

PREFECTURE DE LA MAYENNE

PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES D'INONDATION

AGGLOMERATION DE CHÂTEAU-GONTIER

Communes de Azé, Château-Gontier, Fromentières, Loigné-sur-Mayenne, Ménil et Saint-Fort

1 – Note de présentation



1. DEMARCHE GLOBALE DE GESTION DES INONDATIONS	1
1.1 Aspect législatif	1
1.2 Objectifs en matière de gestion des zones inondables	1
1.3 Principes et moyens à mettre en œuvre	1
1.4 Mise en œuvre du PPRI sur la Mayenne à Château-Gontier	1
2. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE	2
2.1 Contexte géographique et administratif	2
2.2 Caractéristiques générales du site d'étude	2
2.2.1 Morphologie	2
2.2.2 Ouvrages hydrauliques sur la Mayenne	2
3. METHODOLOGIE	3
3.1 Recueil de données	3
3.2 Hydrologie	3
3.3 Modélisation	4
3.4 Principe de classification des zones d'inondation	4
3.5 Cartographie de l'aléa hydraulique	4
4. ANALYSE HYDROLOGIQUE SUR LE BASSIN VERSANT DE LA MAYENNE	4
4.1 Bilan des données hydrologiques recueillies	4
4.1.1 Station de jaugeage	4
4.1.2 Etudes existantes	4
4.2 Estimation du débit centennal	4
4.3 Crues historiques	5
4.3.1 Genèse des crues historiques	5
4.3.2 Estimation de débits et de période de retour des crues historiques	5
4.3.3 Conséquences des inondations à Château-Gontier	6
4.4 Service d'annonce des crues	6
5. CALAGE ET VALIDATION DU MODELE	7
5.1 Données topographiques	7

5.2	Construction du modèle	7
5.3	Calage du modèle	7
5.4	Validation du modèle.....	7
6.	MODELISATION DE LA CRUE CENTENNALE	8
6.1	Analyse de la crue centennale.....	8
6.2	Précision des évaluations hydrauliques	8
7.	CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES	9
7.1	Cartes des aléas.....	9
7.2	Caractéristiques des zones inondables	9
7.2.1	Tronçon au nord de l'agglomération.....	9
7.2.2	Tronçon entre le barrage de Mirwault et le Vieux Pont	9
7.2.3	Tronçon entre le Vieux Pont et le pont SNCF	10
7.2.4	Tronçon entre le Pont SNCF et le ruisseau du Souveron	10
7.2.5	Tronçon entre le ruisseau du Souveron et le barrage de la Petite Bavouze	10
8.	CARTOGRAPHIE DE L'ENJEU.....	10
9.	BIBLIOGRAPHIE	11

ANNEXES

Annexe 1 : Schémas des ponts fournis par la DDE

Annexe 2 : Calage du modèle : Simulation de la crue d'octobre 1966

Annexe 3 : Validation du modèle : Simulation de la crue de novembre 1974

Annexe 4 : Simulation de la crue centennale

1. Démarche globale de gestion des inondations

1.1 Aspect législatif

La prévention des risques naturels, dont font partie les risques d'inondation, a été relancée par le Chapitre II, Titre VI, Livre 5 du Code de l'Environnement, relatif au renforcement de la protection de l'environnement. Ce chapitre reprend en partie et complète la loi "Barnier" n°95-101 du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement.

Ce chapitre institue un document unique : le plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPR) qui remplace tous les plans ou périmètres existants précédemment (plans de surfaces submersibles, plans d'exposition aux risques naturels prévisibles). Ces nouveaux plans sont institués par les préfets de département, sont soumis à enquête publique et constituent une servitude d'utilité publique. Ce chapitre établit également un programme visant à ce que tous les secteurs soumis à des risques importants soient couverts par un PPR d'ici à 5 ans.

1.2 Objectifs en matière de gestion des zones inondables

La circulaire interministérielle du 24 janvier 1994 définit les objectifs arrêtés par le gouvernement en matière de gestion des zones inondables. Ces objectifs sont les suivants :

- arrêter les nouvelles implantations humaines dans les zones les plus dangereuses,
- préserver les capacités de stockage et d'écoulement des crues,
- sauvegarder l'équilibre et la qualité des milieux naturels.

1.3 Principes et moyens à mettre en œuvre

Une circulaire interministérielle plus récente (24 avril 1996) concerne les dispositions applicables au bâti et ouvrages existants en zones inondables. Elle rappelle la politique à mettre en œuvre qui consiste à appliquer les principes suivants :

- veiller à ce que soit interdite toute nouvelle construction dans les zones inondables soumises aux aléas les plus forts,
- contrôler strictement l'extension de l'urbanisation, c'est-à-dire la réalisation de nouvelles constructions, dans les zones d'expansion des crues,
- éviter tout endiguement ou remblai nouveau qui ne serait pas justifié par la protection de lieux fortement urbanisés.

Ceci implique notamment la délimitation :

- des zones d'expansion de crues à préserver, qui sont les secteurs non urbanisés ou peu urbanisés et peu aménagés où la crue peut stocker un volume d'eau important ;
- les zones d'aléas les plus forts, déterminées en fonctions des hauteurs d'eau atteintes par une crue de référence.

Cette circulaire précise également les dispositions applicables aux constructions existantes qui visent à réduire la vulnérabilité des biens et activités dans les zones exposées et à maintenir la capacité d'écoulement et d'expansion des crues. Les principales dispositions sont les suivantes :

- permettre les travaux et les aménagements du bâti et de ses accès ayant pour effet de réduire le risque d'inondation,
- interdire les aménagements nouveaux de locaux à usage d'habitation ou des extensions significatives à rez-de-chaussée,
- imposer les dispositifs visant à empêcher la dispersion d'objets ou de produits dangereux, polluants ou flottants,
- interdire, dans les zones d'aléa le plus fort, toute augmentation d'emprise au sol des bâtiments ainsi que les clôtures dont la conception constituerait un obstacle à la libre circulation des eaux.

Des adaptations peuvent être apportées à ces dispositions en fonction du contexte local afin de tenir compte des usages agricoles et de ceux directement liés à la voie d'eau ainsi que des centres urbains.

1.4 Mise en œuvre du PPRI sur la Mayenne à Château-Gontier

C'est dans le cadre législatif décrit précédemment (Chapitre II, Titre VI, Livre 5 du code de l'environnement) que s'inscrit le Plan de Prévention des Risques Inondation sur la Mayenne à la traversée de Château-Gontier.

Une étude préliminaire à la cartographie réglementaire du risque inondation au droit de l'agglomération de Château-Gontier a été menée en juillet 1995 (ANTEA). La cartographie de l'aléa hydraulique avait alors été établie à partir des crues historiques de la Mayenne (octobre 1966).

Depuis l'élaboration de ces documents, une étude hydraulique générale du bassin versant de la Maine comprenant une analyse des débits de la Mayenne ainsi que l'élaboration de l'Atlas des Zones Inondables de cette même rivière ont fait apparaître une période de retour inférieure à 100 ans pour les crues historiques cartographiées.

Or, la méthodologie de mise en place des PPRI en France demande la prise en compte de la crue la plus forte observée ou de la crue centennale si la plus forte crue observée à une période de retour inférieure à 100 ans. C'est pourquoi le projet de PPRI élaboré est réactualisé afin d'intégrer l'hypothèse centennale.

