (pas de formation de brèche, pas de remontée de la Seine par remous le long des différents petits affluents, pas de passage de la Seine par différents ouvrages de type canalisation, trémie ou autre).

- **Protégé par des murets**. Certains secteurs ont des protections de type « murets ». Il est considéré dans notre étude que ces murets ne remplissent pas de fonction de protection en cas d'inondation majeure. En conséquence, un recensement de ces ouvrages a été fait auprès des gestionnaires, et les ouvrages ainsi identifiés ont été retirés du modèle hydraulique.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif B

RAPPORT FINAL V2

2. Délimitation des « secteurs endigués »

En cas de surverse entraînant une brèche dans la digue, la Seine pénètre dans le secteur endigué et protégé des crues de plus faible ampleur. Il est important de délimiter ces secteurs (Tabl. 3 -), car les différents enjeux y sont solidaires : une brèche crée une inondation de tout le secteur et non uniquement des enjeux directement adjacents.

Rive gauche			Rive droite		
N°	Secteur endigué	Limites en PK	N°	Secteur endigué	Limites en PK
1	Boucle de Criquebeuf-sur-Seine	205 à 217	11	Boucle d'Igoville	205 à 211
2	Boucle d'Oissel	222 à 229	12	Boucle de St Aubin Les Elbeuf	211 à 231
3	Boucle de St-Etienne-du-Rouvray	230 à 242	13	Secteur du port St-Ouen	232 à 233
4	Boucle de Quevilly	243 à 253	14	Boucle d'Amfreville-la-Mi-Voie	235 à 240
5	Boucle de Grand Couronne	254 à 260	15	Boucle de Rouen	241 à 247
6	Boucle de Beaulieu	265 à 271	16	Boucle de Sahurs	251 à 275
7	Boucle d'Anneville-Ambourville	272 à 288	17	Secteur de Duclair	278 à 280
8	Boucle du marais de la Harelle	295 à 303	18	Boucle de Jumièges	284 à 297
9	Boucle de St-Nicolas-de-Bliquetuit	303 à 319	19	Boucle du Trait	300 à 308
10	Boucle de Quillebeuf-sur-Seine	330 à 342	20	Boucle de Caudebec	308 à 314
22	Ile Lacroix	241 à 242	21	Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon	314 à 338

Tabl. 3 - Définition des différents secteurs endigués

La figure suivante (Fig. 4) montre l'emprise géographique des différents secteurs endigués, avec la correspondance des identifiants du tableau ci-dessus. L'emprise a été délimitée en comparant les cotes indiquées par le LIDAR et les cotes de la ligne d'eau centennale théorique dans chaque secteur. Ces emprises sont peu précises et appellent à être affinées dans une étude ultérieure.

La partie la plus aval (à partir de Tancarville) n'est pas traitée dans notre étude, car dans ce secteur l'aléa prépondérant est celui de la submersion marine. L'évaluation des hauteurs d'eau atteintes en cas de submersion marine s'appuie sur la modélisation des composantes de type wave set-up (augmentation du niveau d'eau liée au déferlement des vagues) et wave run-up (surélévation dynamique à l'interface terre/mer liée à la présence de vagues par exemple des vagues incidentes qui n'ont pas déferlé), qui ne sont pas l'objet de notre étude.

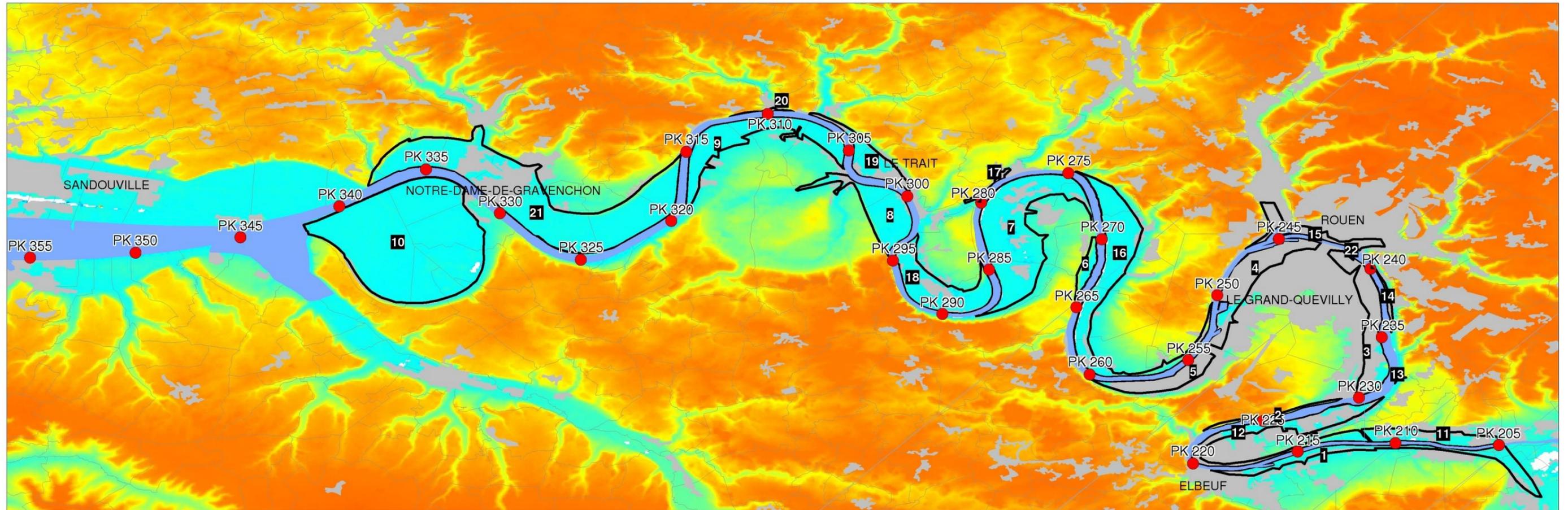


Fig. 4. Carte de définition de l'emprise des secteurs endigués potentiellement concernés par la crue centennale théorique en cas de surverse (le secteur à l'aval de Tancarville n'est pas considéré par la présente analyse)

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif B

RAPPORT FINAL V2

3. Comparaison des cotes des crêtes de digues avec la ligne d'eau centennale théorique

Dans un troisième temps, les potentielles zones de surverse sont déterminées en projetant la cote de la ligne d'eau sur la cote de la crête de digue (les murets ne sont pas pris en compte, cf. point 1). Ce travail est effectué successivement pour la rive droite et pour la rive gauche. Toutes les zones à risque de surverse et donc de brèche ont été mises en exergue par des cadres oranges. Un exemple est donné ci-après (Fig. 5). Les autres graphiques de comparaisons sont répertoriés dans l'Annexe 3.

