

VILLE DE RENNES

**EVALUATION DES IMPACTS DES PROJETS DE PROTECTIONS
LOCALISEES**



Vu pour être annexé à l'arrêté
Préfectoral d'approbation en
Date du **10 DEC. 2007**

Pour le Préfet
Le Sous-Préfet Directeur du Cabin

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'C. Mauchet'.

Chantal MAUCHET

Février 2006

Société 2EMA

12 rue Laplace
14 000 CAEN
Tel : 02 31 52 04 20
Fax : 02 31 52 04 30
infos@2ema.com





SOMMAIRE

1. AVANT-PROPOS	2
2. CONSTRUCTION DU MODÈLE ET HYPOTHÈSES RETENUES	3
2.1. Les débits de référence.....	3
2.2. Le modèle hydraulique	3
2.2.1. Topographie	4
2.2.2. Conditions aux limites.....	4
2.2.3. Calage du modèle	4
3. PHASE 1 : SIMULATION DE LA CRUE CENTENNALE EN L'ÉTAT INITIAL.....	5
4. PHASE 2 : EVALUATION DES IMPACTS DES PROJETS DE PROTECTION	9
4.1. Les différents scénarii modélisés	9
4.2. Scénario A.....	10
4.3. Scénario B.....	11
4.4. Scénario C.....	12
4.5. Scénario D.....	13
4.6. Scénario E.....	13
4.7. Scénario F.....	14
4.8. Scénario G.....	15
4.9. Scénario H.....	16
4.10. Scénario I.....	16
4.11. Scénario E1	16
4.12. Scénario E2	19
5. PHASE 3 : EVALUATION DES IMPACTS DES PROJETS DE PROTECTION AVEC MESURES COMPENSATOIRES	22
5.1. Scénario E3 : Simulation des deux mesures compensatoires	22
5.2. Scénario E4 : Simulation de la mesure compensatoire « Armorique »	25
5.3. Scénario E5 : Simulation des aménagements du secteur « Armorique » (protections + mesure compensatoire)	26
6. SYNTHÈSE.....	27
ANNEXES	28



1. AVANT-PROPOS

La Ville de Rennes a lancé en 2001 une étude d'évaluation des impacts de ses projets de protections localisées. Cette étude, réalisée par SOGREAH et achevée en 2003, s'intégrait dans une étude plus globale de modélisation de la crue centennale sur l'ensemble du territoire de Rennes Métropole.

Les hypothèses retenues pour la crue de référence de ces études étaient les suivantes :

- 92 m³/s pour l'Ille ;
- 175 m³/s pour la Vilaine de l'entrée du territoire rennais jusqu'à la confluence ;
- 228 m³/s pour la Vilaine après la confluence (hypothèse de non concomitance des crues de l'Ille et de la Vilaine).

En ce qui concerne l'étude sous maîtrise d'ouvrage Ville de Rennes, elle a permis la détermination des impacts des différents projets de protection (individuellement et groupés) ainsi que les éventuelles mesures compensatoires à mettre en place afin de limiter ces impacts. Cette étude a été à l'origine de plusieurs projets de protection, actuellement achevés ou en cours de réalisation.

Début 2005, un Plan de Prévention des Risques inondation (PPRi) a été confié au bureau d'études 2EMA, par les services de l'Etat, portant sur le territoire de Rennes Métropole, du bassin versant de l'Illet et de la Vaunoise aval.

Les études préalables à ce PPRi et en particulier, l'analyse hydrologique afin de valider les différents débits centennaux des cours d'eau étudiés, ont engendré la modification de certains débits de référence et en particulier sur la Vilaine.

Cette réactualisation des débits centennaux s'explique par la prise en compte de nouvelles crues importantes survenues sur le territoire et ayant modifié les ajustements statistiques, par la réalisation de nouveaux jaugeages qui ont affiné et modifié les courbes de tarage aux stations hydrométriques.

Au final, les débits de référence (débits de crue d'occurrence centennale) pris en compte pour ce PPRi sont les suivants :

- 92 m³/s pour l'Ille ;
- 195 m³/s pour la Vilaine de l'entrée du territoire rennais jusqu'à la confluence ;
- 248 m³/s pour la Vilaine après la confluence (hypothèse de non concomitance des crues de l'Ille et de la Vilaine).

Sur la base de ces nouveaux débits de référence, la Ville de Rennes a donc confié au bureau d'études 2EMA, une étude de réactualisation des impacts des projets de protections localisées.

L'objectif est de disposer d'un nouveau référentiel hydraulique pour mener ces projets à terme et de prévoir des mesures compensatoires éventuelles. Cette étude s'articule en trois phases :

- Phase 1 : Simulation de l'état initial incluant les protections déjà réalisées ou en cours de réalisation (scénario PPRi) ;
- Phase 2 : Simulation des différents projets de protections localisées ;
- Phase 3 : Simulation des mesures compensatoires.



2. CONSTRUCTION DU MODELE ET HYPOTHESES RETENUES

2.1. LES DEBITS DE REFERENCE

Afin que cette étude soit cohérente avec le PPRi en cours de réalisation, les débits centennaux de référence pris en compte pour la modélisation sont les suivants :

- 92 m³/s pour l'Ille ;
- 195 m³/s pour la Vilaine de l'entrée du territoire rennais jusqu'à la confluence ;
- 248 m³/s pour la Vilaine à la confluence (hypothèse de non concomitance des crues de l'Ille et de la Vilaine).

Les modélisations étant réalisées en régime transitoire, afin de pouvoir évaluer les effets des phénomènes de stockage – déstockage, décalage de pointe de crue, écrêtement, il a été procédé à une reconstitution des hydrogrammes centennaux.

Cette reconstitution est basée sur l'homothétie d'hydrogrammes de crues passées, représentatives du comportement de chacun des cours d'eau étudiés, afin que les débits de pointe de ces hydrogrammes correspondent aux débits centennaux.

Les crues prises en compte pour cette reconstitution sont les suivantes :

- Crue de novembre 2000 pour l'Ille (crue la plus forte observée à la station de Saint-Grégoire, en amont de Rennes, avec un débit de pointe d'environ 82 m³/s) ;
- Crue de mars 2001 pour la Vilaine (crue importante et non influencée par les barrages amont, débit de pointe d'environ 139 m³/s).

Les hydrogrammes de ces événements sont fournis en annexe 1.

Pour l'obtention de l'hydrogramme de la Vilaine aval après confluence, un décalage a été introduit afin qu'après transit dans le modèle de ces deux cours d'eau dans l'état initial, le débit de pointe obtenu à la confluence soit d'environ 248 m³/s.

Le décalage obtenu est d'environ 20 heures.

Les hydrogrammes introduits dans le modèle sont présentés en annexe 1.

2.2. LE MODELE HYDRAULIQUE

La modélisation a été réalisée par l'intermédiaire du logiciel HEC-RAS 3.1.1., modèle filaire unidimensionnel.

L'emprise de ce modèle couvre :

- La Vilaine de l'échelle de Cesson-Sévigné jusqu'à l'aval de la Prévalaye ;
- L'Ille de Saint-Grégoire jusqu'à la confluence avec la Vilaine.



2.2.1. Topographie

La topographie introduite dans le modèle est celle utilisée dans le modèle SOGREAH, si ce n'est que certains profils supplémentaires ont été ajoutés afin de pouvoir simuler convenablement les projets de protections localisées prévus par la Ville de Rennes.

Ces profils supplémentaires ont été obtenus par interpolation des profils existants en ce qui concerne le lit mineur et pour le lit majeur, la topographie a été reconstituée à partir du MNT de la Ville.

Au total, le modèle est composé de :

- 36 profils pour l'Ille ;
- 17 profils pour la Vilaine amont ;
- 18 profils pour la Vilaine aval.

Ces profils correspondent pour la majorité aux profils de l'étude SOGREAH.

Les cartes présentées en annexe 2 localisent l'emplacement des points de calcul.

2.2.2. Conditions aux limites

Les conditions amont introduites dans le modèle sont les hydrogrammes de crue centennale de l'Ille et de la Vilaine.

Pour la condition aval, cette condition correspond à la cote 24,94 m ortho au niveau de la confluence de l'Ille et de la Vilaine, cote calculée à cet endroit dans le cadre du PPRi.

2.2.3. Calage du modèle

Le modèle mis en place correspond au modèle SOGREAH de l'étude Rennes Métropole. Les hypothèses de calcul et les hauteurs obtenues pour les débits de cette étude ayant été validées, il convenait de reconstruire un modèle identique et de se caler exactement sur les valeurs obtenues dans les mêmes conditions (175 m³/s pour le débit de la Vilaine en entrée de Rennes).

Le modèle mis en place pour cette étude Ville de Rennes correspond donc au modèle réalisé pour le PPRi, si ce n'est que certains profils ont été ajoutés afin de modéliser les projets de protection.

La majorité des protections existantes étant déjà intégrée dans ce modèle, seules les protections du quartier de la Motte Brûlon ont été intégrées de façon à ce que le modèle soit représentatif de la situation actuelle.

Ce modèle est donc exactement calé sur le modèle SOGREAH avec 175 m³/s.