2. Présentation du secteur d'étude

2.1 Contexte géographique et administratif

Le secteur d'étude concerne la rivière de la Mayenne au droit de sa traversée de l'agglomération de Château-Gontier dans le sud du département de la Mayenne.

L'arrêté préfectoral du 15 mars 1996 de prescription d'un PPRI précise les limites du périmètre d'étude entre le barrage de la Roche du Maine, sur les communes de Fromentières et de Loigné sur Mayenne, et le barrage de la Petite Bavouze, sur les communes de Azé et de Ménil.

Les communes concernées sont donc, de l'amont vers l'aval (du nord vers le sud) :

- Loigné sur Mayenne,
- Fromentières
- Château-Gontier,
- Azé,
- Saint Fort,
- Ménil.

Le tronçon étudié représente un linéaire de près de 10 km de la Mayenne et près de 350 ha de vallée.

2.2 Caractéristiques générales du site d'étude

2.2.1 Morphologie

La rivière de la Mayenne prend sa source à une altitude de 260 m environ au pied du Mont des Avaloirs à proximité de Pré-en-pail. Elle coule d'abord en direction de l'ouest puis du sud. Elle passe à Château-Gontier après un trajet de près de 130 km.

La superficie du bassin versant de la Mayenne à Château-Gontier est de 3 906 km².

Les principaux affluents sont, de l'amont vers l'aval :

- l'Aisne,
- la Varenne,
- la Colmont,
- l'Aron,
- l'Ernée,
- la Jouanne,
- le Vicoin,
- l'Ouette.

L'Ernée, la Jouanne et le Vicoin ont été intégrés dans l'atlas des zones inondables de la Mayenne et de ses affluents.

2.2.2 Ouvrages hydrauliques sur la Mayenne

Au XIX^{ème} siècle, dans le cadre de l'intensification du transport fluvial et de la mise en navigabilité de la Mayenne pour des bateaux de forts tonnages, des travaux de canalisation de la rivière ont été entrepris. La rivière a ainsi été rescindée, creusée et endiguée avec la mise en place de nombreux barrages équipés d'écluses.

Ces équipements induisent des pertes de charges hydrauliques et une pente motrice de la rivière moins importante qu'à l'état naturel qui ont tendance à freiner les écoulements. Par contre la canalisation de la rivière a tendance à lisser les profils en travers et son tracé, donc à accélérer ces mêmes écoulements.

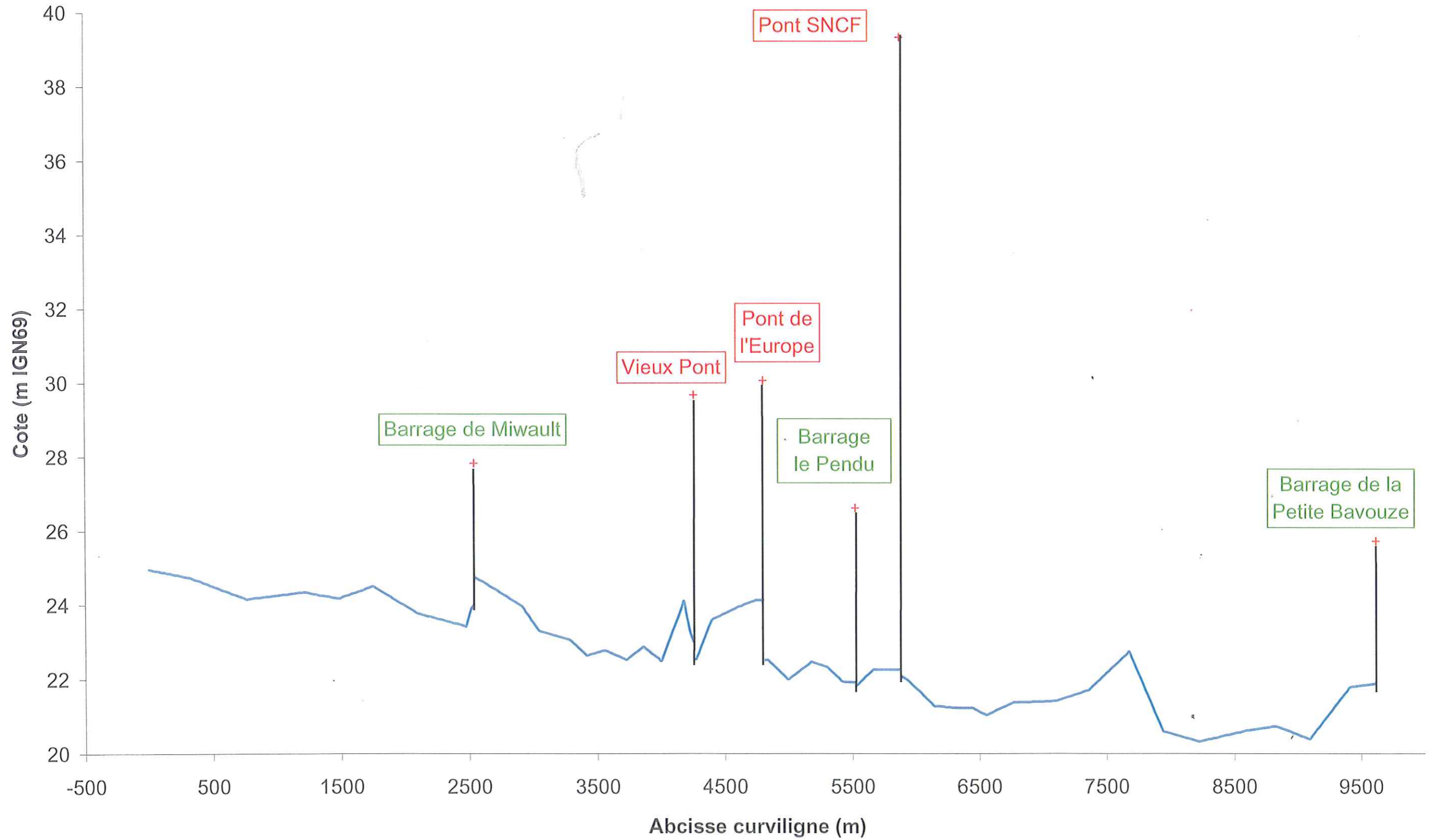
Si une gestion adaptée des ouvrages présents sur les rivières navigables permet d'influer sur les débits de pointe et sur les niveaux d'eau pour de petites crues, il ne semble pas que cela soit possible d'influer les conditions d'écoulement des grandes crues historiques. Sur la Mayenne, cette conclusion est renforcée par la "mollesse" des hydrogrammes de crue qui engendre la nécessité de stocker d'énormes volumes d'eau pour obtenir des abaissements notables des débits de pointe.

De même, comme le montrent les études existantes, si la mise en place de barrages d'écrêtement de débits pourrait permettre d'influer sur les petites crues des secteurs amont des bassins versants considérés, les gains en terme de débits plus à l'aval ne sont pas satisfaisants vis à vis des investissements qu'il faudrait réaliser. Il est à noter que l'analyse hydrologique du bassin versant de la Maine amène à penser que le barrage de soutien d'étiage de Saint-Fraimbault-des-Prières sur la Mayenne, construit en 1978, d'une capacité maximale de 4,5 millions de m³, n'a ainsi aucune influence sur les crues de type 1995 (dans son mode de fonctionnement actuel).