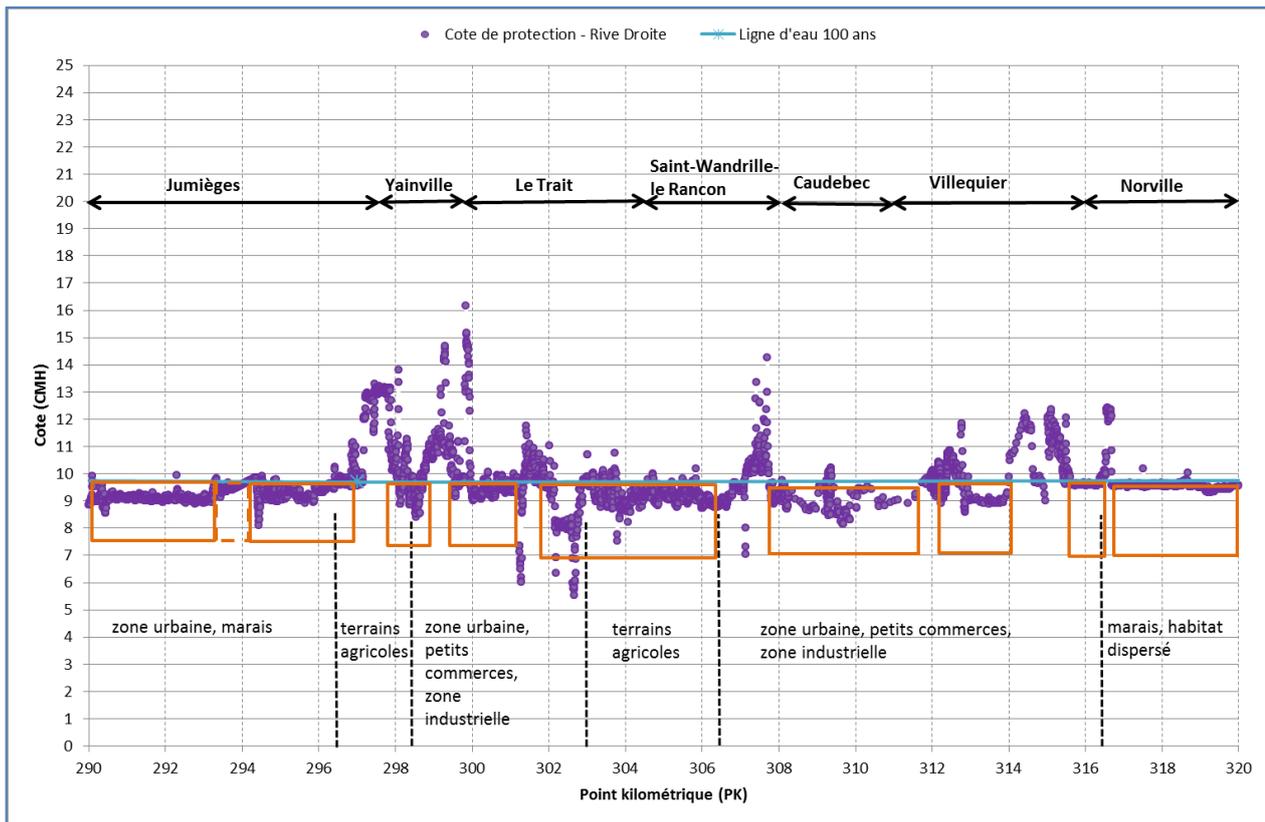


Fig. 5. Comparaison entre cote de protection et cote de ligne d'eau en lit mineur

Il est à noter que la ligne d'eau amont (pk 202 à 219) a été obtenue par extrapolation linéaire, car la ligne d'eau centennale théorique, faisant l'objet de l'étude, n'a été établie qu'à partir d'Elbeuf.

4. Qualification des enjeux dans les boucles inondés

Pour les secteurs inondés pour l'événement centennal, on qualifie les enjeux par utilisation de la BD Topo (fournie par le GIP Seine Aval), des résultats de la concertation (cf. § 3.2), et des cartes scan25 de l'IGN.

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif B

RAPPORT FINAL V2

5.3. RESULTATS

Les résultats détaillés sont fournis en Annexe 2.

Les synthèses par rive sont données dans les tableaux suivants.

Rive gauche			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Evénement : Ligne d'eau théorique - 100 ans
1	Boucle de Criquebeuf-sur-Seine	205 à 217	Risques de débordement généralisé – zones industrielles et commerciales à l'aval légèrement surélevées. Inondation des zones naturelles et agricoles entre Seine et Eure (+ 1 entreprise isolée en zone basse)
2	Boucle d'Oissel	222 à 229	Risques de débordement généralisé – Terrains et bâtiments agricoles, quelques habitations en zone basse
3	Boucle de St-Etienne-du-Rouvray	230 à 242	Risques de débordement – certaines parties urbanisées surélevées. Inondation des secteurs de La Maladrerie, du Vieux Clos, de la zone industrielle du Joncquet, et de la partie basse de St Sever.
4	Boucle de Quevilly	243 à 253	Risques de débordement – Certaines zones industrielles surélevées de peu par rapport à la crue centennale, zones urbaines du Bourg et de Bois Cany au Grand Quevilly et de la rue Racine au Petit Quevilly à risque d'inondation, zones industrielles et commerciales face à Dieppedalle concernées, gare de Rouen-Orléans submergée
5	Boucle de Grand Couronne	254 à 260	Risques de débordement (surverse dans la partie aval, à la Bouille et à hauteur de Moulineaux) – les zones industrielles sont de peu au-dessus de la ligne d'eau, certaines habitations en pied de coteaux pourraient être inondées
6	Boucle de Beaulieu	265 à 271	Risques de débordement généralisé – Terrains et bâtiments agricoles, quelques habitations en zone basse
7	Boucle d'Anneville-Ambourville	272 à 288	Risques de débordement généralisé – Habitats diffus et hameaux en bord de Seine, terrains et bâtiments agricoles
8	Boucle du marais de la Harelle	295 à 303	Risques de débordement généralisé – Ville de La Mailleraye-sur-Seine (toute la partie basse), zones d'habitats de la Douillère, Heurteauville, Port Jumièges, zones agricoles
9	Boucle de St-Nicolas-de-Bliquetuit	303 à 319	Risques de débordement généralisé - Terrains et bâtiments agricoles, marais, quelques habitations en zone basse à Vatteville-la-Rue, Port Caudebec, Frevaux, Notre-Dame de Bliquetuit
10	Boucle de Quillebeuf-sur-Seine	330 à 342	Risques de débordement généralisé - Terrains et bâtiments agricoles, marais, quelques habitations en zone basse à Quillebeuf-sur-Seine et St-Aubin-sur-Quillebeuf
22	Ile Lacroix	241 à 242	Risques de débordement généralisé - Equipements publics (patinoire, école, halte de plaisance,...), logements.

Tabl. 4 - Exposition des enjeux à l'événement centennal théorique en rive gauche

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

Objectif B

RAPPORT FINAL V2

Rive droite			
N°	Secteur endigué	Limites en PK	Événement : Ligne d'eau théorique - 100 ans
11	Boucle d'Igoville	205 à 211	Risques de débordement généralisé – Partie basse des zones urbaines d'Igoville et Sotteville-sous-le-Val, zone industrielle (+ station d'épuration), terrains agricoles
12	Boucle de Saint Aubin Les Elbeuf	211 à 231	Risques de débordement généralisé – Lotissement de Freneuse, partie basse de l'agglomération de Saint Aubin les Elbeuf (zone urbaine, zone industrielle, station d'épuration), Bas Cléon, Bédanne, zone commerciale de Tourville-la-Rivière, terrains agricoles
13	Secteur du Port St-Ouen	232 à 233	Risques de débordement généralisé – Zone urbaine et activités agricoles
14	Boucle d'Amfreville-la-Mi-Voie	235 à 240	Risques de débordement généralisé – Zone urbaine et zone industrielle (Amfreville et Bonsecours)
15	Boucle de Rouen	241 à 247	Risques de débordement (zone amont – hôpital - protégée, mais risque de remous à partir du secteur St Eloi) – Agglomération de Rouen (zone urbaine, zone industrielle, zone commerciale, zone portuaire)
16	Boucle de Sahurs	251 à 275	Risques de débordement généralisé – Terrains agricoles, habitat diffus en bords de Seine entre Hautot-sur-Seine et Hénouville, zone industrielle et zone urbaine de Val-de-la-Haye à l'amont
17	Secteur de Duclair	278 à 280	Risques de débordement généralisé – Agglomération de Duclair (station d'épuration, maison de retraite), partie basse de Saint-Paul
18	Boucle de Jumièges	284 à 297	Risques de débordement généralisé – Conihout du Mesnil et de Jumièges, parties basses du Mesnil sous Jumièges et de Jumièges, marais
19	Boucle du Trait	300 à 308	Risques de débordement généralisé - Agglomération de Le Trait (zone urbaine, zone industrielle, commerces) jusqu'à Caudebecquet
20	Boucle de Caudebec	308 à 314	Risques de débordement – Partie basse de l'agglomération de Caudebec (zone urbaine, zone industrielle, commerces, maison de retraite)
21	Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon	314 à 338	Risques de débordement généralisé - Zones industrielles Notre Dame de Gravenchon, Lillebonne, Saint Jean de Folleville, zones agricoles

Tabl. 5 - Exposition des enjeux à l'événement centennal théorique en rive droite

5.4. CONCLUSION

Notre analyse conclut à une inondation généralisée de tous les enjeux en zone basse proche de la Seine, avec une défaillance de la totalité des protections pour un événement centennal théorique. Cependant, ces éléments restent le fruit d'une approche globale liée à :

- l'emprise du linéaire d'étude,
- l'absence de cartographie précise des zones inondées (connaissance uniquement de la ligne d'eau dans le lit mineur),

-
- l'absence de connaissance précise des mécanismes locaux d'inondation (entrée par remous de la Seine dans ses affluents, rôle des ouvrages linéaires de type route ou voie ferrée, occurrence de brèche avant surverse en raison de fragilités structurelles,...).