3. PHASE 1 : SIMULATION DE LA CRUE CENTENNALE EN L'ÉTAT INITIAL

Le modèle mis en place est représentatif des deux cours d'eau étudiés, l'Ille et la Vilaine, en considérant l'ensemble des protections existantes ainsi que celles qui seront achevées durant le premier semestre 2006.

Les plans joints en annexe 2 localisent l'emplacement des secteurs actuellement protégés ou en cours de protection.

A partir de cette hypothèse de travail, le modèle ainsi construit reflète un évènement centennal (débit de pointe de 195 m³/s pour la Vilaine amont, 92 m³/s pour l'Ille et 248 m³/s pour la Vilaine après la confluence).

Le tableau ci-après récapitule les hauteurs d'eau obtenues aux différents points de calcul en comparaison de la simulation réalisée par SOGREAH avec un débit de pointe inférieur de 20 m³/s pour la Vilaine. Les cotes sont exprimées en mètres orthométrique.

Localisation	Noeud 2EMA	Noeud SOGREAH	Cote SOGREAH	Cote 2EMA	Δ 2EMA – SOGREAH (m)
Ille amont					
Amont voie SNCF	I40	I20	28,07	28,07	0
	I41	I21	28,02	28,02	0
	I42	R3	27,62	27,62	0
	I42,3	R5	27,6	27,6	0
	I42,6	R7	27,58	27,59	0,01
	I42,9	R9	27,55	27,56	0,01
Amont pont Bd. Armorique	I43	R11	27,5	27,49	-0,01
Vannage Trublet (amont)	I44	R13M	27,3	27,31	0,01
	I44,2	R17	27,28	27,28	0
	I44,4	R19	27,26	27,25	-0,01
	I44,6	R21	27,26	27,23	-0,03
	I44,8	R23	27,22	27,21	-0,01
	I44,9	R25	27,2	27,19	-0,01
Ecluse saint Martin (amont)	I44b	R27M	27,18	27,18	0



Localisation	Noeud 2EMA	Noeud SOGREAH	Cote SOGREAH	Cote 2EMA	Δ 2EMA – SOGREAH (m)
Ille bras naturel (Prairies Saint-Martin)					
	I45	R39	26,63	26,66	0,03
	I45,5	R42	26,53	26,56	0,03
	I46	R43	26,47	26,51	0,04
	I46,5	R45	26,36	26,41	0,05
	I47	R47	26,28	26,34	0,06
	I48	R51	26,2	26,26	0,06
	I49	R55	26,07	26,12	0,05
	I50	R58	25,94	26,01	0,07
	I50,3	R59	25,93	26	0,07
	I50,6	R60	25,91	25,98	0,07
Ille après confluence canal et bras naturel					
Confluence Ille bras naturel et canal	I51	R31	25,87	25,95	0,08
	I51,4	-	-	25,84	-
	I51,8	-	-	25,79	-
	I52	R62a	25,7	25,77	0,07
Ecluse du Mail (amont)	I52a	R37M	25,7	25,77	0,07
Vannage Bourg Levesque (aval)	I53	R62V	25,52	25,63	0,11
	I53,3	R63	25,5	25,60	0,10
	I53,6	-	-	25,52	-
	I53,9	R64	25,35	25,43	0,08
	I54	R67	25,28	25,37	0,09
	I55	R69	25,05	25,24	0,20
Confluence Ille et Vilaine	V38	R70a	24,73	24,94	0,21



Localisation	Noeud 2EMA	Noeud SOGREAH	Cote SOGREAH	Cote 2EMA	Δ 2EMA - SOGREAH (m)
Vilaine amont de la confluence avec l'Ille					
	V27	V27	26,71	26,97	0,26
	V28	V28	26,58	26,85	0,27
Pont Villebois-Mareuil	V29	V29	26,39	26,68	0,29
	V30	K3	26,05	26,34	0,29
	V31	J3	25,85	26,14	0,29
Cabinet Vert (aval)	V32	O1V	25,76	26,03	0,27
	V32,3	-	-	26	-
	V32,6	-	-	25,97	-
	V32,8	-	-	25,94	-
	V33	ZI3	25,65	25,91	0,26
	V34	H3	25,63	25,89	0,26
	V35	G3	25,31	25,55	0,24
Echelle Le Mail	V36	ZF3V	25,1	25,33	0,23
	V37	E3	24,95	25,17	0,22
Confluence avec l'Ille	V38	R70a	24,73	24,94	0,21
Vilaine aval de la confluence avec l'Ille					
Amont voie ferrée	V39	ZC3	24,52	24,73	0,21
Vannage Comte (amont)	V40	-	-	24,43	
Vannage Comte (aval)	V41	-	-	24,25	
Amont N136	V42	A3	23,49	23,68	0,19
ZI Lorient	V42,5	-	-	23,4	
ZI Lorient	V43	G2	23,04	23,25	0,21
ZI Lorient	V44	G2A	22,89	23,1	0,21



ZI Lorient	V45	ZF2	22,73	22,94	0,21
ZI Lorient	V45,4	-	-	22,91	
ZI Lorient	V45,8	-	-	22,88	
ZI Lorient	V46	ZF2A	22,64	22,85	0,21
	V46,5	-	-	22,83	
Confluence Flume	V47	E2V	22,58	22,8	0,22
Vannage Apigné (amont)	V48	O3M	22,56	22,73	0,17
Vannage Apigné (aval)	V49	O3V	22,16	22,33	0,17
	V50	O3A	22,09	22,25	0,16
	V51	D2	22,05	22,16	0,11

A noter que la répartition des débits, au niveau du vannage de Trublet, entre le bras naturel de l'Ille et la partie canalisée est similaire à celle de l'étude SOGREAH, à savoir :

- environ 48 m³/s pour le bras naturel (prairies Saint-Martin) ;
- environ 44 m³/s pour la partie canalisée.

Ce tableau illustre l'influence de la réactualisation du débit centennal de la Vilaine (195 m³/s pour la partie amont et 248 m³/s après la confluence avec l'Ille). Cette incidence se traduit par un rehaussement de la ligne d'eau pour :

- La Vilaine amont, d'environ 20 à 30 cm ;
- La Vilaine après la confluence avec l'Ille, d'environ 15 à 20 cm ;
- L'Ille, de 5 à 20 cm, sachant que l'incidence est nulle à l'amont de l'écluse Saint-Martin et du Vannage du Trublet .

Des légères différences peuvent également être constatées entre les cotes du PPRi bassin rennais et celles-ci, dues à la modélisation. En effet, la modélisation du PPRi a été réalisée en régime permanent (introduction d'un débit indépendant du temps) alors que la présente modélisation a été effectuée en régime transitoire (introduction d'un hydrogramme).

Ces différences sont de l'ordre de 1 à 3 cm au maximum.



4. PHASE 2 : EVALUATION DES IMPACTS DES PROJETS DE PROTECTION

4.1. LES DIFFERENTS SCENARIIS MODELISES

Les différents scénarii de protections présentés dans le tableau ci-dessous ont été simulés dans le modèle hydraulique, en régime transitoire, avec les hypothèses de crue centennale définies précédemment.

Chaque secteur où des protections pourront éventuellement être mises en place est localisé sur les cartes jointes en annexe 2.

Cours d'eau	Scénario	Localisation
Ille	A	La Petite Touche
	B	Rive gauche, en face de l'Ecole d'Architecture de Bretagne
	C	Armorique
	D	Plaisance
	E	Sud de la ZI Nord
	F	Ecole d'Architecture de Bretagne
Vilaine	G	Cale de la Barbotière
	H	ZI Lorient
	I	STEP de Beaurade
Ille et Vilaine	E1	A+B+C+D+G+I
	E2	E1+E+F+H



4.2. SCENARIO A

Ce scénario consiste en la protection du secteur de la Petite Touche sur l'Ille.

Le tableau ci-dessous présente l'impact de cette protection en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique.

Localisation	Point	Cote Scénario A	Cote Etat initial	Δ Scénario A – initial (m)
Confluence Ille bras naturel et canal	I51	25,95	25,95	0
	I51,4	25,84	25,84	0
	I51,8	25,80	25,79	0,01
	I52	25,78	25,77	0,01
Ecluse du Mail (amont)	I52a	25,78	25,77	0,01
Vannage Bourg Levesque (aval)	I53	25,64	25,63	0,01
	I53,3	25,60	25,60	0
	I53,6	25,52	25,52	0
	I53,9	25,43	25,43	0
	I54	25,37	25,37	0
	I55	25,24	25,24	0
Confluence Ille et Vilaine	V38	24,94	24,94	0

L'incidence de la mise en place de cette protection est très limitée. Un rehaussement de la ligne d'eau de l'Ille, d'environ 1 cm est à prévoir, limité uniquement au niveau de ce secteur.



4.3. SCÉNARIO B

Ce scénario consiste en la protection de la rive gauche de l'Ille en face de l'école d'Architecture de Bretagne.

Le tableau ci-dessous présente l'impact de cette protection en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique.