Sur le tronçon étudié sont recensés 4 barrages associés à des écluses et 3 ponts, deux des barrages délimitant la zone d'étude.

Le barrage de la Roche du Maine délimite l'amont du tronçon. L'ouvrage qui le suit est le barrage de Mirwault situé 2.6 km en aval. Dans la traversée de l'agglomération de Château-Gontier, 1.7 km en aval du précédent barrage, la Mayenne est franchie par le Vieux Pont constitué de trois arches. En 1974 le Pont de l'Europe (RN 162) a été construit 550 m en aval du Vieux Pont. Il franchit la Mayenne en trois travées. L'écluse de Pendu (station hydrométrique

Profil en long de la rivière Mayenne à Château Gontier et localisation des ouvrages hydrauliques



d'annonce de crue) est située 660 m en aval. Le pont de la voie ferrée desservant l'agglomération est situé 400 m en aval de l'écluse. Le barrage de la Petite Bavouze délimite l'aval du modèle 4.3 km en aval.

Ces ouvrages sont localisés sur le profil en long ci-contre.

Les principales caractéristiques des barrages sont indiquées dans le tableau suivant :

Dénomination	N° ouvrage	N° DDE	Longueur développée de la crête déversante en m	Cote de la crête déversante en m IGN69
La Roche du Maine	MAY52	EN32	95.5	28.83
Mirwault	MAY53	EN33	85.0	27.83
Pendu	MAY56	EN34	93.0	26.62
Petite Bavouze	MAY58	EN35	115.0	25.72

Les numérotations des ponts sont indiquées dans le tableau suivant :

Dénomination	N° ouvrage	N° DDE
Vieux Pont	MAY54	
Pont de l'Europe, construit en 1974	MAY55	1.12.071
Pont SNCF	MAY57	

Les schémas des ponts fournis par la DDE sont joints en annexe 1 de la présente notice.

3. Méthodologie

Le présent PPRI est élaboré conformément au Chapitre II, Titre VI, Livre 5 du code de l'environnement. Il établit les cartographies de l'aléa hydraulique, de la vulnérabilité des sites et du risque d'inondation ainsi qu'un règlement des gestions des espaces inondables sur les territoires des communes indiquées ci-après. Ce Plan de Prévention fera l'objet d'une enquête publique et sera opposable aux tiers.

La cartographie des zones d'aléas est basée sur les niveaux d'eau et les vitesses correspondant à une crue de référence.

Ces deux critères sont estimés par modélisation hydraulique de la rivière après calage du modèle sur une crue historique observée.

3.1 Recueil de données

Les données ont été recueillies à partir des études existantes, notamment le projet de PPRI qui a fait un recensement des repères de crue sur l'ensemble de la zone d'étude. 38 repères ont ainsi été recensés sur l'ensemble du secteur d'étude concernant les crues de octobre 1966, novembre 1974 et janvier 1995. A ces points s'ajoutent les niveaux de crue habituellement relevés au droit des barrages.

3.2 Hydrologie

La méthodologie de mise en place des PPRI en France exige la prise en compte de la crue la plus forte observée ou de la crue centennale si la crue la plus forte observée a une période de retour inférieure à 100 ans.

La crue la plus importante observée au droit de l'agglomération de Château-Gontier est la crue de la Mayenne survenue en octobre 1966. Sa période de retour a été estimée à 70 ans. Le chapitre suivant présente la méthodologie appliquée pour l'estimation de la valeur du débit de crue centennale.

Le débit de crue de calage et le débit de crue centennial déterminés à partir des études existantes sont les suivants :

	Débit de crue en m ³ /s
Crue de octobre 1966	800
Crue centennale	920

3.3 Modélisation

A partir des levés topographiques réalisés sur le lit mineur et sur le lit majeur de la rivière, un modèle de la rivière a été construit à l'aide du logiciel HEC-RAS.

Dans un premier temps, le modèle est construit par assemblage de profils en travers de calculs (sections naturelles, ponts et seuils).

Puis, le comportement hydraulique du modèle est adapté par calage des coefficients de pertes de charge afin de retrouver les conditions observées pour les crues historiques.

Enfin, le débit centennal est injecté dans le modèle pour calculer les niveaux de référence.

3.4 Principe de classification des zones d'inondation

Le guide méthodologique des PPRI propose une classification des zones inondables basée sur la définition d'un aléa de dommage de crue (aléa très fort, fort, moyen ou faible). Cette définition tient compte de deux critères : la hauteur de submersion et la vitesse d'écoulement.

La hauteur d'eau est définie à partir de la ligne d'eau centennale calculée et des levés topographiques ayant servi à la construction du modèle. Le manque de données sur les vitesses d'écoulement ne permet de faire qu'une appréciation qualitative pour définir l'aléa. Le modèle hydraulique estime une vitesse moyenne sur le champ d'écoulement modélisé. La vitesse est considérée faible en dessous de 0.20 m/s, moyenne de 0.20 à 0.50 m/s et forte au-delà.

Le tableau suivant, validé par la DIREN et la DDE, indique la qualification des aléas en fonction de ces deux critères :

		Vitesse		
		Faible ($V < 0.2$ m/s)	Moyenne ($0.2 < V < 0.5$ m/s)	Forte ($V > 0.5$ m/s)
Hauteur	$H \leq 0.50$ m	Faible	Moyen	Fort
	$0.50 \text{ m} < H \leq 1$ m	Moyen	Moyen	Fort
	$H > 1$ m	Fort	Fort	Très fort

3.5 Cartographie de l'aléa hydraulique

A partir des données topographiques disponibles et des niveaux centennaux calculés, la zone inondable centennale est découpée en secteurs de différentes classes de hauteurs de submersion et de vitesses. Le croisement des deux paramètres suivant la grille d'évaluation définie précédemment permet ensuite de définir un niveau d'aléa hydraulique sur toute la zone d'étude.

Le report de ces zones a été effectué sur fond de plan cadastral au 1 / 5 000.

La cartographie des aléas servira de base au règlement du PPRI.

4. Analyse hydrologique sur le bassin versant de la Mayenne

Cette analyse est essentiellement basée sur la synthèse hydrologique réalisée dans le cadre de l'Atlas des zones inondables de la Mayenne et de ses affluents.

Elle a permis de déterminer le débit de pointe centennal de projet ainsi que les périodes de retour des crues historiques.

4.1 Bilan des données hydrologiques recueillies

4.1.1 Station de jaugeage

Une station de jaugeage est exploitée par la DIREN à Château-Gontier au droit du Vieux Pont depuis janvier 1972. 28 années d'observations sont donc disponibles.

4.1.2 Etudes existantes

Plusieurs dossiers ont déjà traité ces dernières années des débits de crue des cours d'eau du bassin versant de la Mayenne :

- l' "Etude des crises hydrologiques du bassin versant de la Maine" réalisée pour la DIREN Centre et l'EPALA comprend une analyse des débits des cours d'eau formant la Maine dont la Mayenne fait partie. Ce document a été repris en 1999 dans le cadre de l'étude des Plans de Prévention des Risques d'Inondation de Mayenne, de Laval et de Château-Gontier afin de déterminer les débits centennaux de la Mayenne au droit de ces 3 villes ;
- l' "Etude d'inondabilité du bassin de la Jouanne" réalisée en Mai 1998 pour le compte du Syndicat de rivière a permis aussi des estimations de débits par extrapolation des observations réalisées sur la station de jaugeage de Forcé.