Ces résultats sont donc des premiers éléments de réflexion qui doivent amener à des études plus poussées où une analyse des enjeux plus fine aura toute sa place.

ANNEXE 1

Partenaires du GIP Seine aval ayant participé à la concertation

-
- Agence de l'Eau Seine Normandie (AESN)
 - Communauté de Commune Caux Vallée de Seine
 - Communauté de l'Agglomération Havraise (CODAH)
 - Communauté d'Agglomération Rouen-Elbeuf-Austreberthe (CREA)
 - Conseil Général du Calvados
 - Conseil Général de l'Eure
 - Conseil Général de Seine-Maritime
 - DDTM 27
 - DDTM 76
 - DREAL – Service de Prévision des Crues
 - DREAL – Service Risques
 - Grand Port Maritime du Havre (GPMH)
 - Grand Port Maritime de Rouen (GPMR)
 - Parc Naturel Régional des Boucles de Seine Normande (PNRBSN)
 - Préfecture de Haute-Normandie
 - Université de Rouen

ANNEXE 2

Processus de concertation : Questionnaire

Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque inondation dans l'estuaire de la Seine

QUESTIONNAIRE

ARTELIA EAU & ENVIRONNEMENT
REM/MHL
Echirolles

GIPSA

***Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du
risque inondation dans l'estuaire de la Seine***

Enquête

Votre organisme et vous

Votre organisme	
Nom de l'organisme	
Principales missions de l'organisme	
Statut de votre organisme (exploitant, gestionnaire, ...)	
Site Internet	

Vous			
Nom		Prénom	
Service			
Fonction			
Téléphone fixe		Fax	
Adresse électronique			
Adresse postale			

L'activité de votre organisme

Quel est votre territoire d'action ? (*schéma, description écrite et/ou document à joindre*)

Quels sont vos missions vis à vis des inondations ?

La problématique inondation

Quelles sont vos préoccupations par rapport aux inondations ? Quelles sont vos attentes par rapport à l'étude en cours ? Détaillez succinctement ...

Quels sont les zones d'enjeux sur votre secteur ?

A propos des scénarios présentés dans l'étude en cours (cf. la fiche de présentation), quelles remarques/commentaires pouvez-vous apporter ?

Scénarios en « Conditions Actuelles »

Scénarios « Elévation du niveau marin »

Scénarios « Aménagements »

**Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque
inondation dans l'estuaire de la Seine**

QUESTIONNAIRE

Selon vous, parmi les scénarios « conditions actuelles » lequel retenir pour réaliser les scénarios « aménagements » et « élévation du niveau marin » ?

Selon vous, quel scénario supplémentaire serait intéressant à étudier *(merci de le décrire en détail)*

Selon vous, quels scénarios faudrait-il modéliser en priorité ?

Quel livrable attendez-vous ? (*lignes d'eaux maximales, principales zones de débordement*)

**Définition de scénarios et modélisation des niveaux d'eau pour la gestion du risque
inondation dans l'estuaire de la Seine**

QUESTIONNAIRE

Autres remarques/commentaires

Nous vous remercions pour votre collaboration et vous prions de bien vouloir nous retourner ce questionnaire avant le 3 Septembre 2013 par mail à l'adresse suivante :