Localisation	Point	Cote Scénario B	Cote Etat initial	Δ Scénario B – initial (m)
Ille bras naturel (prairies Saint-Martin)				
	I45	26,66	26,66	0
	I45,5	26,56	26,56	0
	I46	26,51	26,51	0
	I46,5	26,41	26,41	0
	I47	26,34	26,34	0
	I48	26,26	26,26	0
	I49	26,13	26,12	0,01
	I50	26,01	26,01	0
	I50,3	26	26	0
	I50,6	25,98	25,98	0
Confluence Ille bras naturel et canal	I51	25,95	25,95	0

La mise en place de cette protection engendrerait un rehaussement de la ligne d'eau d'environ 1 cm jusqu'à 200 m à l'amont de ce secteur.

Cette opération a donc une incidence quasi nulle.



4.4. SCENARIO C

Ce scénario consiste en la protection de la rive gauche du bras naturel de l'Ille (prairies Saint-Martin) en prolongement de la protection de la Motte Brûlon.

Le tableau ci-dessous présente l'impact de cette protection en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique.

Localisation	Point	Cote Scénario C	Cote Etat initial	Δ Scénario C – initial (m)
Ille bras naturel (prairies Saint-Martin)				
	I45	26,68	26,66	0,02
	I45,5	26,56	26,56	0
	I46	26,51	26,51	0
	I46,5	26,41	26,41	0
	I47	26,34	26,34	0
	I48	26,26	26,26	0
	I49	26,12	26,12	0
	I50	26,01	26,01	0
	I50,3	26	26	0
	I50,6	25,98	25,98	0
Confluence Ille bras naturel et canal	I51	25,95	25,95	0

La seule incidence de cette protection réside en l'augmentation de la ligne d'eau d'environ 2 cm, de l'amont de ce secteur jusqu'au pied du Vannage du Trublet. L'augmentation du débit de pointe de crue est de l'ordre de 0,1 %.

L'incidence engendrée par cette protection est donc très minime.



4.5. SCENARIO D

Ce scénario consiste en la protection de la rive droite de l'Ille dans sa partie canalisée, à l'amont du vannage Saint-Martin (secteur de Plaisance).

L'impact de la réalisation de cette protection est totalement nul, que ce soit en terme de hauteur d'eau ou de modification du débit de pointe.

4.6. SCENARIO E

Ce scénario consiste en la protection de la rive droite de l'Ille en amont du vannage du Trublet (sud de la ZI Nord).

Le tableau ci-dessous présente l'impact de cette protection en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique.

Localisation	Point	Cote Scénario E	Cote Etat initial	Δ Scénario E – initial (m)
Amont voie SNCF	I40	28,08	28,07	0,01
	I41	28,03	28,02	0,01
	I42	27,64	27,62	0,02
	I42,3	27,62	27,6	0,02
	I42,6	27,61	27,59	0,02
	I42,9	27,58	27,56	0,02
Amont pont Bd. Armorique	I43	27,50	27,49	0,01
Vannage Trublet (amont)	I44	27,31	27,31	0

L'incidence de cette protection se traduit par un rehaussement de la ligne d'eau d'environ 2 cm au droit de ce secteur et de 1 cm sur 1 km à l'amont.

Une augmentation du débit de pointe, quasi nulle, de l'ordre de 0,1 % est également à constater.



4.7. SCÉNARIO F

Ce scénario consiste en la protection de la rive droite de l'Ille bras naturel, au niveau de l'école d'Architecture de Bretagne.

Le tableau ci-dessous présente l'impact de cette protection en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique.

Localisation	Point	Cote Scénario F	Cote Etat initial	Δ Scénario F – initial (m)
Ille bras naturel (prairies Saint-Martin)				
	145	26,66	26,66	0
	145,5	26,56	26,56	0
	146	26,51	26,51	0
	146,5	26,41	26,41	0
	147	26,34	26,34	0
	148	26,26	26,26	0
	149	26,13	26,12	0,01
	150	26,01	26,01	0
	150,3	26	26	0
	150,6	25,98	25,98	0
Confluence Ille bras naturel et canal	151	25,95	25,95	0

La mise en place de cette protection engendrerait un rehaussement de la ligne d'eau d'environ 1 cm jusqu'à 200 m à l'amont de ce secteur.

Cette opération a donc une incidence quasi nulle.



4.8. SCÉNARIO G

Ce scénario consiste en la protection de la rive droite de la Vilaine au niveau de la cale de la Barbotière.

Le tableau ci-dessous présente l'impact de cette protection en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique.

Localisation	Point	Cote Scénario G	Cote Etat initial	Δ Scénario G – initial (m)
	V27	26,97	26,97	0
	V28	26,85	26,85	0
Pont Villebois-Mareuil	V29	26,68	26,68	0
	V30	26,34	26,34	0
	V31	26,15	26,14	0,01
Cabinet Vert (aval)	V32	26,04	26,03	0,01
	V32,3	26,01	26	0,01
	V32,6	25,97	25,97	0
	V32,8	25,94	25,94	0
	V33	25,91	25,91	0
	V34	25,89	25,89	0
	V35	25,55	25,55	0
Echelle Le Mail	V36	25,33	25,33	0
	V37	25,17	25,17	0
Confluence avec l'Ille	V38	24,94	24,94	0

L'incidence de cette protection se limite à un rehaussement de la ligne d'eau d'environ 1 cm, sur 200 m à l'amont de ce secteur.



4.9. SCÉNARIO H

Ce scénario consiste en la protection de la rive droite de la Vilaine au niveau de la ZI Lorient.

Après modélisation de ce scénario, aucune incidence n'est décelable après mise en place de cette protection.

4.10. SCÉNARIO I

Ce scénario concerne la mise hors d'eau de la zone prévue pour l'extension de la station d'épuration de Beaurade.

Ici encore, cette opération est totalement transparente et aucune incidence n'est à constater.

4.11. SCÉNARIO E1

Ce scénario consiste en l'ensemble des protections A, B, C, D, G, I, protections qui seront réalisées de façon certaine par la Ville de Rennes.

Le tableau ci-dessous présente l'impact de ces protections en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique.

Localisation	Point	Cote Scénario E1	Cote Etat initial	Δ Scénario E1 – initial (m)
Ille amont				
Amont voie SNCF	I40	28,07	28,07	0
	I41	28,02	28,02	0
	I42	27,62	27,62	0
	I42,3	27,6	27,6	0
	I42,6	27,59	27,59	0
	I42,9	27,56	27,56	0
Amont pont Bd. Armorique	I43	27,49	27,49	0
Vannage Trublet (amont)	I44	27,31	27,31	0
	I44,2	27,28	27,28	0
	I44,4	27,25	27,25	0
	I44,6	27,23	27,23	0



	144,8	27,21	27,21	0
	144,9	27,19	27,19	0
Ecluse saint Martin (amont)	144b	27,18	27,18	0
Ille bras naturel (prairies Saint Martin)				
	145	26,68	26,66	0,02
	145,5	26,57	26,56	0,01
	146	26,52	26,51	0,01
	146,5	26,42	26,41	0,01
	147	26,35	26,34	0,01
	148	26,27	26,26	0,01
	149	26,13	26,12	0,01
	150	26,02	26,01	0,01
	150,3	26,01	26	0,01
	150,6	25,99	25,98	0,01
Ille aval				
Confluence Ille bras naturel et canal	151	25,96	25,95	0,01
	151,4	25,85	25,84	0,01
	151,8	25,80	25,79	0,01
	152	25,78	25,77	0,01
Ecluse du Mail (amont)	152a	25,78	25,77	0,01
Vannage Bourg Levesque (aval)	153	25,64	25,63	0,01
	153,3	25,60	25,60	0
	153,6	25,52	25,52	0
	153,9	25,43	25,43	0
	154	25,37	25,37	0



	I55	25,24	25,24	0
Vilaine amont				
	V27	26,97	26,97	0
	V28	26,85	26,85	0
Pont Villebois-Mareuil	V29	26,68	26,68	0
	V30	26,34	26,34	0
	V31	26,15	26,14	0,01
Cabinet Vert (aval)	V32	26,04	26,03	0,01
	V32,3	26,01	26	0,01
	V32,6	25,97	25,97	0
	V32,8	25,94	25,94	0
	V33	25,91	25,91	0
	V34	25,89	25,89	0
	V35	25,55	25,55	0
Echelle Le Mail	V36	25,33	25,33	0
	V37	25,17	25,17	0
Confluence avec l’Ille	V38	24,94	24,94	0

La mise en place de ces protections engendrerait un rehaussement de la ligne d’eau d’environ 1 cm sur l’Ille du vannage Bourg-Levesque jusqu’au pied des deux ouvrages amont (Ecluse Saint-Martin et Vannage du Trublet).

A noter une très légère augmentation du débit de pointe de l’Ille à la confluence avec la Vilaine de l’ordre de 0,3 %, sans décalage de pointe de crue.

Pour la Vilaine, l’impact est identique au scénario G pris individuellement.

La protection de tous ces secteurs se traduit donc par une incidence quasi nulle et négligeable en terme d’augmentation de débit à l’aval et de rehaussement de la ligne d’eau amont.



4.12. SCENARIO E2

Ce scénario consiste en la modélisation de l'ensemble des protections préalablement étudiées individuellement.

Le tableau ci-dessous présente l'impact de ces protections en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique.