De plus, la consultation de la Banque Hydro par l'intermédiaire des services de la DIREN a permis de recueillir les traitements statistiques classiques réalisés sur la station de jaugeage de Château-Gontier ainsi que les hydrogrammes des crues historiques observées.

4.2 Estimation du débit centennal

Les stations de jaugeage du bassin versant de la Mayenne ne dépassent pas 30 ans d'observations. Pour certains points, les chroniques disponibles permettent d'estimer dès à présent des débits de crue de période de retour décennale avec des intervalles de confiance acceptables par simple traitement statistique (ajustement sur une loi de Gumbel dans la plupart des cas).

Par contre, la longueur des séries de données ne permet pas de garantir une précision suffisante pour des évaluations de débits centennaux. La méthode de traitement statistique direct n'est alors plus adaptée.

A l'image de la méthode mise en place pour l' "Etude des crises hydrologiques du bassin versant de la Maine" et de son complément "Détermination des crues centennale et bicentennale à Mayenne, Laval et Château-Gontier, il est proposé d'adopter le mode de calcul des débits centennaux suivant :

- évaluation des débits de pointe décennaux sur les stations de jaugeage de plus de 10 ans d'observations par ajustement statistique,
- évaluation des débits de pointe trentennaux sur les stations de jaugeage de plus de 20 ans d'observations par ajustement statistique,
- calcul du débit de pointe centennal par application de la méthode du Gradex à partir des débits décennaux et trentennaux,

L'application de cette méthodologie à la station de Château-Gontier (bassin versant de 3 906 km²) amène à l'estimation d'un débit centennal de 919 m³/s.

4.3 Crues historiques

4.3.1 Genèse des crues historiques

Les crues historiques connues sur le bassin versant de la Mayenne sont pour la plupart générées par des cumuls pluvieux importants établis pendant plusieurs mois suivis d'un événement plus intense sur quelques jours. Le cumul pluviométrique préalable engendre une saturation des sols très importante qui ne permet plus l'absorption des pluies lors de l'arrivée de l'événement plus intense. Les eaux drainées par le bassin versant rejoignent alors les cours d'eau rapidement pour y générer des débits importants.

Ce régime pluviométrique ainsi que les caractéristiques des bassins versants (faible pente, occupation des sols rurale,...) engendrent des hydrogrammes très "mous" présentant des durées de crues pouvant atteindre plusieurs jours. Parfois, à l'image de la crue de 1995, l'hydrogramme présente plusieurs pointes de crue d'importance équivalente pour un même événement.

4.3.2 Estimation de débits et de période de retour des crues historiques

Peu d'informations sur les crues anciennes subsistent. Le barrage de Pendu qui fait l'objet de relevés de niveaux d'eau depuis 1863 a vu par deux fois une hauteur d'eau supérieure à 2 m en 1880 et en 1930.

Les trois plus grandes crues historiques connues, c'est à dire pour lesquelles des données sont disponibles, sont les suivantes :

- du 25 au 26 octobre 1966,
- du 15 au 17 novembre 1974,
- du 23 au 29 janvier 1995.

La crue de 1966 est la crue historique de plus grande ampleur connue à Château-Gontier.

Du 1^{er} au 25 octobre 1966, il est tombé près de quatre fois la moyenne normale d'octobre (données 1966) avant la crue du 25 au 26 octobre.

A Laval les 23, 24 et 25 octobre il est tombé 90 mm d'eau, les plus fortes précipitations ayant été observées le 24 avec 52 mm tombés en moins de 20 heures.

La pointe de la crue s'est produite le 26 octobre à 4 h 00 du matin, avec une hauteur d'eau maximale de 2.55 mètres d'eau sur le barrage du Pendu.

La crue de 1974 était similaire mais n'a pas dépassé les niveaux de 1966 à Château-Gontier, alors qu'elle les a dépassés à Laval.

La crue de janvier 1995 était de moindre ampleur que celles de 1966 et de 1974 (repères de l'ordre de 0.30 m en dessous de ceux de 1966).

A la station de jaugeage de la Mayenne à Château-Gontier, certaines observations ont permis d'établir les caractéristiques de ces crues. Celles-ci sont récapitulées dans le tableau qui suit.

Rivière	Stations hydrométriques	Surface BV(km ²)	Evaluation de débits en m ³ /s Qp (Période de retour)			
			févr-96	janv-95	nov-74	oct-66
Mayenne	Château-Gontier	3906	490 (10)	670 (45)	770 (65)	800 (70)

Il est important de remarquer que les évaluations de période de retour des crues historiques sont susceptibles de fluctuer au fur et à mesure que les chroniques de débits observés vont s'enrichir. Cette variation risque d'être d'autant plus importante que l'événement hydrologique considéré sera fort donc rare. Toutefois, il peut être considéré comme certain que les crues historiques "connues" ont jusqu'alors une période de retour inférieure à 100 ans. Seul le débit de pointe de la crue de Janvier 1995 sur l'Ernée observé à Vaugeois semble présenter une période de retour proche de 100 ans dans l'état actuel des connaissances de débits.

Les recommandations en terme de prévention contre les inondations demandent de considérer des événements de crue de période de retour supérieure ou égale à 100 ans. Le présent PPRI prend donc en compte le débit centennal de la Mayenne à Château-Gontier.

4.3.3 Conséquences des inondations à Château-Gontier

Les secteurs urbanisés les plus touchés lors de ces crues sont :

- le parc de Saint Fiacre,
- le secteur de la piscine,
- la rue Félix Rigot, la rue de la Harelle et la rue des Trois Moulins,
- l'hôpital,
- l'usine des eaux,
- la station d'épuration,
- les quais Charles de Gaulle, de Verdun et Pasteur

4.4 Service d'annonce des crues

Le Service d'Annonce des Crues est régi par le règlement d'annonce des crues (arrêté préfectoral n°97-01101 du 5 février 1997). Il ne concerne que le bassin supérieur de la Mayenne. Six observateurs transmettent à des fréquences données des hauteurs d'eau enregistrées aux échelles de crue.

Les six stations hydrométriques d'observation sont situées :

- à la Boutrouillère,
- à Ambloux,
- au barrage de Mayenne,
- au pont d'Andouillé,
- au barrage de Laval,
- au barrage de Pendu à Château-Gontier.