florence.gandilhon@arteliagroup.com

oOo

ANNEXE 3

Comparaison entre cote de protection et cote de ligne d'eau en lit mineur

Rive Gauche

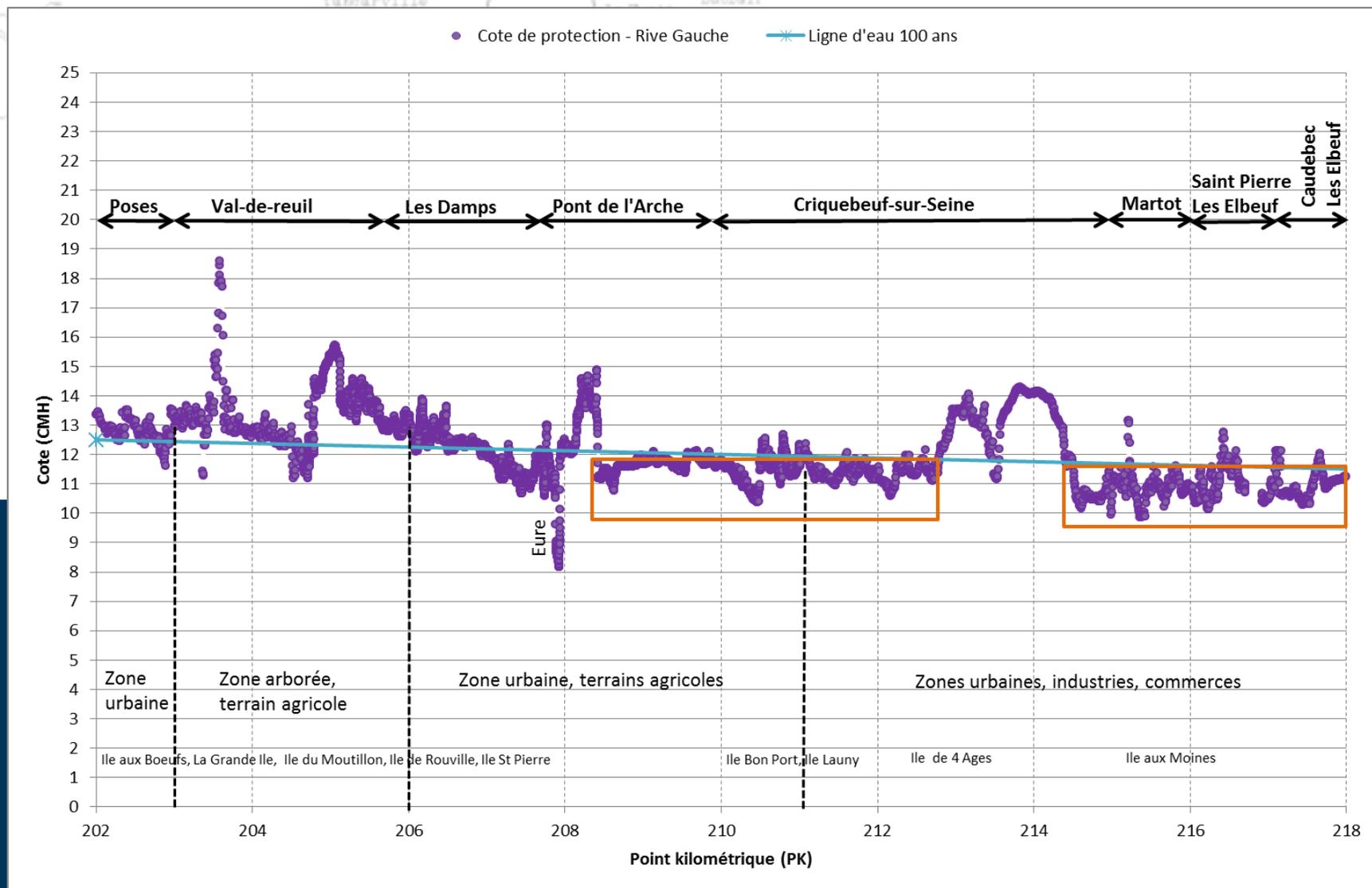