Localisation	Point	Cote Scénario E2	Cote Etat initial	Δ Scénario E2 – initial (m)
Ille amont				
Amont voie SNCF	I40	28,07	28,07	0,01
	I41	28,02	28,02	0,01
	I42	27,62	27,62	0,02
	I42,3	27,6	27,6	0,02
	I42,6	27,59	27,59	0,02
	I42,9	27,56	27,56	0,02
Amont pont Bd. Armorique	I43	27,49	27,49	0,01
Vannage Trublet (amont)	I44	27,31	27,31	0
	I44,2	27,28	27,28	0
	I44,4	27,25	27,25	0
	I44,6	27,23	27,23	0
	I44,8	27,21	27,21	0
	I44,9	27,19	27,19	0
Ecluse saint Martin (amont)	I44b	27,18	27,18	0
Ille bras naturel (prairies Saint Martin)				
	I45	26,68	26,66	0,02
	I45,5	26,57	26,56	0,01
	I46	26,52	26,51	0,01
	I46,5	26,42	26,41	0,01



	I47	26,35	26,34	0,01
	I48	26,27	26,26	0,01
	I49	26,14	26,12	0,02
	I50	26,02	26,01	0,01
	I50,3	26,01	26	0,01
	I50,6	25,99	25,98	0,01
Ille aval				
Confluence Ille bras naturel et canal	I51	25,96	25,95	0,01
	I51,4	25,85	25,84	0,01
	I51,8	25,80	25,79	0,01
	I52	25,78	25,77	0,01
Ecluse du Mail (amont)	I52a	25,78	25,77	0,01
Vannage Bourg Levesque (aval)	I53	25,64	25,63	0,01
	I53,3	25,60	25,60	0
	I53,6	25,52	25,52	0
	I53,9	25,43	25,43	0
	I54	25,37	25,37	0
	I55	25,24	25,24	0
Vilaine amont				
	V27	26,97	26,97	0
	V28	26,85	26,85	0
Pont Villebois-Mareuil	V29	26,68	26,68	0
	V30	26,34	26,34	0
	V31	26,15	26,14	0,01
Cabinet Vert (aval)	V32	26,04	26,03	0,01



	V32,3	26,01	26	0,01
	V32,6	25,97	25,97	0
	V32,8	25,94	25,94	0
	V33	25,91	25,91	0
	V34	25,89	25,89	0
	V35	25,55	25,55	0
Echelle Le Mail	V36	25,33	25,33	0
	V37	25,17	25,17	0
Confluence avec l'Ille	V38	24,94	24,94	0

L'incidence de ce scénario est similaire à celle du scénario précédent (E1), si ce n'est que l'impact de la protection E (rehaussement de 1 à 2 cm à l'amont) est à ajouter.

L'augmentation du débit de pointe de l'Ille à la confluence avec la Vilaine est ici de l'ordre de 0,4 % .

Même si toutes les protections étudiées étaient réalisées par la Ville de Rennes, il apparaît clairement que l'incidence engendrée serait quasi-négligeable.

Ces opérations n'aggraveront donc en aucun cas l'inondation d'autres secteurs amont ou aval non protégés.

Des mesures compensatoires seront testées en phase 3 afin de réduire cette incidence, pourtant minime.



5. PHASE 3 : EVALUATION DES IMPACTS DES PROJETS DE PROTECTION AVEC MESURES COMPENSATOIRES

5.1. SCENARIO E3 : SIMULATION DES DEUX MESURES COMPENSATOIRES

Afin de réduire l'impact très minime des projets de protection prévus, il a été testé dans le modèle hydraulique la mise en place de mesures compensatoires.

Ces mesures compensatoires, sur l'Ille, consistent au remodelage du terrain naturel sur le secteur des prairies Saint-Martin amont en rive droite et sur le secteur Armorique en rive gauche de manière à inonder ces secteurs sans enjeux qui ne le sont pas actuellement.

Le plan, fourni en annexe 2, localise les secteurs remodelés, situés en amont de la Motte Brûlon.

Ce remodelage de terrain consiste en :

- Le creusement de l'amont des prairies Saint-Martin de manière à rétablir une cote similaire à celle du terrain naturel plus en aval. Cette action représente le déblai de cette zone de -0.80 à -2.75 m par rapport au terrain naturel.
- Le remodelage du terrain sur le secteur Armorique (selon l'esquisse du concours d'aménagement).
- Le reprofilage des berges de manière à permettre l'inondation de ces secteurs pour des crues importantes.

Les profils en travers (comparaison entre l'état initial et le remodelage des mesures compensatoires) sont présentés en annexe 3.

Ces deux mesures compensatoires représentent un volume de stockage supplémentaire d'environ $90\,000\text{ m}^3$ (dont $20\,000\text{ m}^3$ pour la mesure compensatoire du secteur Armorique).

Ces mesures compensatoires ont été testées dans la configuration du scénario E2 (c'est à dire avec prise en compte de tous les projets de protections certains ou optionnels), de manière à tester son efficacité dans cette configuration la plus défavorable (en terme d'impact).

Le tableau ci-dessous présente l'impact de ce nouveau scénario en terme de modification de la ligne d'eau de la crue centennale. Les cotes sont exprimées en système orthométrique. Par commodité, le scénario E2 avec ces mesures compensatoires sera nommé « scénario E3 ».

L'incidence du scénario E2 est également présentée dans le tableau afin de pouvoir comparer réellement l'intérêt de ces mesures compensatoires.



Localisation	Point	Cote Scénario E3	Cote Etat initial	Δ Scénario E2 – initial (m)	Δ Scénario E3 – initial (m)
Ille amont					
Amont voie SNCF	I40	28,07	28,07	0,01	0,01
	I41	28,02	28,02	0,01	0,01
	I42	27,62	27,62	0,02	0,02
	I42,3	27,6	27,6	0,02	0,02
	I42,6	27,59	27,59	0,02	0,02
	I42,9	27,56	27,56	0,02	0,02
Amont pont Bd. Armorique	I43	27,49	27,49	0,01	0,01
Vannage Trublet (amont)	I44	27,31	27,31	0	0
	I44,2	27,28	27,28	0	0
	I44,4	27,25	27,25	0	0
	I44,6	27,23	27,23	0	0
	I44,8	27,21	27,21	0	0
	I44,9	27,19	27,19	0	0
Ecluse saint Martin (amont)	I44b	27,18	27,18	0	0
Ille bras naturel (prairies Saint-Martin)					
	I45	26,56	26,66	0,02	-0,10
	I45,5	26,57	26,56	0,01	0,01
	I46	26,52	26,51	0,01	0,01
	I46,5	26,42	26,41	0,01	0,01
	I47	26,35	26,34	0,01	0,01
	I48	26,27	26,26	0,01	0,01



	149	26,14	26,12	0,02	0,02
	150	26,02	26,01	0,01	0,01
	150,3	26,01	26	0,01	0,01
	150,6	25,99	25,98	0,01	0,01
Ille aval					
Confluence Ille et canal	151	25,96	25,95	0,01	0,01
	151,4	25,85	25,84	0,01	0,01
	151,8	25,80	25,79	0,01	0,01
	152	25,78	25,77	0,01	0,01
Ecluse du Mail (amont)	152a	25,78	25,77	0,01	0,01
Vannage Bg Levesque (aval)	153	25,64	25,63	0,01	0,01
	153,3	25,60	25,60	0	0
	153,6	25,52	25,52	0	0
	153,9	25,43	25,43	0	0
	154	25,37	25,37	0	0
	155	25,24	25,24	0	0

La mise en place de ces mesures compensatoires ne modifie en rien le faible impact des projets de protection du scénario E2, sauf sur le secteur remodelé où un abaissement localisé de la ligne d'eau centennale d'environ 10 cm par rapport à l'état initial est à prévoir.

En terme de débit, le scénario E2 engendrait une augmentation du débit de pointe de l'Ille à sa confluence avec la Vilaine de l'ordre de 0,4 %. La mise en place de ces mesures permet donc la réduction de cette augmentation à environ 0,1 %, c'est à dire quasi négligeable.



5.2. SCENARIO E4 : SIMULATION DE LA MESURE COMPENSATOIRE « ARMORIQUE »

La mesure compensatoire du secteur Armorique a été simulée seule dans la configuration précédente (c'est à dire avec toutes les protections, scénario E2).

Les résultats en terme de hauteur d'eau sont strictement identiques aux résultats des deux mesures compensatoires simulées ensemble, à la différence près que la baisse de 10 cm de la ligne d'eau du scénario précédent au niveau du profil I45 (au droit d'Armorique) par rapport à l'état initial est maintenant nulle (c'est à dire que la ligne d'eau est identique à l'état initial, la surélévation de 2 cm engendrée par les protections est donc annulée au droit de cette mesure compensatoire).

En terme de débit, l'augmentation du débit de pointe est de 0,3 % (contre 0,4 % pour le scénario E2). L'efficacité en terme de réduction du débit de pointe de cette mesure est cependant plus limitée que dans la situation avec les deux mesures compensatoires cumulées.



5.3. SCENARIO E5 : SIMULATION DES AMÉNAGEMENTS DU SECTEUR « ARMORIQUE » (PROTECTIONS + MESURE COMPENSATOIRE)

Ce scénario consiste en la simulation des aménagements du secteur Armorique, à savoir les protections prévues (scénario C) ainsi que la mesure compensatoire sur la base de l'esquisse du concours d'aménagement, sans tenir compte des autres projets de protection sur la Ville.