Trois stades définissent les fréquences relevées :

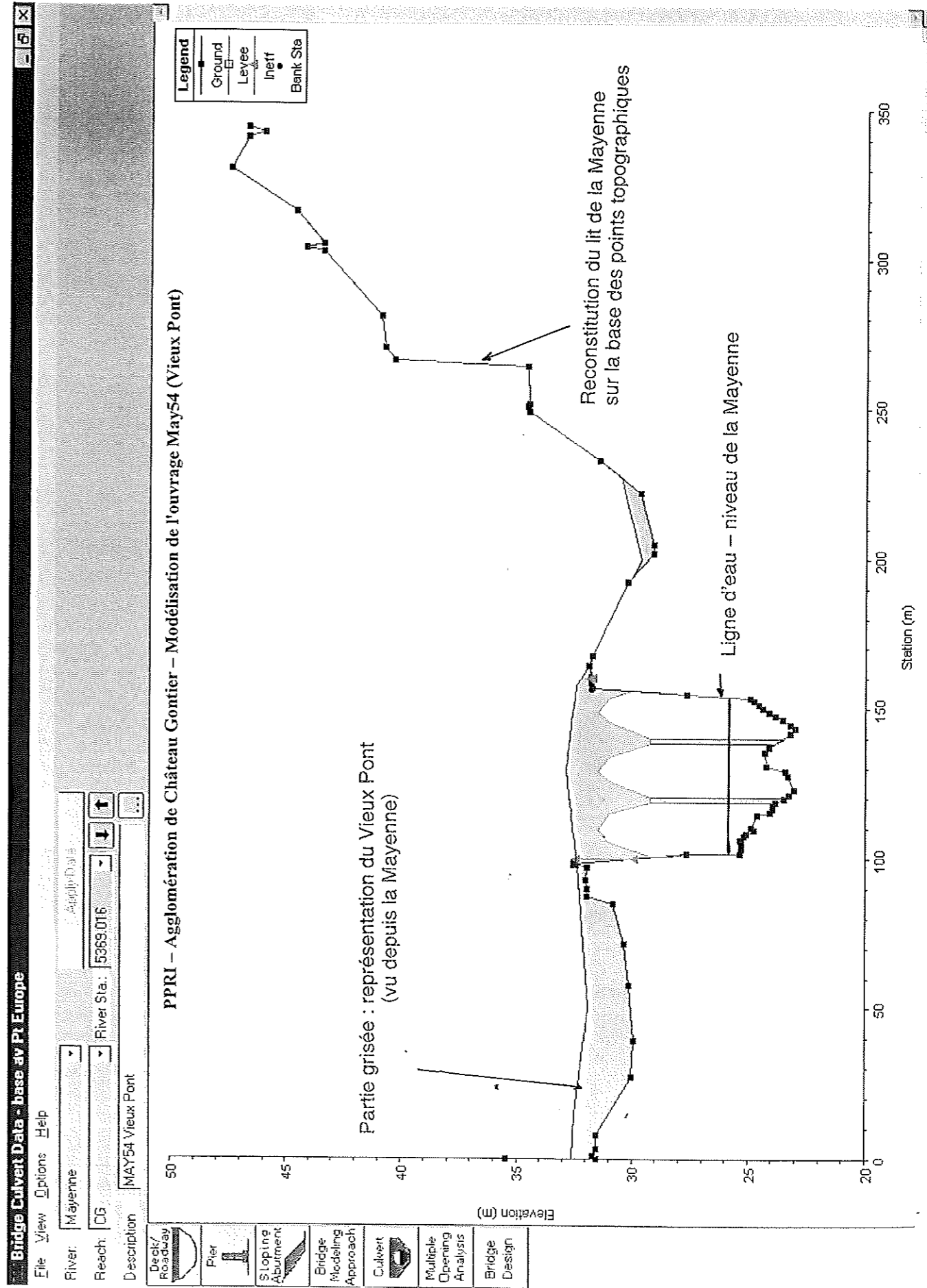
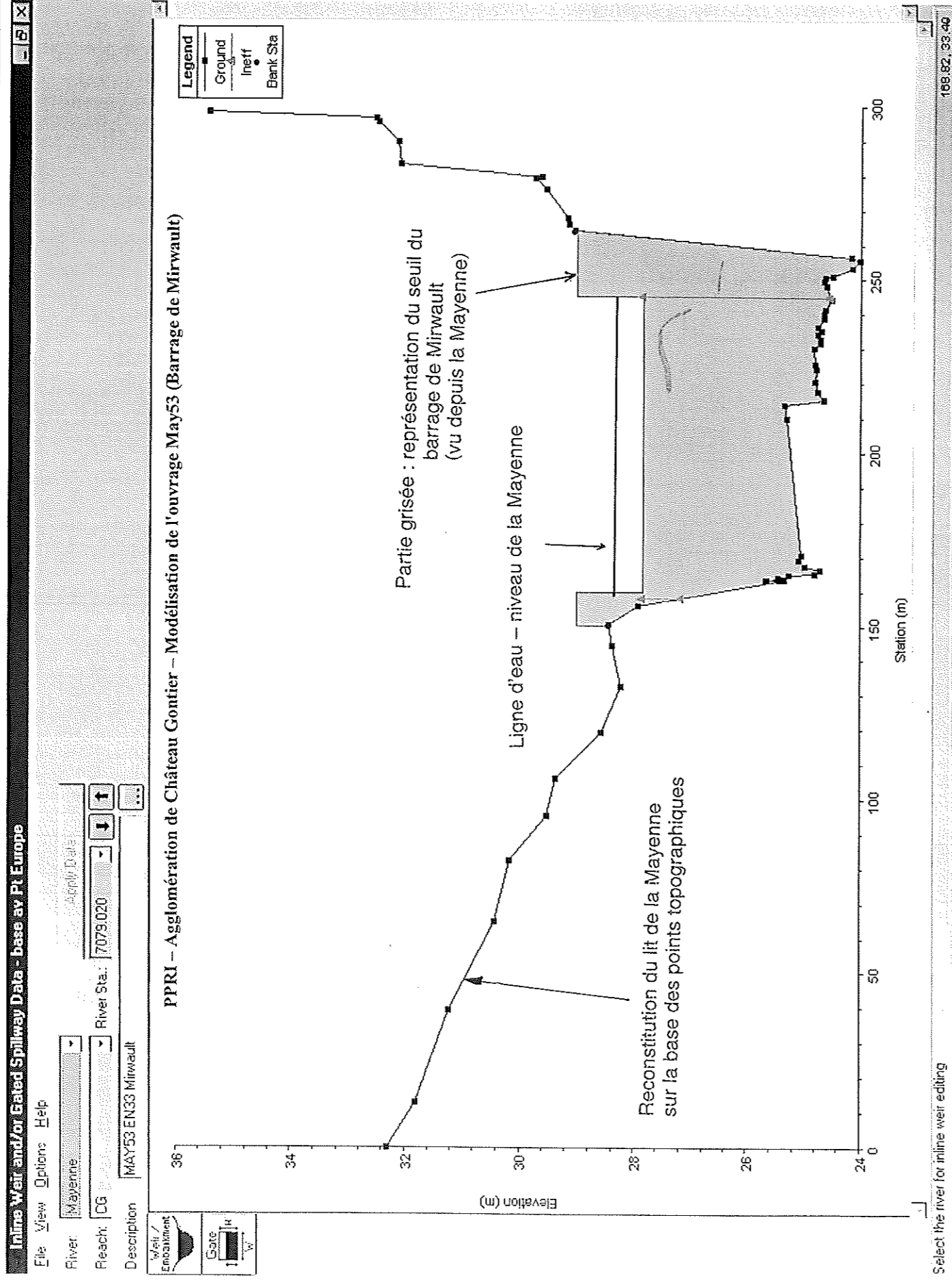
- la vigilance,
- la pré-alerte,
- l'alerte.