Figure 1

Rive Gauche

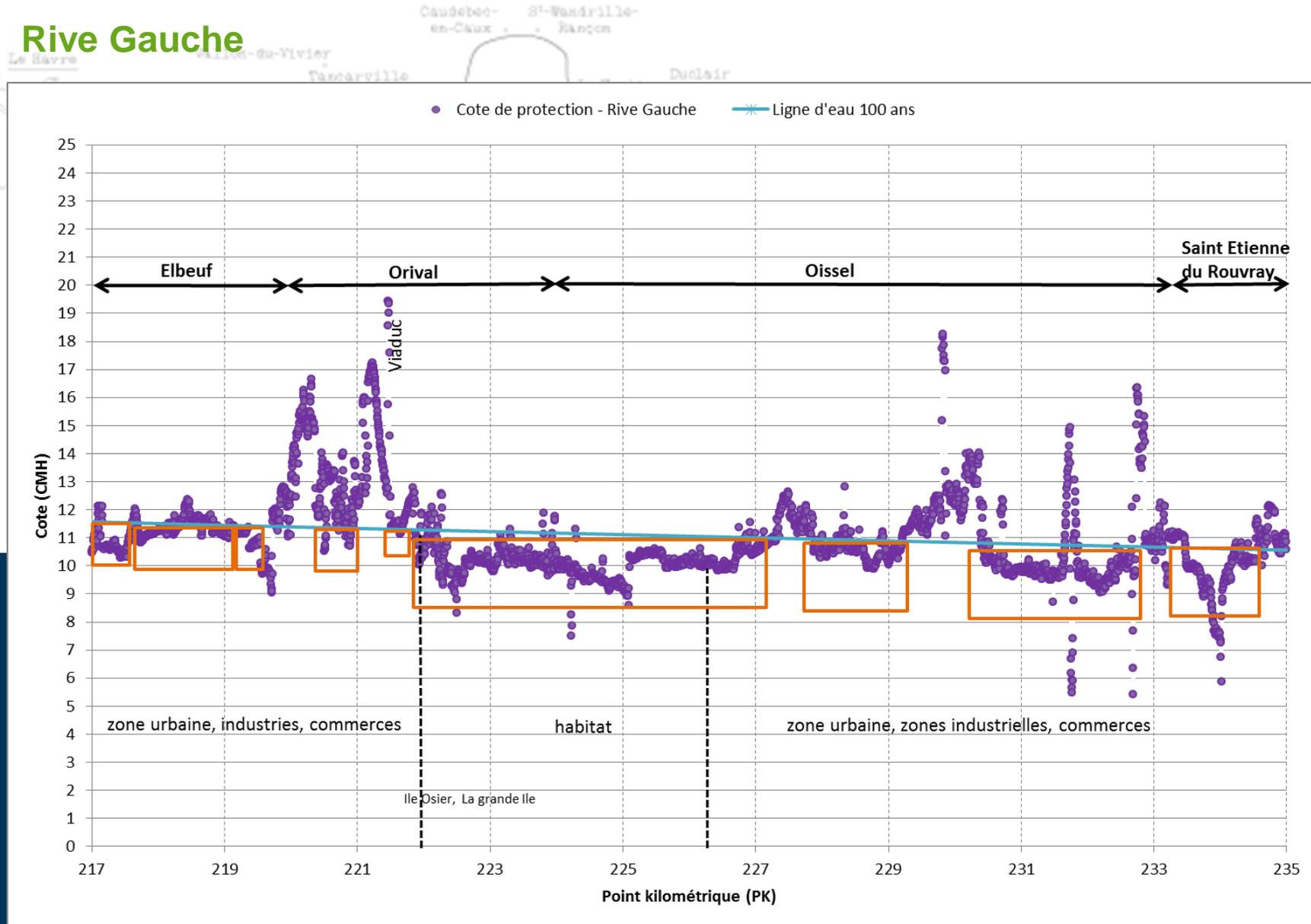


Figure 2

Rive Gauche

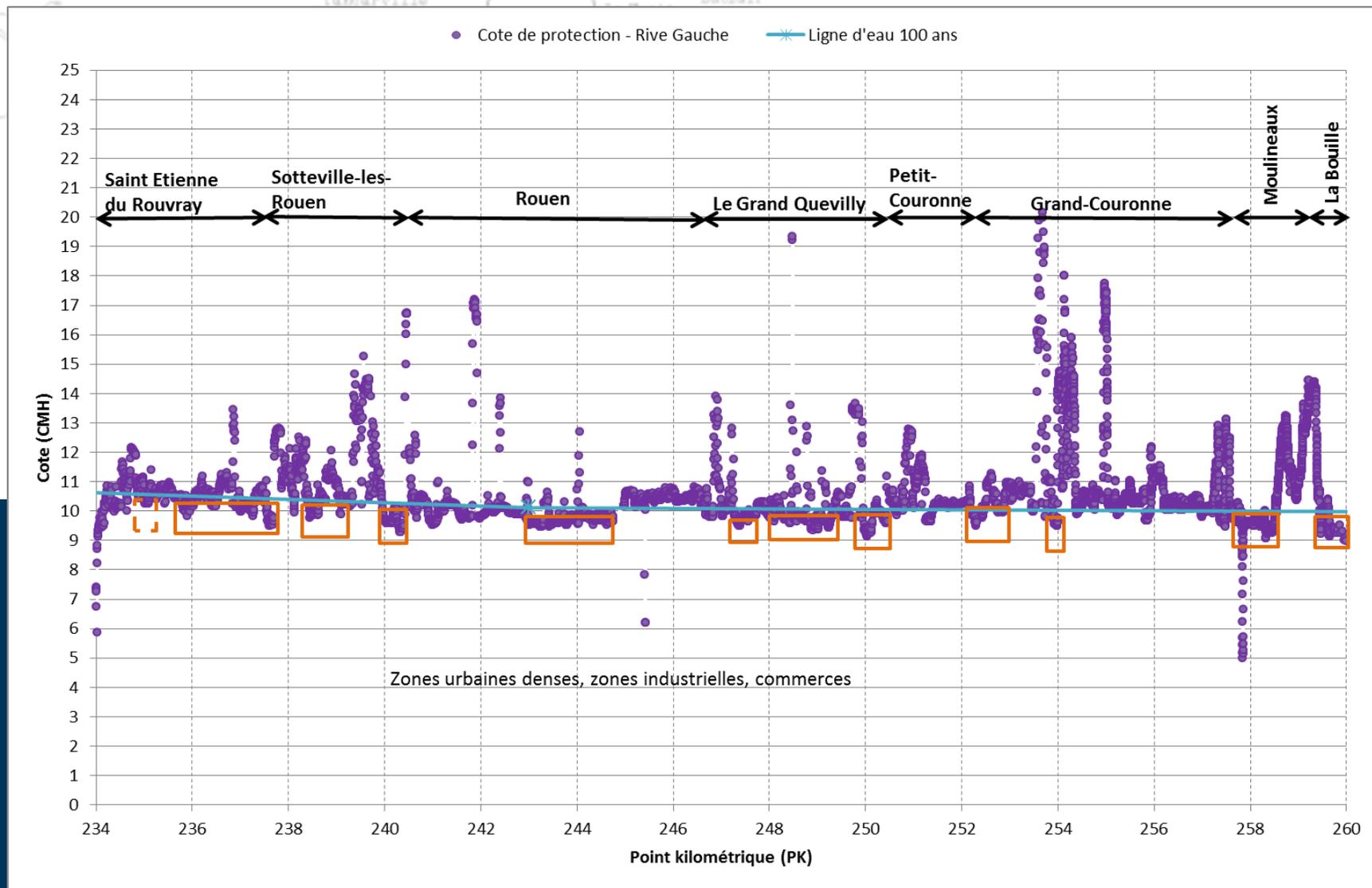


Figure 3

Rive Gauche

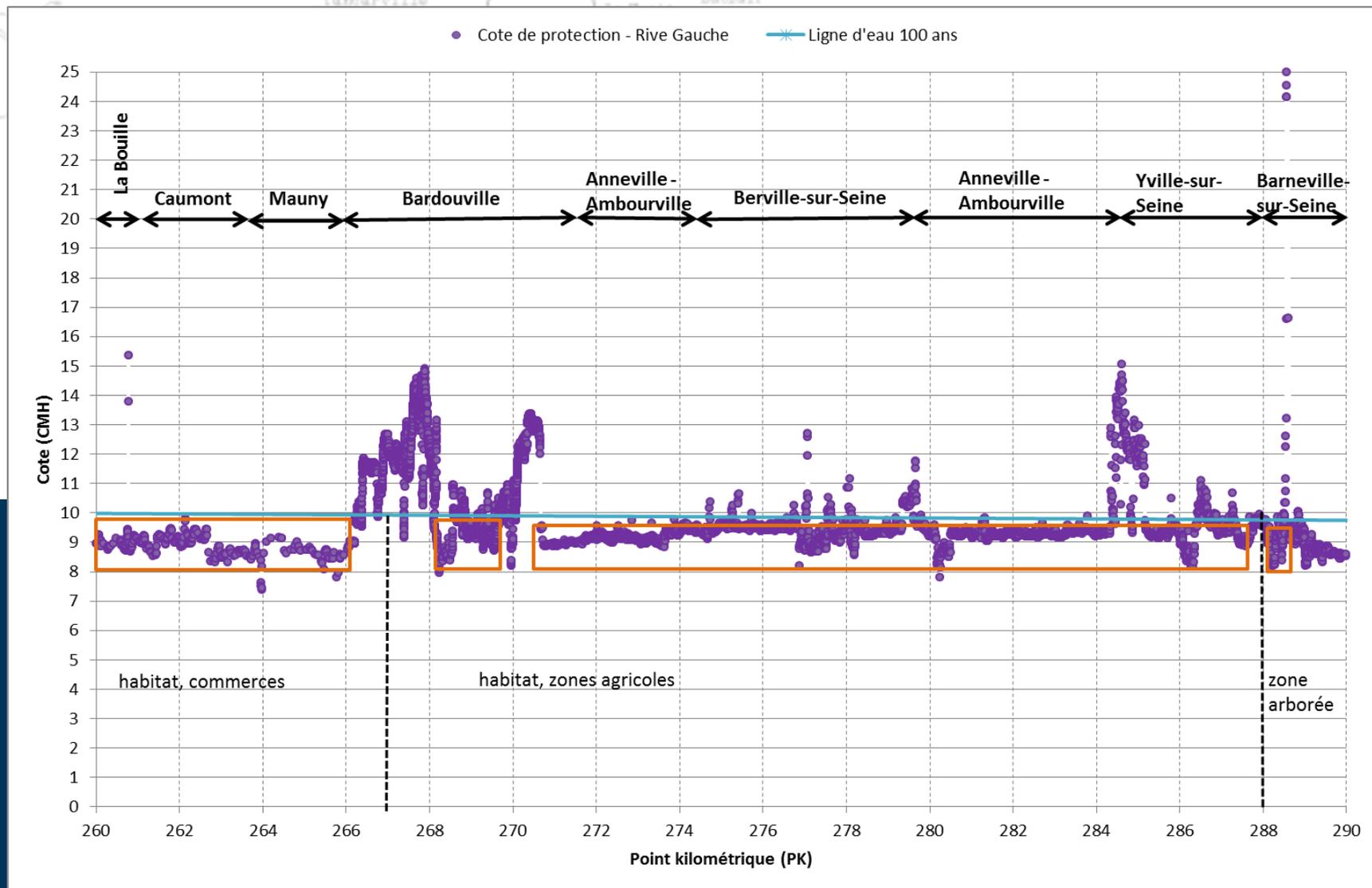