Localisation	Point	Cote Scénario E5	Cote Etat initial	Δ Scénario E5 – initial (m)
Ille bras naturel (prairies Saint-Martin)				
	145	26,65	26,66	-0,01
	145,5	26,55	26,56	-0,01
	146	26,51	26,51	0
	146,5	26,41	26,41	0
	147	26,34	26,34	0
	148	26,26	26,26	0
	149	26,12	26,12	0
	150	26,01	26,01	0
	150,3	26	26	0
	150,6	25,98	25,98	0
Confluence Ille bras naturel et canal	151	25,95	25,95	0

En terme de ligne d'eau, le projet du secteur Armorique n'a aucune incidence (seule une légère baisse de 1 cm de la ligne d'eau par rapport à l'état initial peut être constatée au droit de ce projet).

En terme d'augmentation du débit de pointe, cette incidence est également négligeable (de l'ordre de 0,05 %) car ce projet allie un remodelage du terrain naturel permettant un stockage complémentaire aux protections du secteur aménagé.



6. SYNTHÈSE

L'augmentation de la ligne d'eau centennale de l'Ille due à la mise en place de l'ensemble des protections est de l'ordre de 1 à 2 cm, sur la quasi-totalité de son parcours dans la ville de Rennes.

Pour la Vilaine, cette augmentation se limite à 1 cm du secteur de la cale de la Barbotière jusqu'à 200 m en amont (cabinet vert).

Si sur la Vilaine le débit de pointe n'est pas modifié, sur l'Ille une très légère augmentation de ce débit de l'ordre de 0,4 % est à noter.

La mise en place des deux mesures compensatoires (remodelage terrain au niveau des prairies Saint-Martin et du secteur Armorique) engendre un gain de stockage supplémentaire de l'ordre de 90 000 m³.

Ces mesures compensatoires ne modifient pas la ligne d'eau d'un éventuel scénario intégrant toutes les protections sur l'Ille mais elles présentent l'avantage d'exploiter des zones actuellement non inondables et donc d'augmenter les capacités de stockage et d'écoulement du lit majeur de l'Ille. Ce stockage permet de supprimer la quasi-totalité de l'incidence en terme d'augmentation de débit due à la mise en place de ces protections.

Il est également important de rappeler que la plupart des secteurs urbanisés sont actuellement protégés (ou en cours de protection) et que la mise en place de ces protections supplémentaires vise à réduire le risque inondation des secteurs urbanisés encore sensibles car non protégés. L'enjeu des scénarii testés est donc important. A contrario, **la hausse résiduelle engendrée de 1 à 2 cm de la ligne d'eau n'affectera plus que des secteurs protégés ou non urbanisés, où l'enjeu est inexistant.**

Enfin, il est également nécessaire de rappeler qu'une étude hydraulique est actuellement en cours sur le bassin versant de l'Ille. Cette étude aboutira sur un programme de travaux qui viseront à réduire le risque inondation et également limiter et réguler les apports dès l'amont. Ces actions se traduiront par une amélioration de la situation actuelle (réduction des débits, de la fréquence d'inondation et de la ligne d'eau) vraisemblablement sensible sur le territoire rennais.



ANNEXES

⇒ **Annexe 1 : Hydrogrammes (novembre 2000, mars 2001 et crue centennale)**

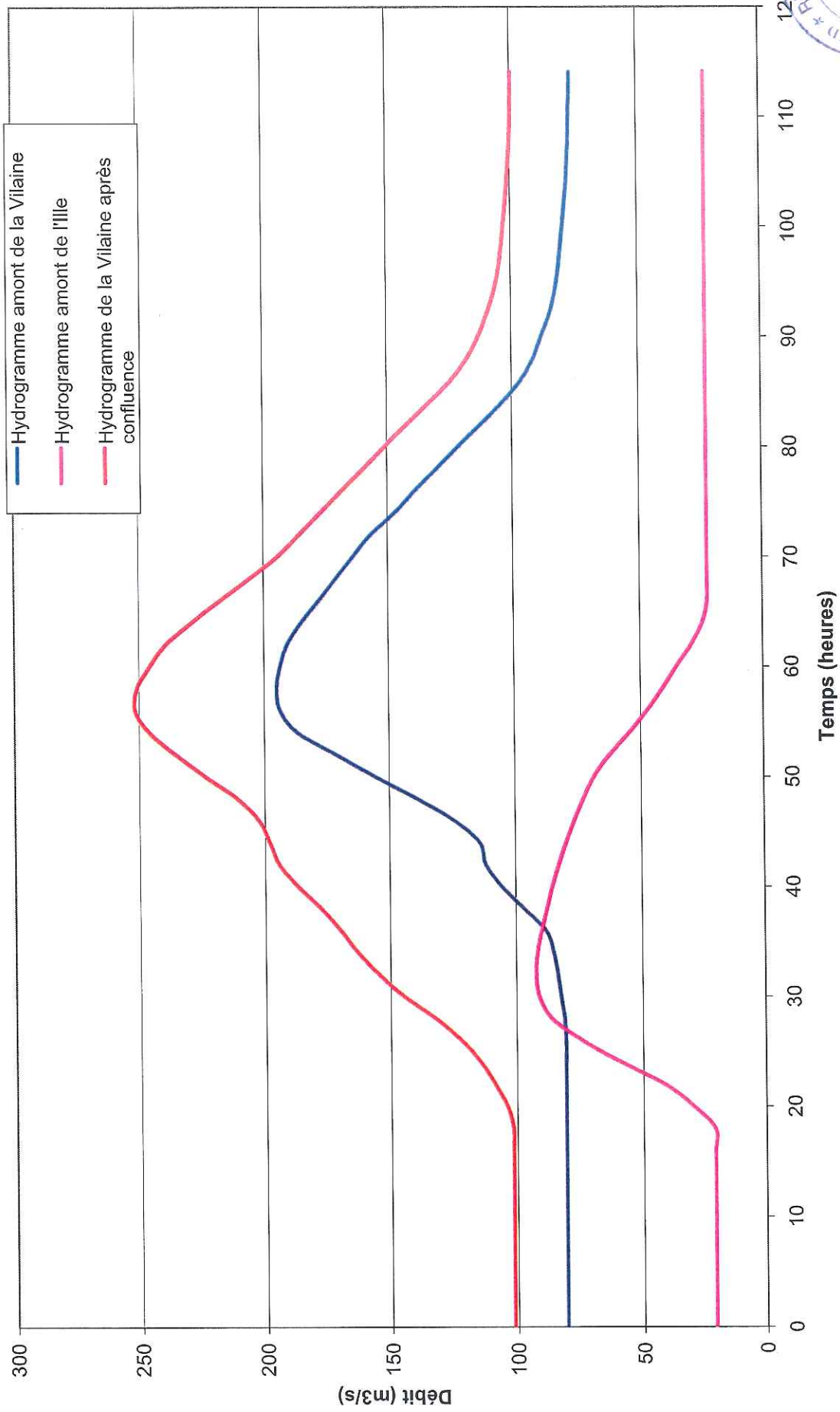
⇒ **Annexe 2 : Cartes de localisation des protections, des mesures compensatoires et des points de calcul**

⇒ **Annexe 3 : profils en travers de l'Ille avant et après mise en place des mesures compensatoires**