La vigilance est mise en place en fonction de paramètres météorologiques et des critères tels que la situation hydraulique de la rivière et la saturation des sols. Au stade de la pré-alerte, la Préfecture alerte la Gendarmerie Nationale. Celle-ci informe alors l'ensemble des maires riverains de la rivière. Ils doivent alors avertir les administrés

susceptibles d'être concernés par les inondations et prendre toutes les mesures de sauvegarde des biens et des personnes. Un message est mis à jour régulièrement sur la messagerie de la Préfecture pour permettre de suivre l'évolution de la crue.

Le S.A.C. a avant tout un rôle d'information.

Profils en travers des ouvrages May 53 (Barrage de Mirwault) et May 54 (Vieux Pont) intégrés sous HEC-RAS



5. Calage et validation du modèle

5.1 Données topographiques

La morphologie de la rivière a été caractérisée par des levés topographiques (bathymétrie) en lit mineur à raison de un profil tous les 150 m environ dans les zones sensibles et un profil tous les 300 m dans les zones moins sensibles.

La topographie du lit majeur en zone sensible est issue d'une restitution par photogrammétrie présentant une précision de 0.20 m. En zone moins sensible le lit majeur a fait l'objet d'un levé topographique terrestre à raison de un profil tous les 300 m.

Les caractéristiques géométriques et altimétriques des différents ouvrages hydrauliques (ponts et barrages) ont été fournies par la DDE.

5.2 Construction du modèle

Le modèle du fonctionnement hydraulique de la rivière a été construit avec le logiciel HEC-RAS à partir des données topographiques recueillies sur les sections naturelles et les ouvrages hydrauliques ainsi que les données hydrologiques recueillies.

D'abord, chaque profil en travers des lits mineur et majeur levés a été intégré au modèle. Ces profils ont ensuite été assemblés en interpolant les profils intermédiaires à raison d'un profil tous les 20 m à l'aide du logiciel HEC-RAS qui dispose d'un module permettant de réaliser cette interpolation. A chacun des profils interpolés ont été associés trois coefficients de Manning : un pour le lit mineur, un pour le lit majeur rive gauche et un pour le lit majeur rive droite, évalués a priori à partir de l'occupation et de la nature des sols (prairies cultures, surfaces imperméabilisées, ...). Ces coefficients servent par la suite au calage et à la validation du modèle.

Ensuite, les caractéristiques géométriques des différents ouvrages hydrauliques ont été intégrés au modèle : forme des piles et de la couverture pour les ponts ; profil en travers pour les barrages. Le schéma ci-contre donne un exemple de rendu obtenu sous HEC-RAS pour deux des ouvrages concernés. A chacune de ces caractéristiques ont été associées des paramètres caractéristiques (coefficients de débit pour les couvertures de pont et les barrages, coefficients de forme et de traînée pour les piles de pont) qui servent par la suite au calage et à la validation du modèle.

5.3 Calage du modèle

Le comportement hydraulique du modèle est adapté par calage des coefficients de Manning des lits majeur (rives droite et gauche) et mineur et des coefficients caractéristiques des ouvrages (coefficients de débit, forme et traînée) afin de retrouver les conditions observées pour **la crue historique la plus importante connue d'octobre 1966**.

Le Pont de l'Europe ayant été construit en 1974, il n'a pas été intégré dans le modèle pour le calage sur la crue de 1966. Ses pertes de charge ont été calées sur la crue de 1995 car il était en cours de construction lors de la crue de 1974.

Le profil en long fourni en annexe 2 de la présente notice représente la ligne d'eau calculée pour la crue d'octobre 1966 et les repères de crue recensés pour cette crue sur la zone d'étude. La ligne d'eau calculée est calée avec une précision de 0.30 m sur l'ensemble du modèle. Le tableau ci-dessous met en évidence les écarts entre les cotes issues de la simulation et les repères de crue recensés :

N° de repère	Repère de crue (m IGN69)	Niveau calculé (m IGN69)	Ecart Simulation / repères (cm)
1	30.38	30.53	15
2	30.43	30.24	-19
3	30.28	30.18	-10
4	29.84	29.93	9
5	29.81	29.92	11
6	29.83	29.89	6
7	29.68	29.63	-5
8	29.75	29.57	-18
9	29.67	29.56	-11
10	29.62	29.51	-11
11	29.28	29.49	21
12	29.22	29.35	13
13	29.32	29.22	-10
14	28.43	28.72	29
15	28.27	28.58	31
16	27.81	27.75	-6

5.4 Validation du modèle

Le modèle a ensuite été soumis au débit de pointe de la crue de 1974 pour laquelle 8 repères de crue ont été recensés. Le profil en long fourni en annexe 3 de la présente notice représente la ligne d'eau calculée pour la crue de novembre 1974 et les repères de crue recensés pour cette crue sur la zone d'étude. Ce graphique met en évidence que la ligne d'eau est validée avec une précision de l'ordre de 20 à 30 cm, excepté pour les repères de crue n° 1 et 7, pour lesquels les résultats de la simulation sont supérieurs de 40 cm environ. Cela peut s'expliquer par des particularités locales (vitesse d'écoulement forte, zone relativement isolée) qui impliquent un niveau d'eau différent au droit du repère par rapport au lit mineur.

Le tableau ci-dessous met en évidence les écarts entre les cotes issues de la simulation et les repères de crue recensés :

N° de repère	Repères de crue (m IGN69)	Niveau calculé (m IGN69)	Ecart absolu Simulation / repères (cm)
1	30.16	30.59	43
2	30.26	30.33	7
3	29.98	30.27	29
4	29.19	29.43	24
5	29.12	29.28	16
6	29.27	29.16	-11
7	28.23	28.65	42
8	27.75	27.7	-5

6. Modélisation de la crue centennale

6.1 Analyse de la crue centennale

Les niveaux de crue centennaux calculés sont supérieurs de 0.30 à 0.60 m à ceux calculés pour la crue historique de octobre 1966.

Les niveaux centennaux calculés par modélisation sont cohérents avec ceux estimés dans l'Atlas des zones inondables de la Mayenne, voire quasiment identiques dans les zones où ont été recensés un grand nombre de repères de crue (± 5 cm sur le centre de l'agglomération, 0.40 m en dessous en amont de l'écluse de Mirvault, 0.60 m au-dessus en aval de l'écluse de Pendu).

La variation de zone inondable correspondante est significative dans les fonds de vallée peu encaissés comme en sortie de l'agglomération.

Le graphique fourni en annexe 4 représente la ligne d'eau calculée pour la crue centennale.

6.2 Précision des évaluations hydrauliques

Sur les secteurs les plus urbanisés ayant fait l'objet d'un relevé topographique par photogrammétrie, la précision altimétrique des cotes du terrain naturel est de l'ordre de 0.20 mètre.

Sur les secteurs moins sensibles où seuls des profils en travers terrestres tous les 300 m environ ont été levés, les zones de classes de hauteur ont été établies au droit des profils et ont été extrapolées entre ces profils.

Le calcul hydraulique permettant le calage de la zone inondable présente une incertitude de 0.15 mètre. De même, le calcul de la cote de la crue centennale présente une incertitude de 0.15 mètre.

Compte-tenu des ces éléments, la niveau proposé pour la crue centennale s'entend avec un écart au plus égal à 0.50 mètre.

C'est donc cette valeur qui est retenue en tant que marge de sécurité applicable aux divers modes d'occupation du sol autorisés dans les zones rouges et bleues définies au document réglementaire.