Figure 4

Rive Gauche

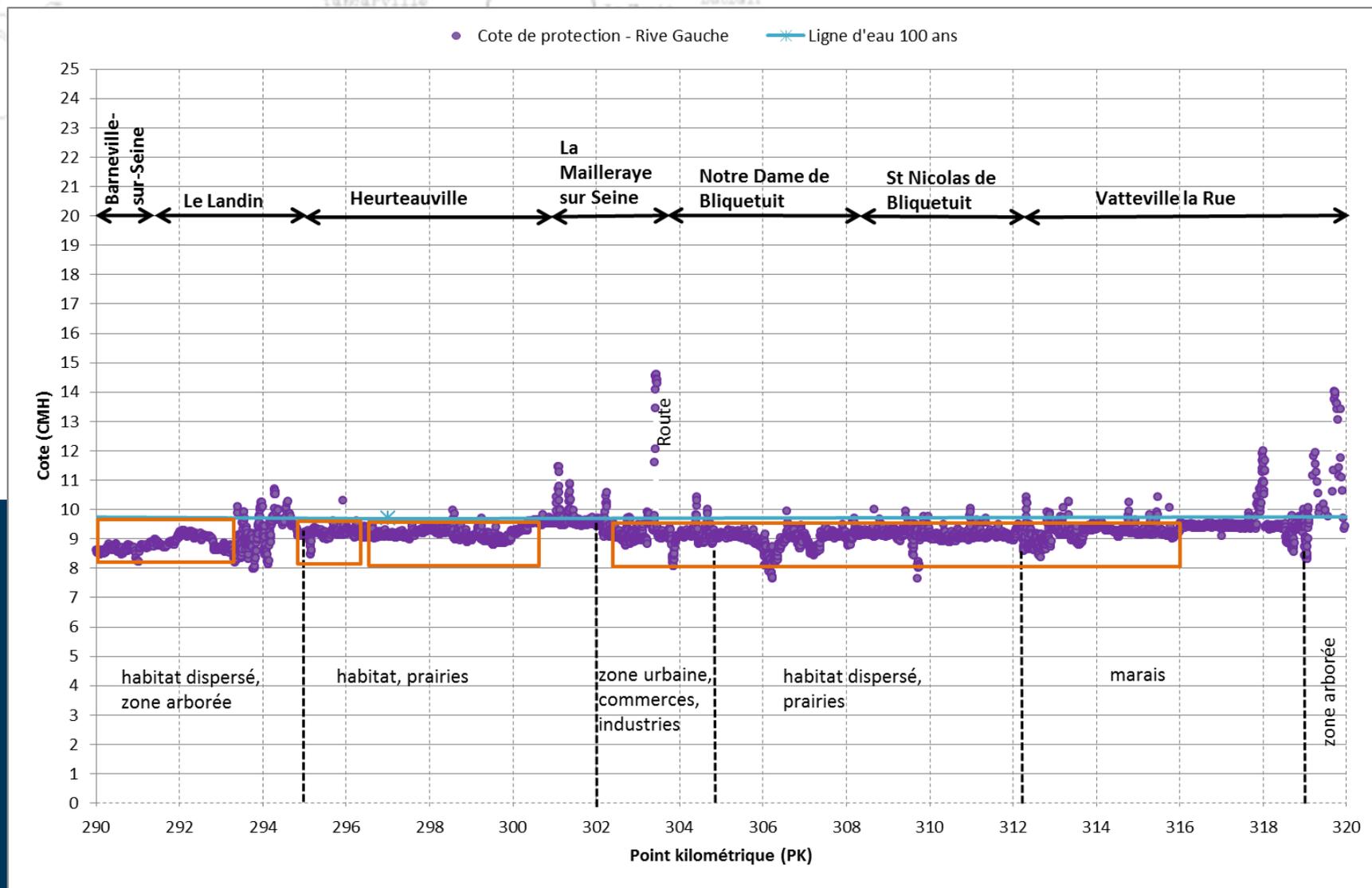


Figure 5

Rive Gauche

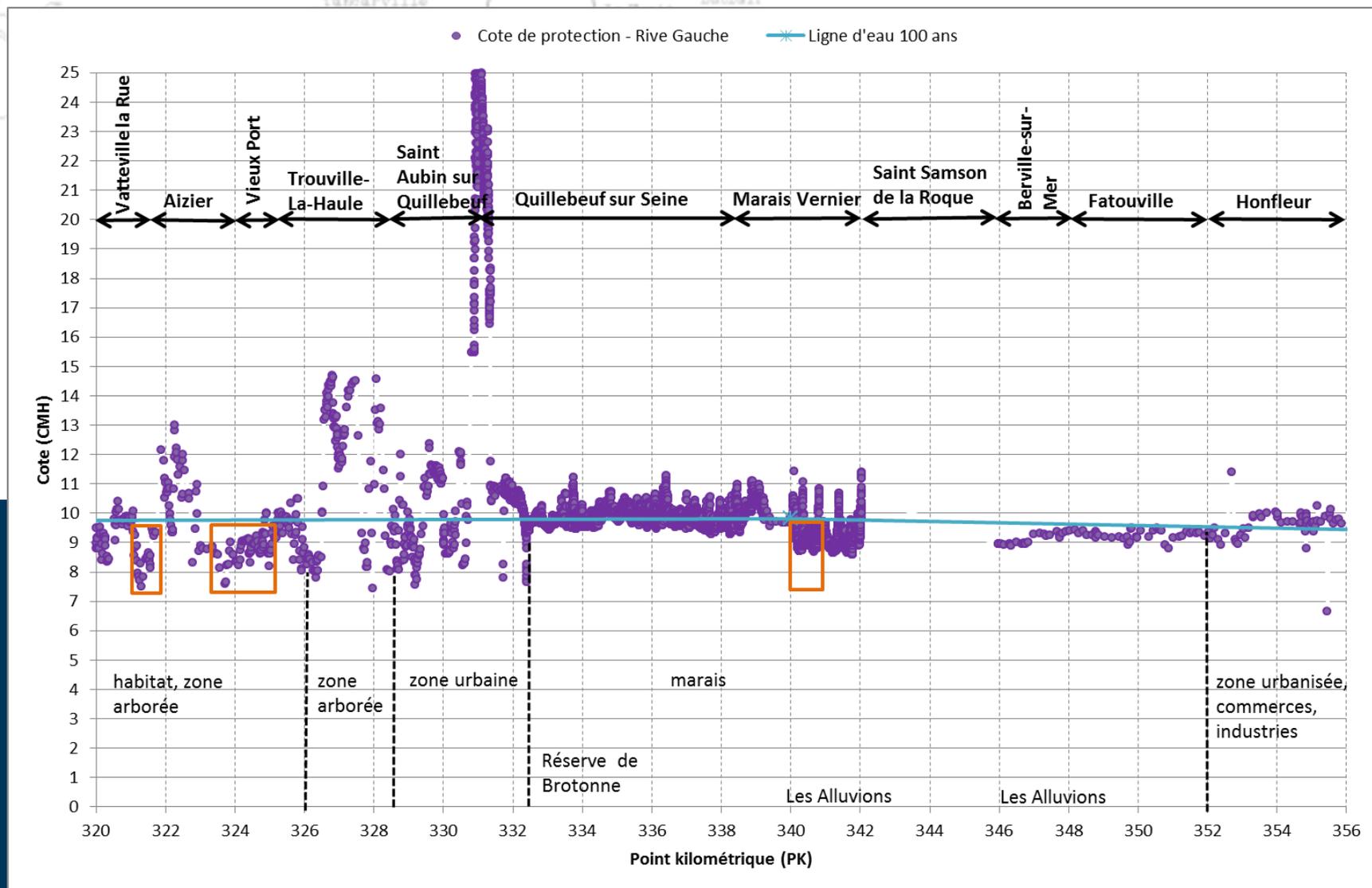


Figure 6

Rive Droite