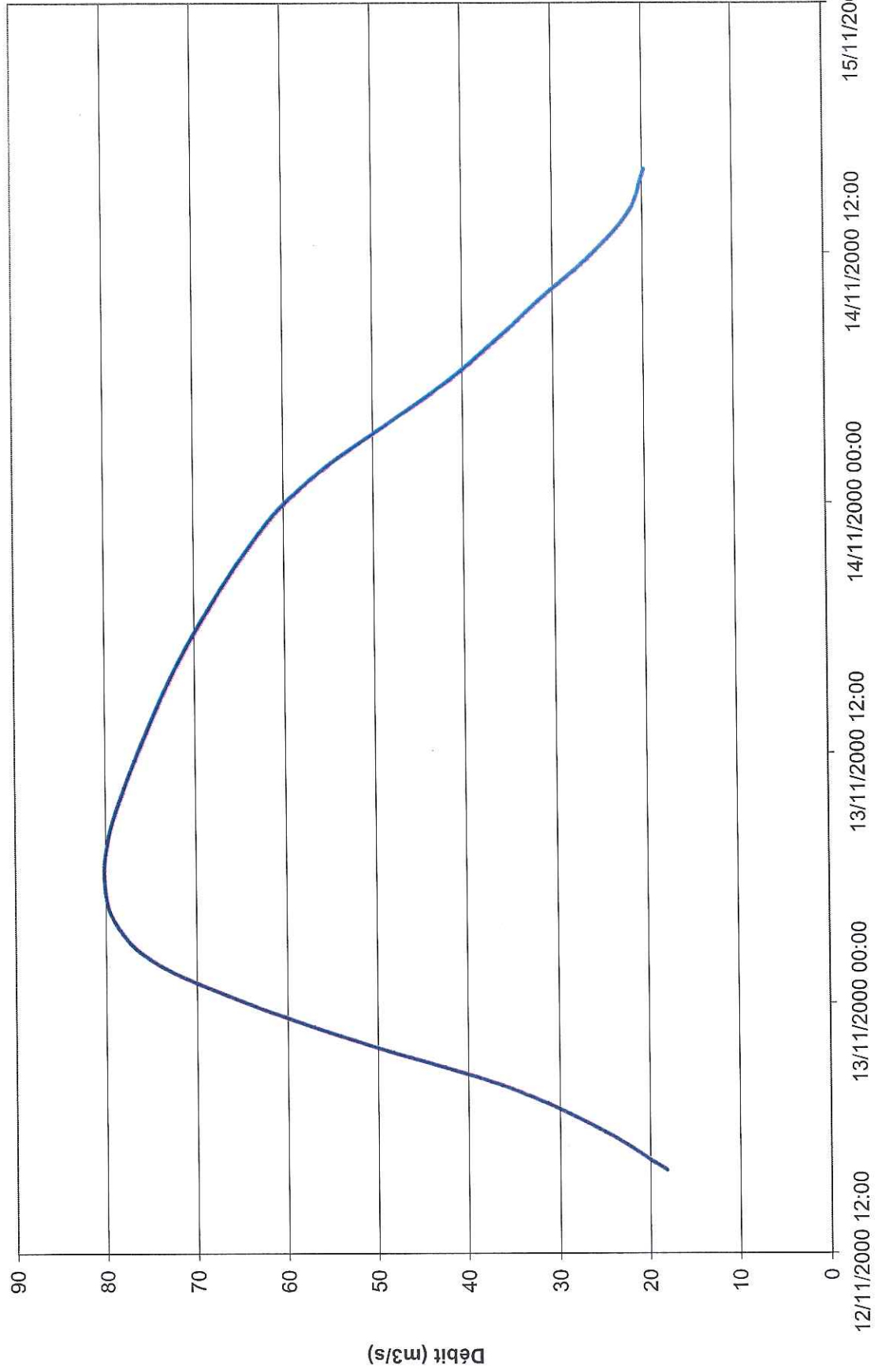


**Annexe 1 : Hydrogrammes (novembre 2000, mars 2001
et crue centennale)**

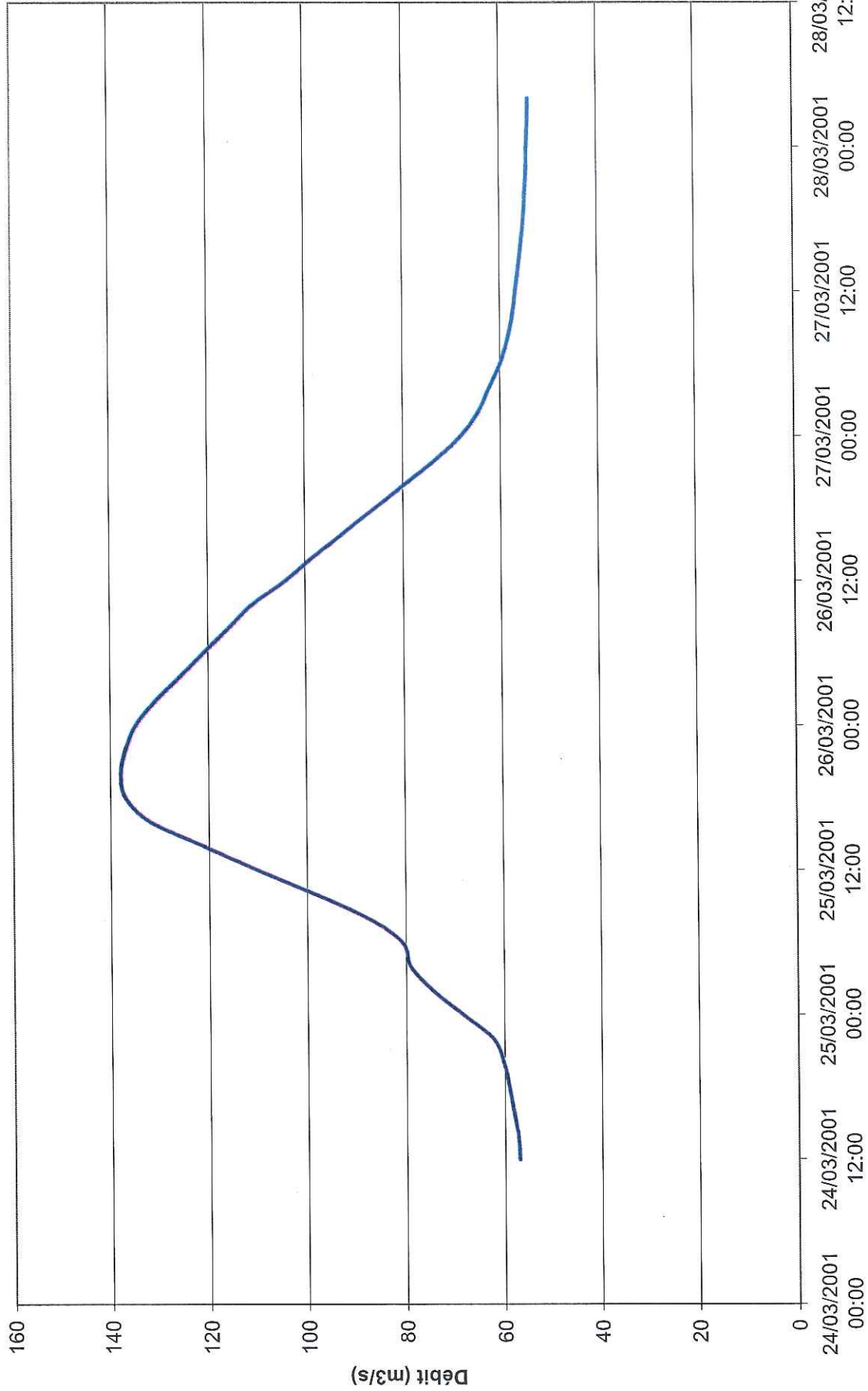
Hydrogrammes centennaux de l'Ille et de la Vilaine