7. Cartographie des zones inondables

7.1 Cartes des aléas

La cartographie des zones d'aléa est réalisée sur fonds de plan cadastral au 1 / 5 000 dans les zones moins sensibles. La cartographie fait apparaître :

- la limite de zone inondable en orange,
- la zone d'aléa très fort correspondant essentiellement à la zone de grand écoulement de la rivière (lit mineur) présentant des hauteurs de submersion supérieures à 1 m et de fortes vitesses en rouge,
- la zone d'aléa fort (hauteur de submersion supérieure à 1 m ou vitesse forte) en orange,
- la zone d'aléa moyen en jaune,
- la zone de faible aléa (hauteur de submersion inférieure à 0.50 m et vitesse d'écoulement faible) en vert,

Pour chacun des profils en travers sont indiqués :

- La cote d'eau pour la crue centennale (en mètres IGN 69),
- La cote du point bas de référence (en mètres IGN69) qui correspond à la cote du point le plus bas du profil en travers considéré,
- La vitesse calculée au droit de la rive gauche (en mètres par seconde),
- La vitesse calculée au droit du lit mineur (en mètres par seconde),
- La vitesse calculée au droit de la rive droite (en mètres par seconde).

7.2 Caractéristiques des zones inondables

La superficie totale de la commune de Château-Gontier est de 2590 ha. Or, la cartographie de la zone inondable pour la crue centennale fait apparaître que :

- La superficie du lit mineur sur la commune de Château-Gontier est de 20 ha environ, ce qui représente 0.8 % de la superficie de la commune,
- **La superficie totale de la zone inondable, lit mineur inclus, sur la commune de Château-Gontier est de 60 ha environ, ce qui représente 2.3 % de la superficie de la commune.**

La superficie totale de la commune de Azé est de 2982 ha. Or, la cartographie de la zone inondable pour la crue centennale fait apparaître que :

- La superficie du lit mineur sur la commune de Azé est de 27 ha environ, ce qui représente 0.9 % de la superficie de la commune,
- **La superficie totale de la zone inondable, lit mineur inclus, sur la commune de Azé est de 100 ha environ, ce qui représente 3.3 % de la superficie de la commune.**

Pour les autres communes, compte-tenu du faible linéaire dans la zone d'étude, il n'a pas été procédé au calcul de ratios similaires.

Le tronçon étudié peut être découpé en plusieurs zones suivant les caractéristiques de la zone inondable :

- au nord de l'agglomération,
- entre le barrage de Mirwault et le Vieux Pont,
- du Vieux Pont au pont SNCF,
- du Pont SNCF au ruisseau du Souveron,
- du ruisseau du Souveron au barrage de la Petite Bavouze.

7.2.1 Tronçon au nord de l'agglomération

Le champ d'inondation relativement étendu (largeur moyenne de l'ordre de 200 m) concerne essentiellement des prairies inondables.

Les coteaux bien marqués impliquent une faible variation de zone inondée entre la crue historique de 1966 et la crue centennale.

7.2.2 Tronçon entre le barrage de Mirwault et le Vieux Pont

Ce tronçon marque l'entrée dans l'agglomération : les rives sont plus urbanisées.

Plusieurs équipements sont situés en zone inondable :

- l'usine des eaux en rive droite,
- la piscine et le club nautique en rive gauche.

Certains secteurs urbanisés du vieux centre ville sont situés dans des dépressions. Ils sont ainsi soumis au risque inondation par défaut d'évacuation des réseaux d'eaux pluviales.

Les rues les plus sensibles sont :

- la rue de la Harelle et la rue des Trois Moulins en rive droite,
- la ruelle Brunessac en rive gauche.

Le Vieux Pont correspond au passage le plus étroit de la rivière où les vitesses sont ainsi plus fortes. Les pertes de charge au droit de l'ouvrage sont importantes (de l'ordre de 0.30 m).

7.2.3 Tronçon entre le Vieux Pont et le pont SNCF

Ce tronçon se caractérise par un vaste champ d'inondation situé en rive gauche.

Le secteur du parc Saint Fiacre a fait l'objet de travaux de remblaiement au cours des années 1972 – 1973. Ces travaux ont eu pour effet de diminuer localement les hauteurs d'eau de submersion mais également le champ d'expansion des crues, facteur aggravant des inondations en amont.

La rocade récente de Château Gontier (avenue Georges Pompidou) réalisée en 1974 franchit la Mayenne par le pont de l'Europe. Le remblai routier situé dans le champ d'expansion des crues constitue un obstacle à l'écoulement des eaux.

En aval du Pont de l'Europe le champ d'inondation a peu subi de transformation constituant un obstacle à l'écoulement des crues. Le développement de l'urbanisation en limite du champ d'inondation devra cependant faire l'objet d'une attention particulière dans le règlement.

Ce tronçon est marqué par la bifurcation de l'axe d'écoulement de la Mayenne côté rive gauche dans la direction ouest – est.

7.2.4 Tronçon entre le Pont SNCF et le ruisseau du Souveron

Le champ d'inondation se rétrécit de nouveau. Les rives sont de moins en moins urbanisées.

Deux points sensibles cependant sont concernés par le champ d'inondation : la station d'épuration en rive droite et la rue du Port en rive gauche sur la commune d'Azé.

7.2.5 Tronçon entre le ruisseau du Souveron et le barrage de la Petite Bavouze

La Mayenne reprend un cours nord-sud. Ses rives sont peu urbanisées. Les hameaux présents à proximité en rive droite sont situés sur le coteau à une altitude assez élevée pour ne pas être concernés par le champ d'inondation.

8. Cartographie de l'enjeu

Afin de réaliser la cartographie du risque qui servira de support au règlement du Plan de Prévention des Risques d'Inondations, un découpage de l'enjeu a été réalisé. Ce découpage sert d'interface avec la carte d'aléa pour déterminer le plan de zonage réglementaire, préciser le contenu du règlement, et un certain nombre de recommandations sur les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

Les enjeux identifiés sont divisés en trois catégories :

- **Les zones d'expansion de crue à préserver** qui intègrent les boisements, les friches, les zones agricoles (cultures, prairies, bâtiments liés à l'exploitation), les terrains de sport et de camping ainsi que les aires de stationnement ;
- **Les centres urbains** qui sont constitués par les zones urbaines denses présentant une continuité du bâti et une mixité des usages ;
- **Les autres secteurs urbanisés** qui sont constitués par les zones urbaines périphériques à vocation résidentielle ou d'activité.