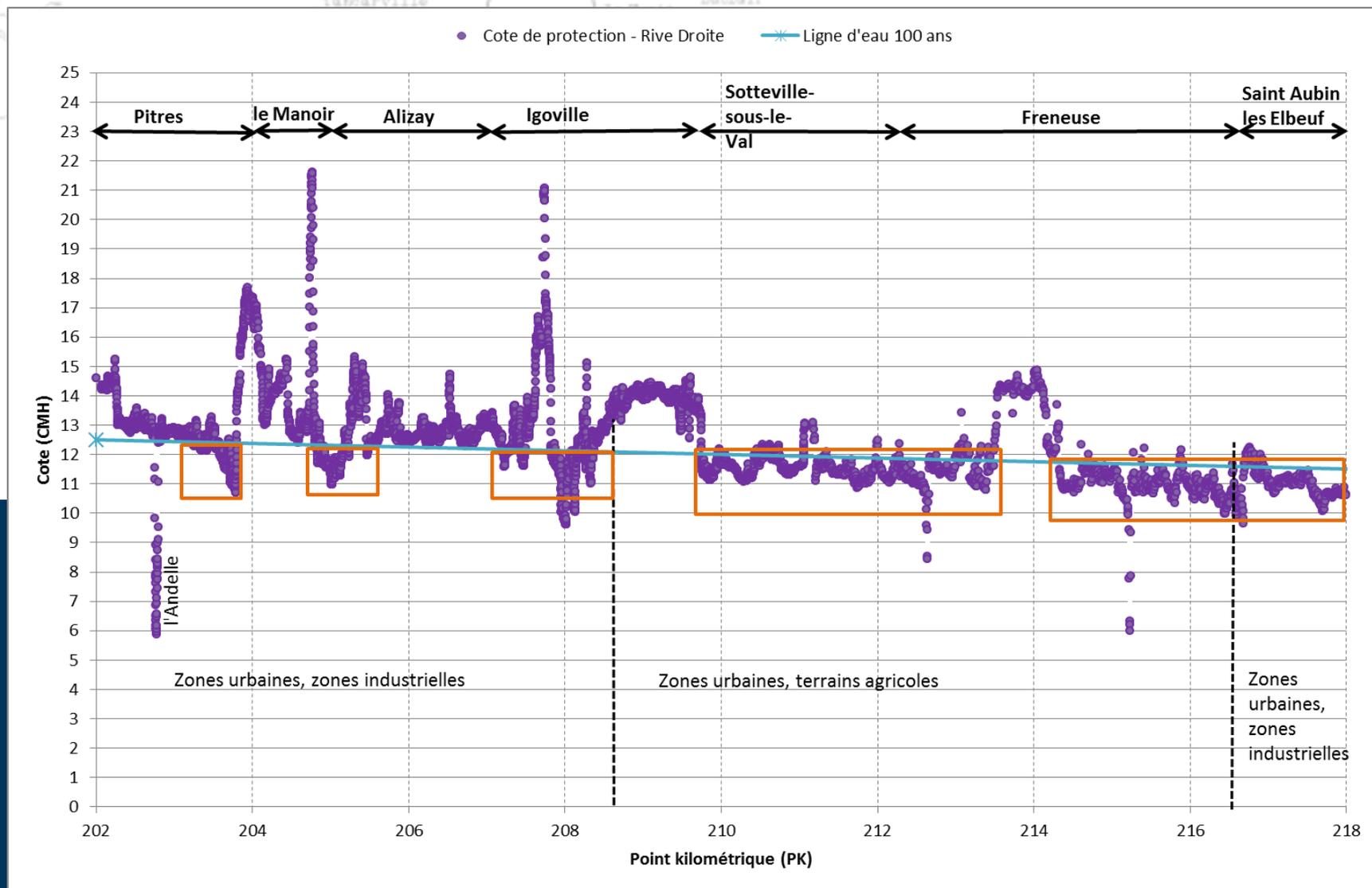


Figure 7

Rive Droite

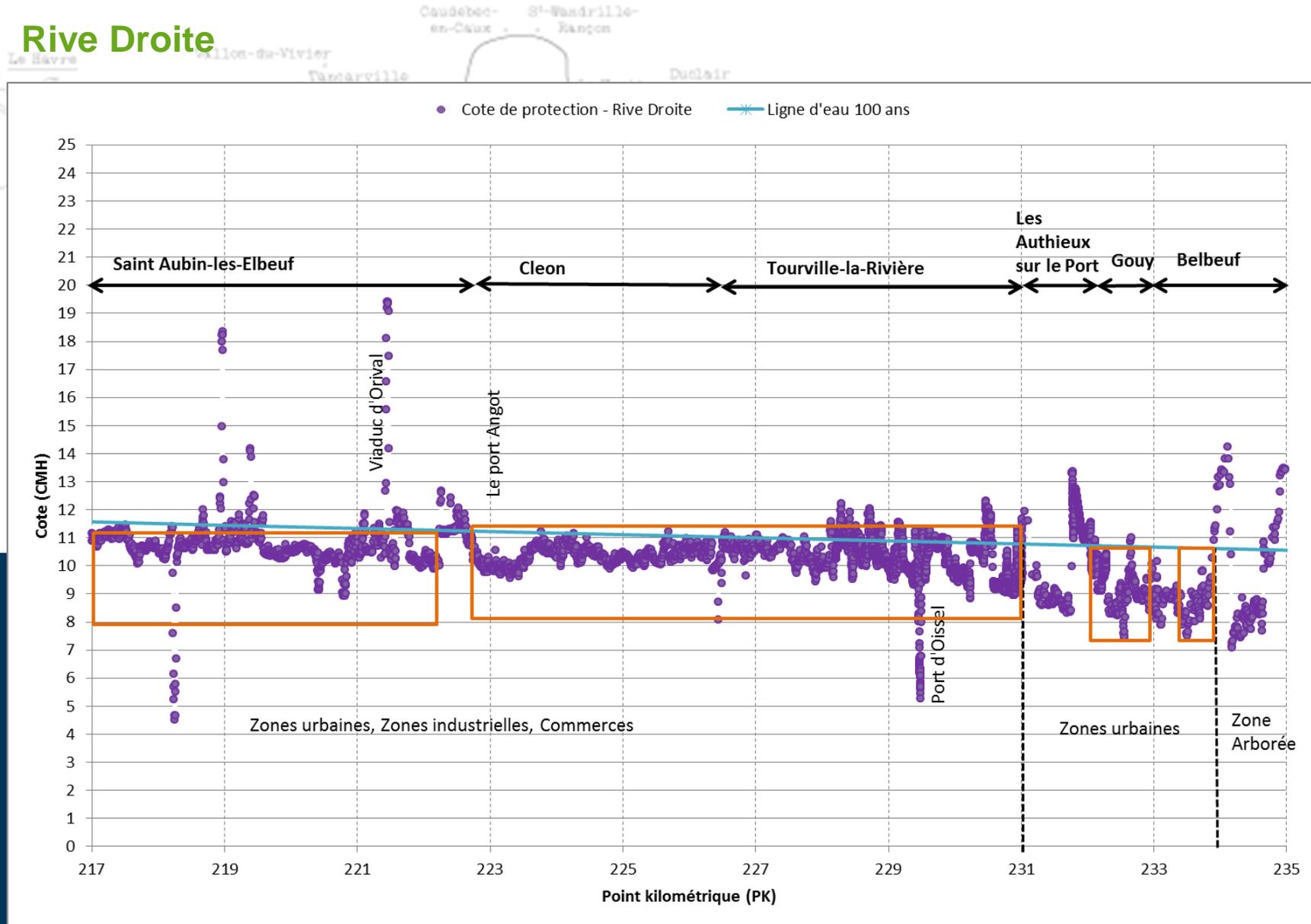


Figure 8

Rive Droite

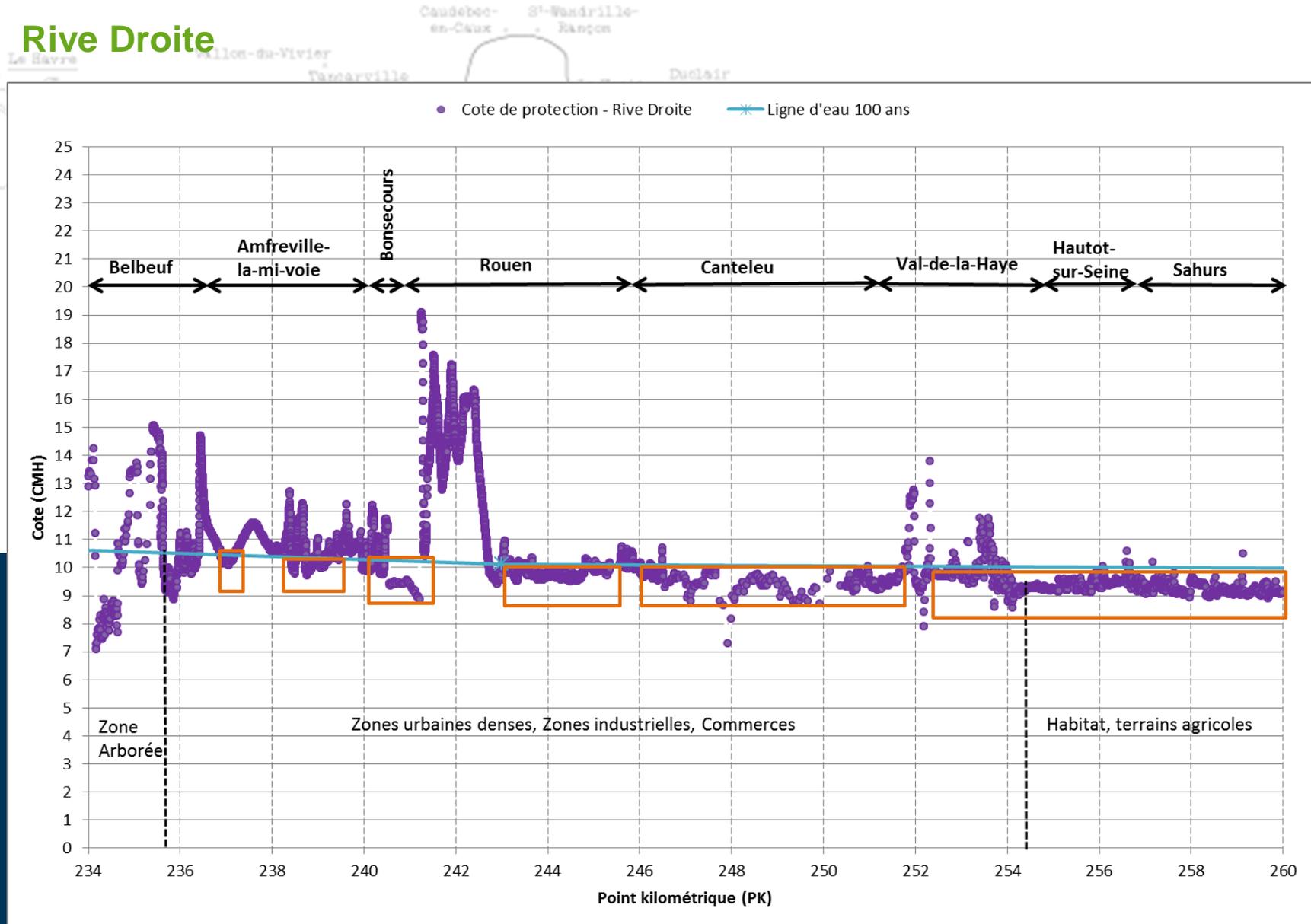


Figure 9

Rive Droite