Hydrogramme de la crue de novembre 2000 - L'Ille à Saint-Grégoire

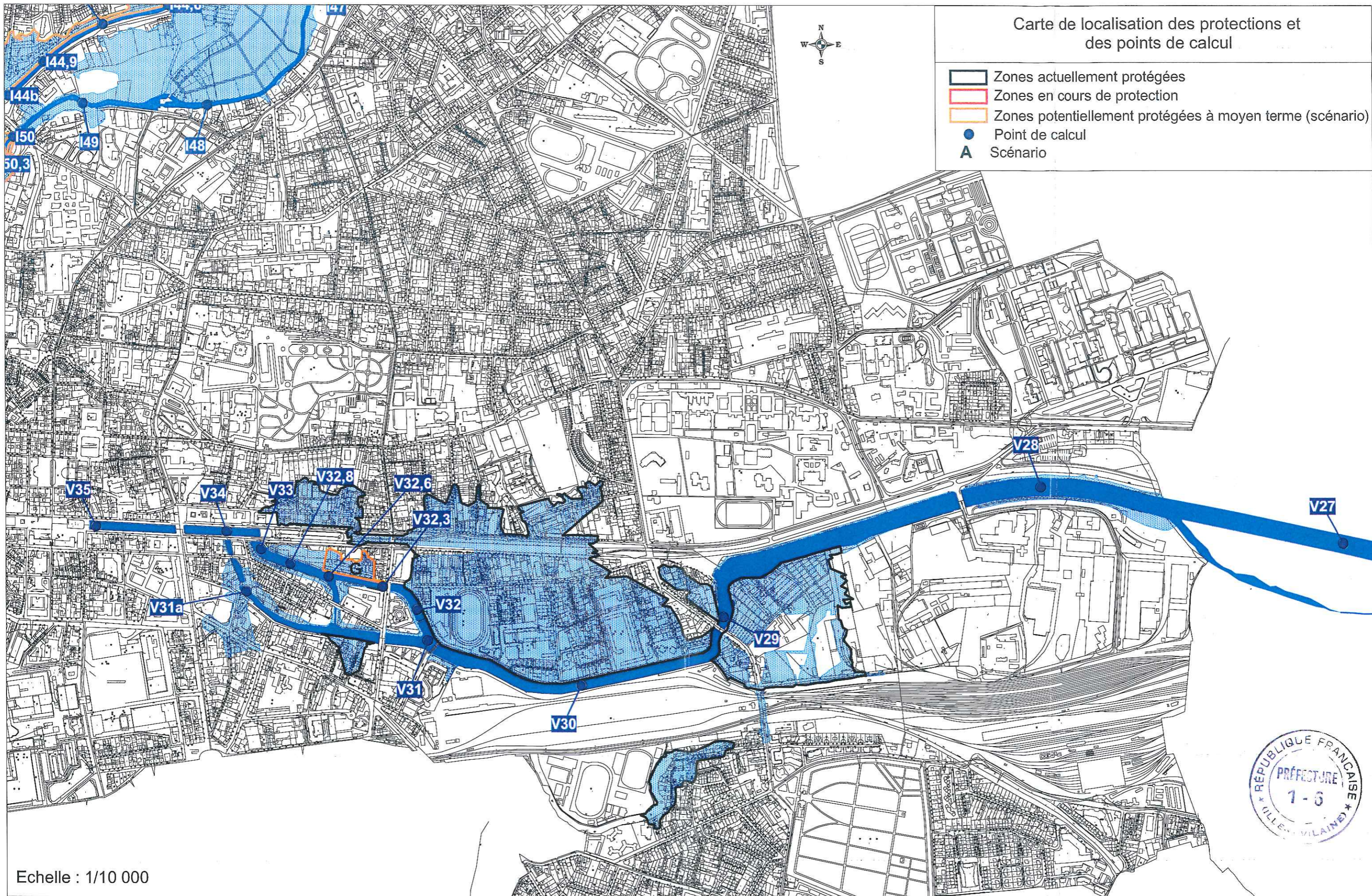


Hydrogramme de la crue de mars 2001 - La Vilaine à Cesson-Sévigné





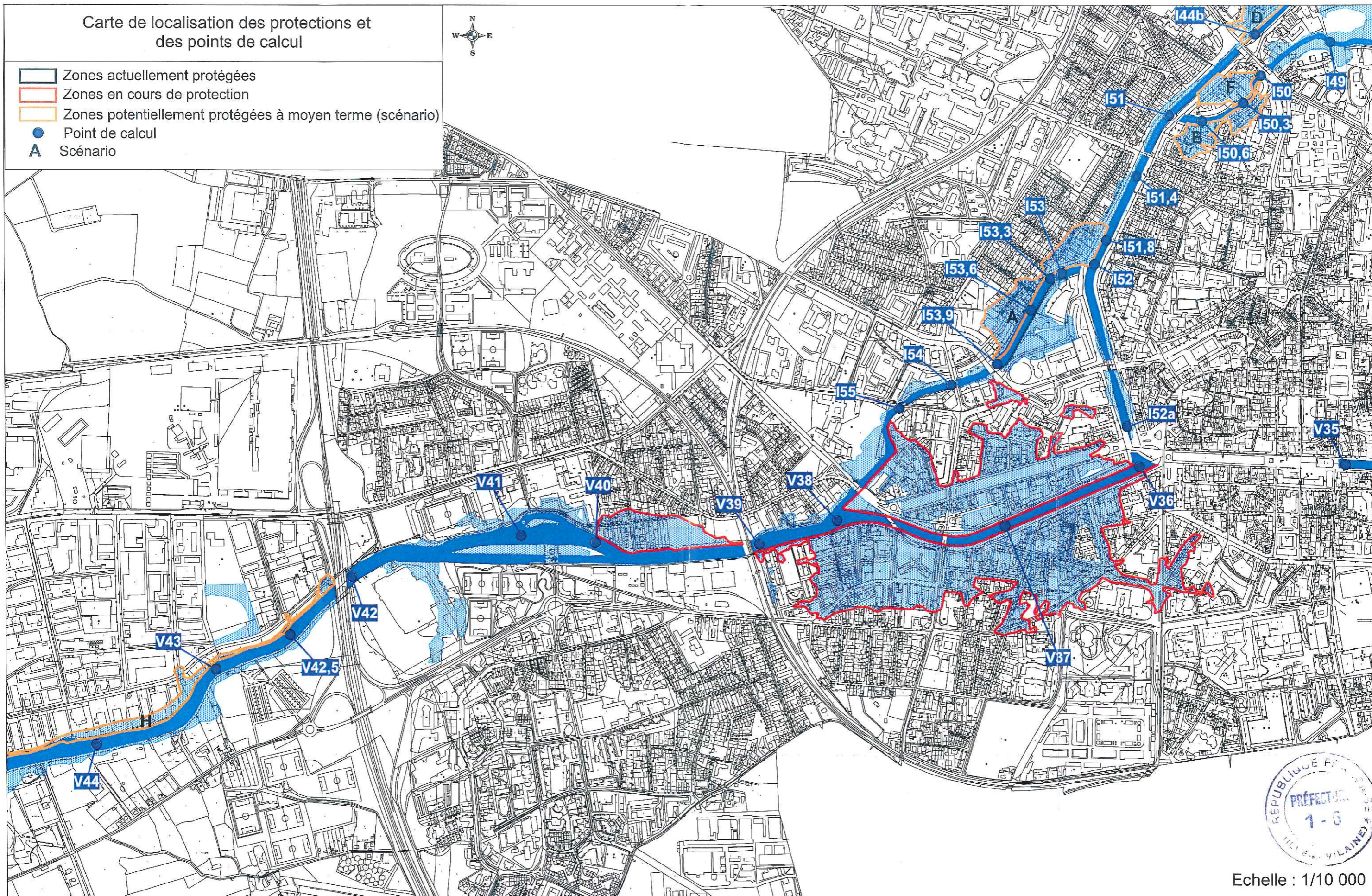
Annexe 2 : Cartes de localisation des protections, des mesures compensatoires et des points de calcul



Carte de localisation des protections et des points de calcul








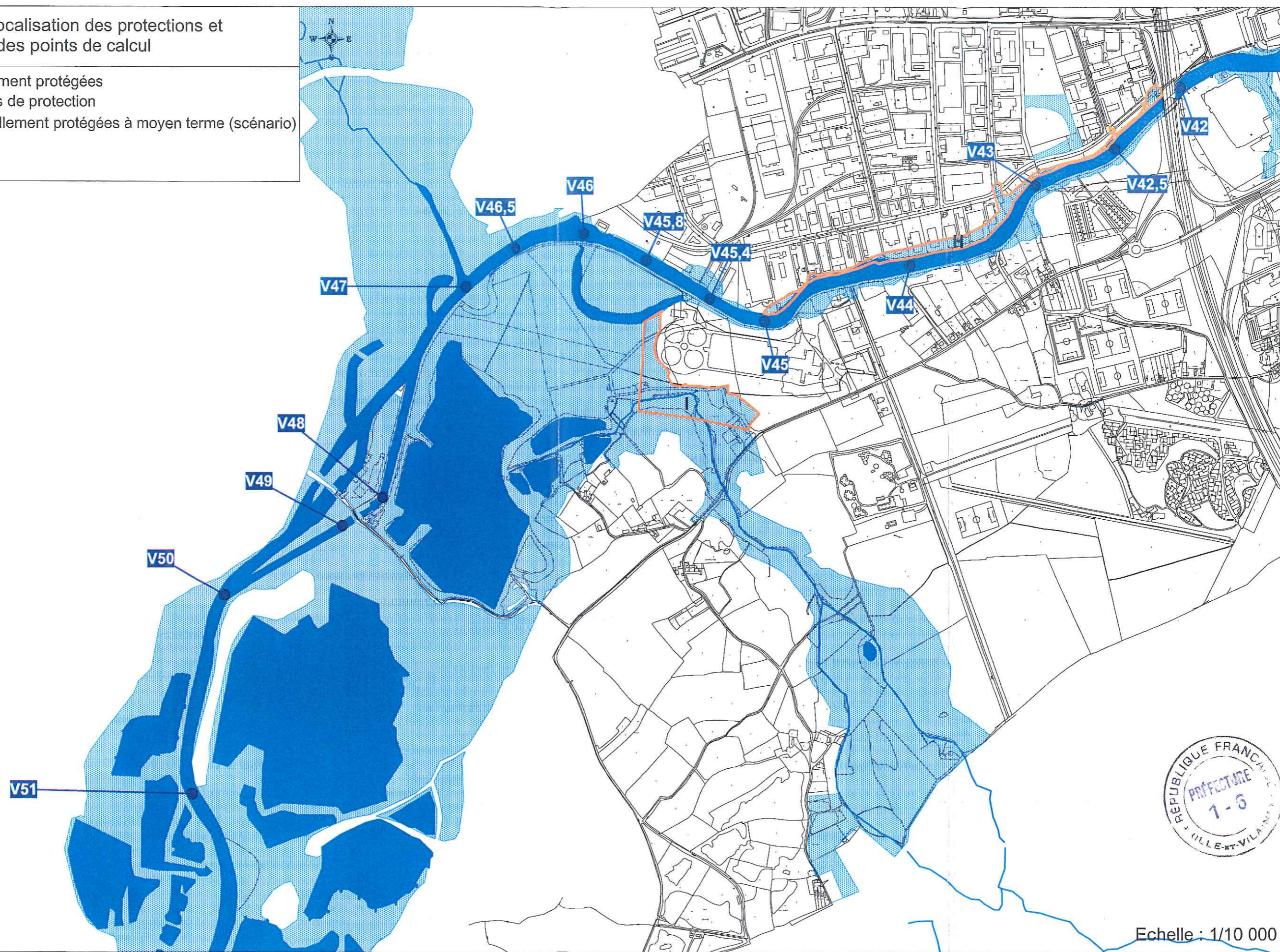
- Zones actuellement protégées
- Zones en cours de protection
- Zones potentiellement protégées à moyen terme (scénario)
- Point de calcul
- Scénario



Echelle : 1/10 000







Carte de localisation des protections et des points de calcul

-  Zones actuellement protégées
-  Zones en cours de protection
-  Zones potentiellement protégées à moyen terme (scénario)
-  Point de calcul
-  Scénario

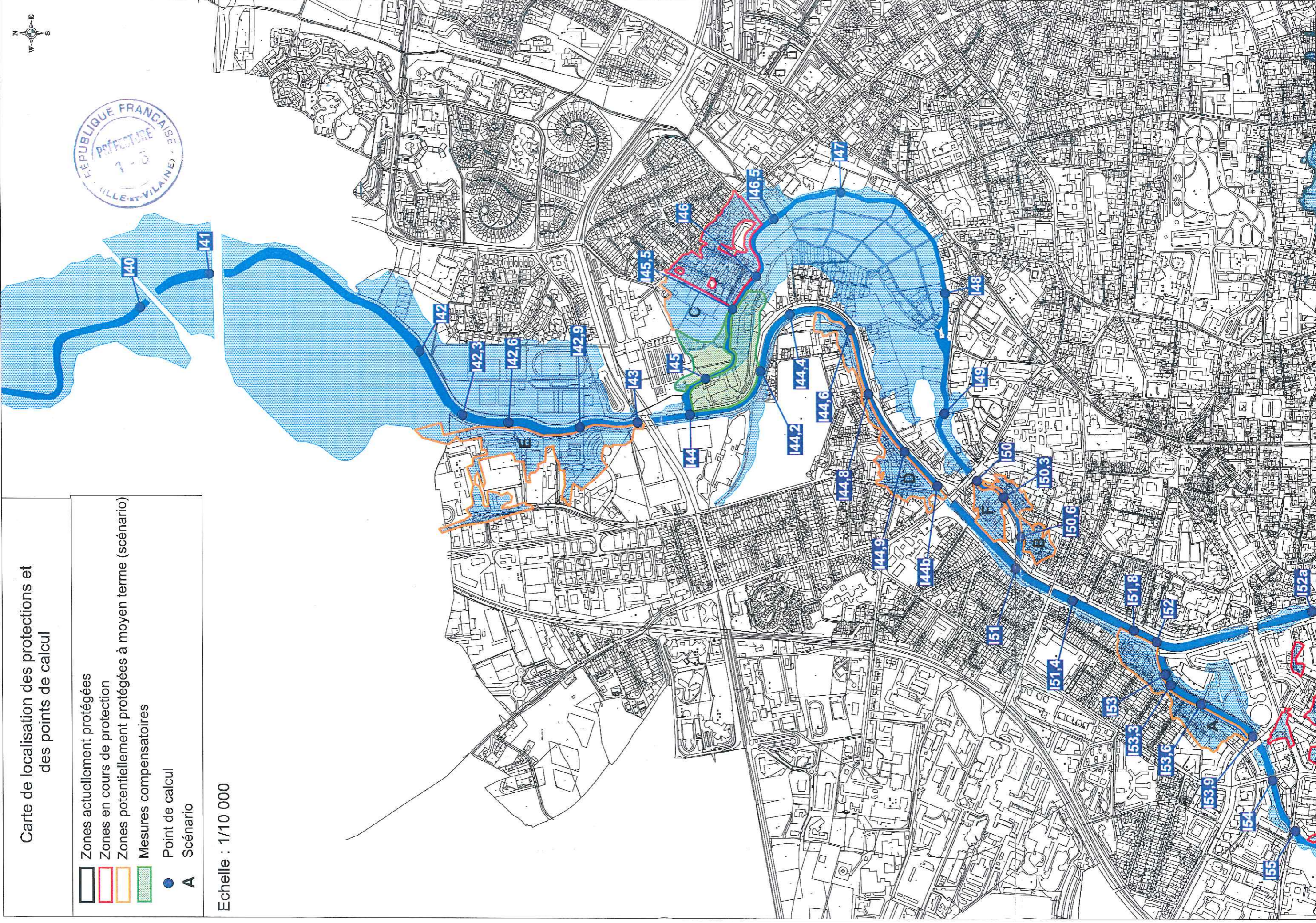


Echelle : 1/10 000

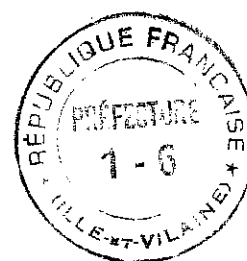
Carte de localisation des protections et
des points de calcul

-  Zones actuellement protégées
-  Zones en cours de protection
-  Zones potentiellement protégées à moyen terme (scénario)
-  Mesures compensatoires
-  Point de calcul
-  Scénario

Echelle : 1/110 000

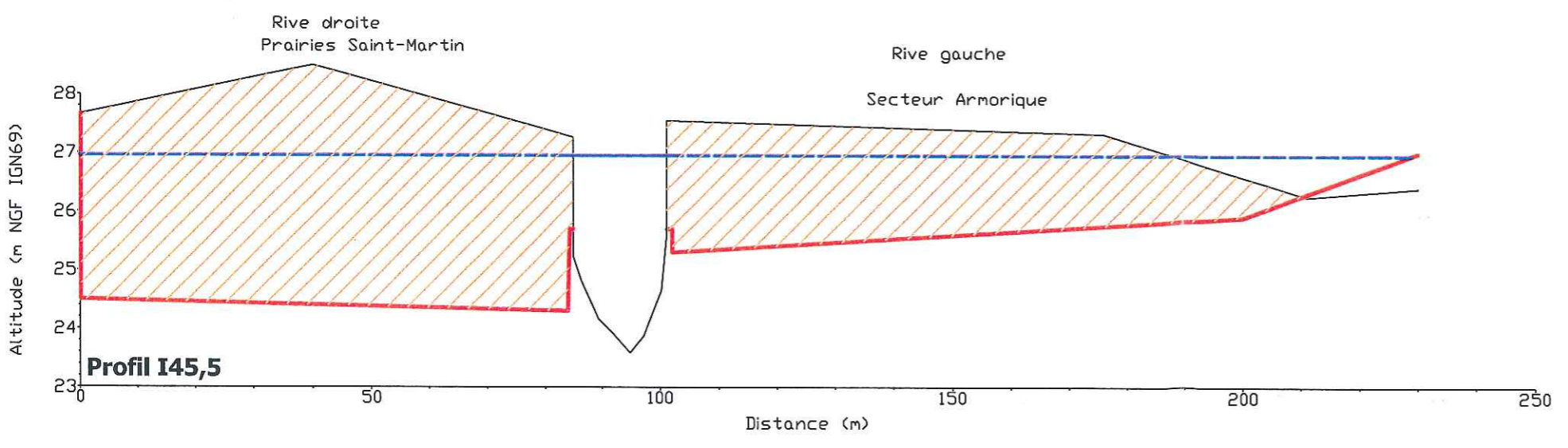
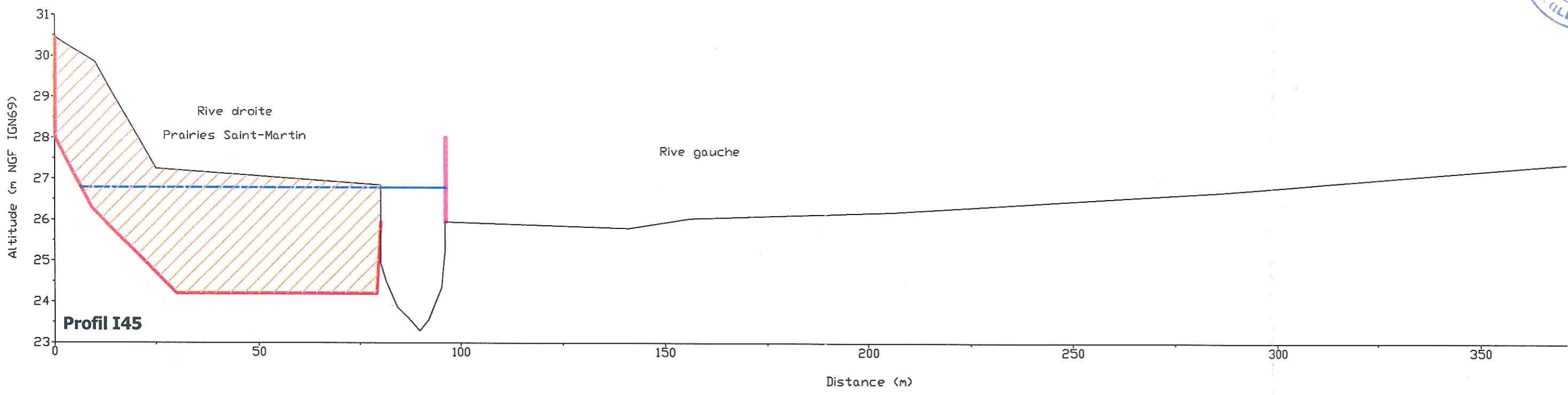


**Annexe 3 : Profils en travers de l'Île avant et après
mise en place des mesures compensatoires**



Profils en travers de l'Ille avant et après mise en place des mesures compensatoires

Echelle X : 1 cm = 10 m
 Echelle Y : 1 cm = 1 m



Légende

- Ligne d'eau état initial
- - - Zone inondable après aménagements
- Terrain naturel (état initial)
- | Protection (scénario C)
- Reprofilage du lit majeur (mesures compensatoires)
- / / / / Zone de déblais (mesures compensatoires)