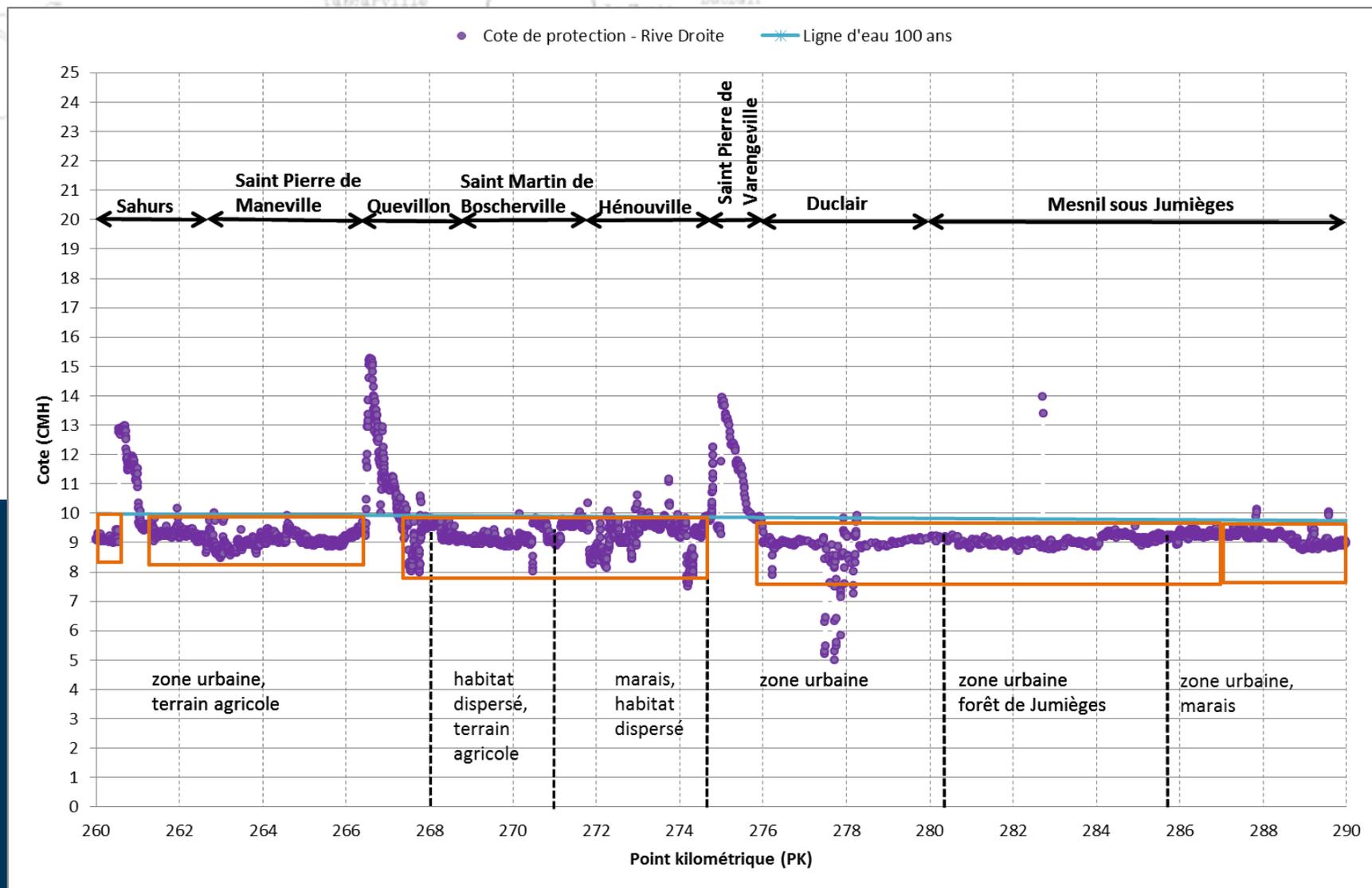


Figure 10

Rive Droite

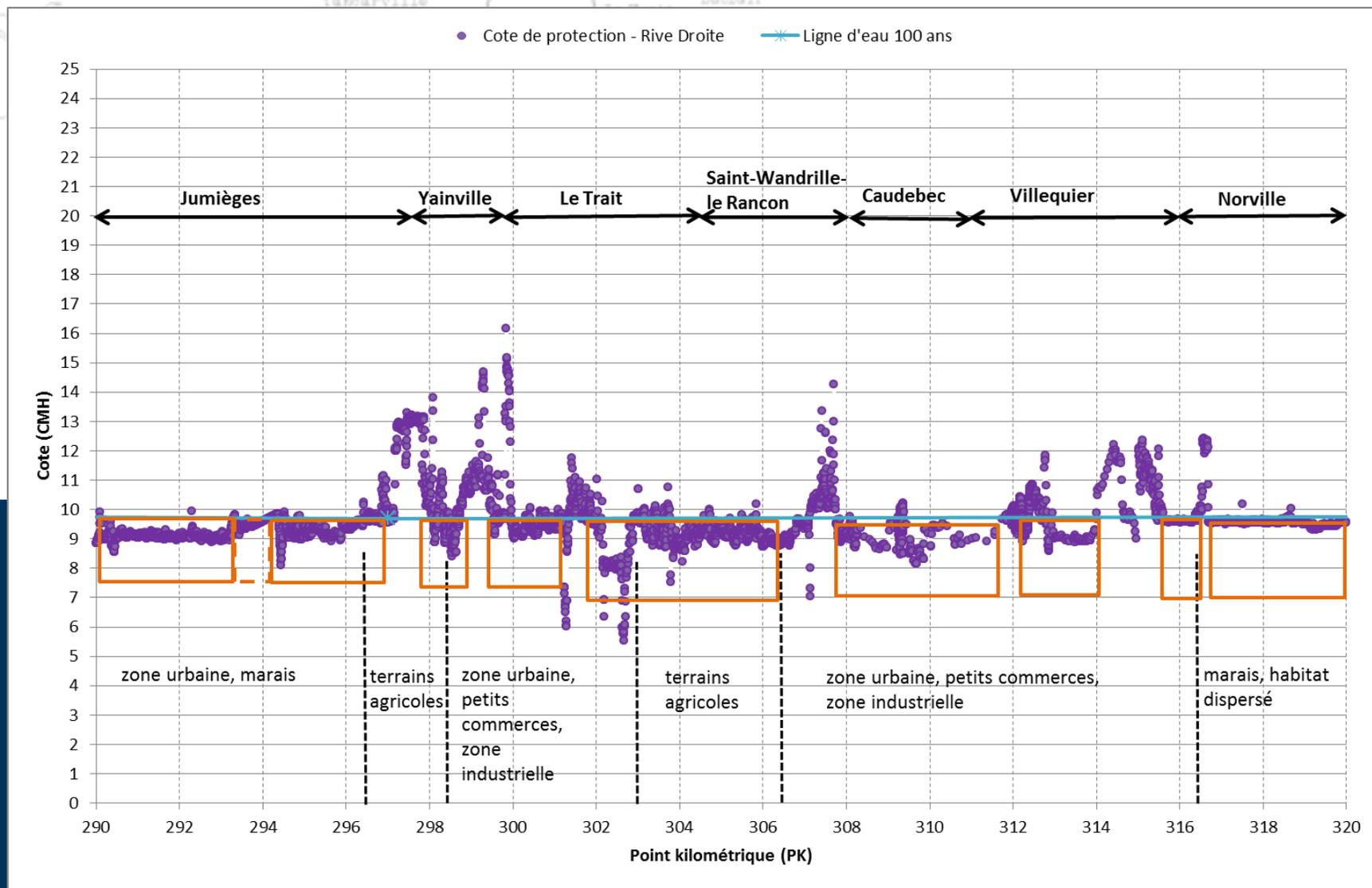


Figure 11

Rive Droite

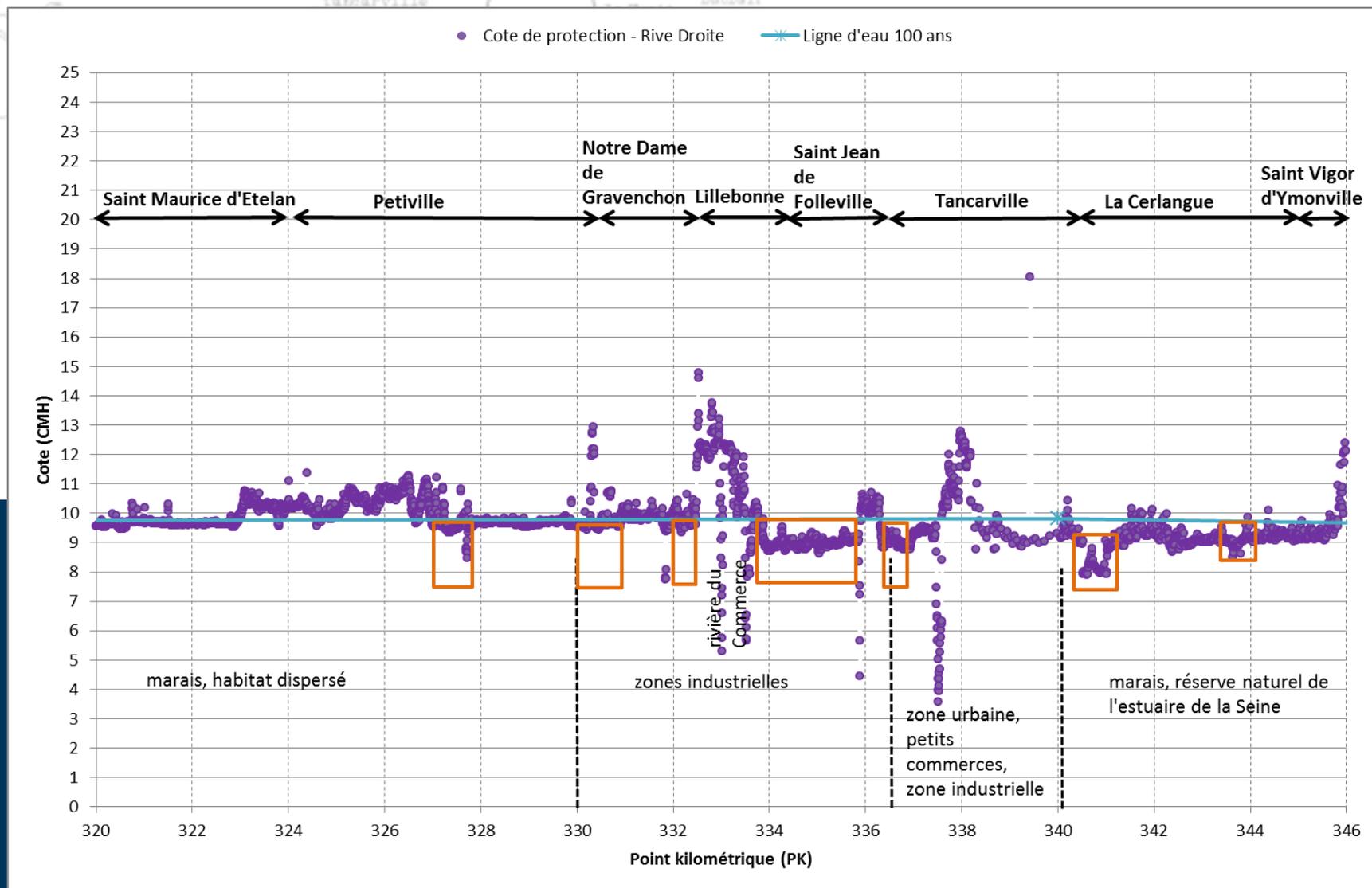


Figure 12