9. Bibliographie

Délimitation des zones inondables le long de la rivière « la Mayenne » à Château Gontier ; Préfecture de la Mayenne – Direction Départementale de l'Équipement de la Mayenne, ANTEA ; juillet 1995

Atlas des zones inondables de la Mayenne et de ses affluents ; Préfecture de la Mayenne – Direction Départementale de l'Équipement de la Mayenne, SCE ; octobre 2000

Étude des crises hydrologiques du bassin versant de la Maine - notice de synthèse ; Etablissement Public d'aménagement de la Loire et de ses Affluents – Direction Régionale de l'Environnement Centre service de bassin Loire Bretagne, Compagnie Nationale du Rhône ; Mars 1999

Étude des crises hydrologiques du bassin versant de la Maine – Détermination des crues centennale et bi-centennale à Mayenne, Laval et Château Gontier ; Etablissement Public d'aménagement de la Loire et de ses Affluents – Direction Régionale de l'Environnement Centre service de bassin Loire Bretagne, Compagnie Nationale du Rhône ; Février 1999

Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles (PPR), Guide général ; Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement – Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement ; La Documentation Française ; 1997

Plans de Prévention des Risques naturels (PPR), Risques d'inondation, Guide méthodologique ; Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement – Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement ; La Documentation Française ; 1999

Plan d'Annonce des crues, règlement départemental du bassin supérieur de la Mayenne ; Préfecture de la Mayenne ; février 1997

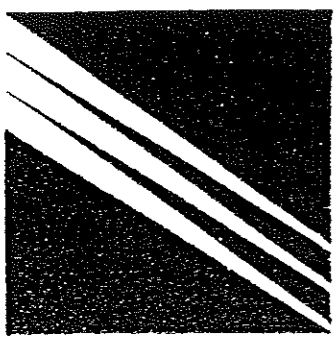
PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

ANNEXES

PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

ANNEXE 1

Schémas des ponts fournis par la DDE



→ MAY 54 (28/10/1992)

DEPARTEMENT DE LA MAYENNE

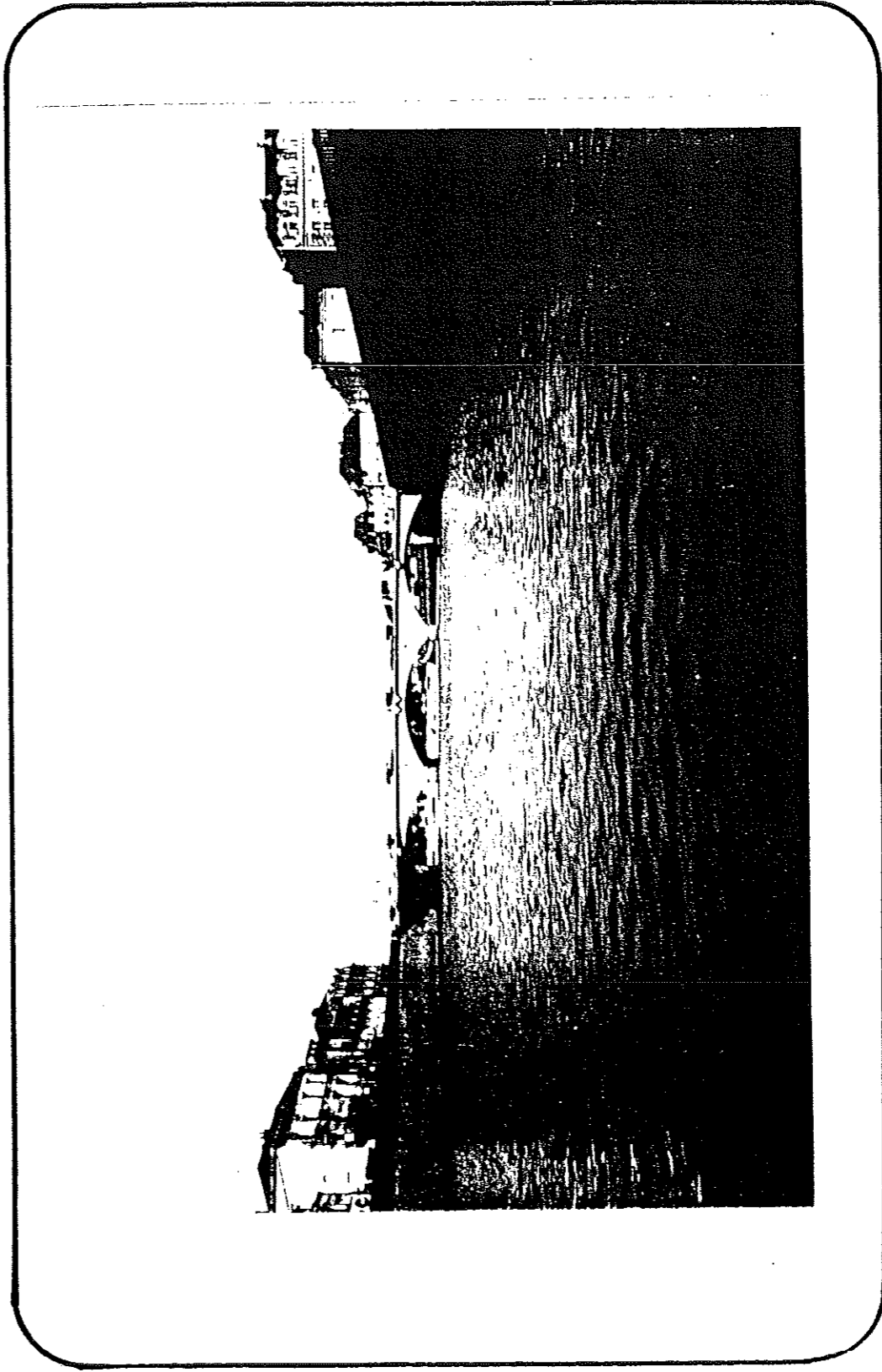
DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

SERVICE DES ROUTES

Cellule Départementale Ouvrages d'Art

_____ P.R. 9+650

Vieux Pont de CHATEAU-GONTIER
sur la riviere "la Mayenne"



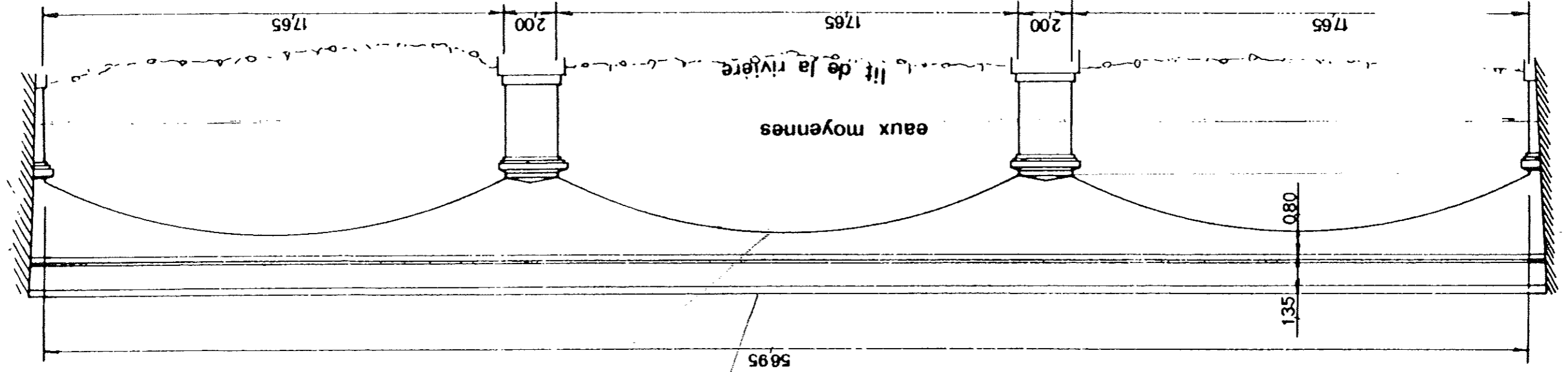
VISITE D'INSPECTION DETAILLEE

9 Octobre 1992

PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

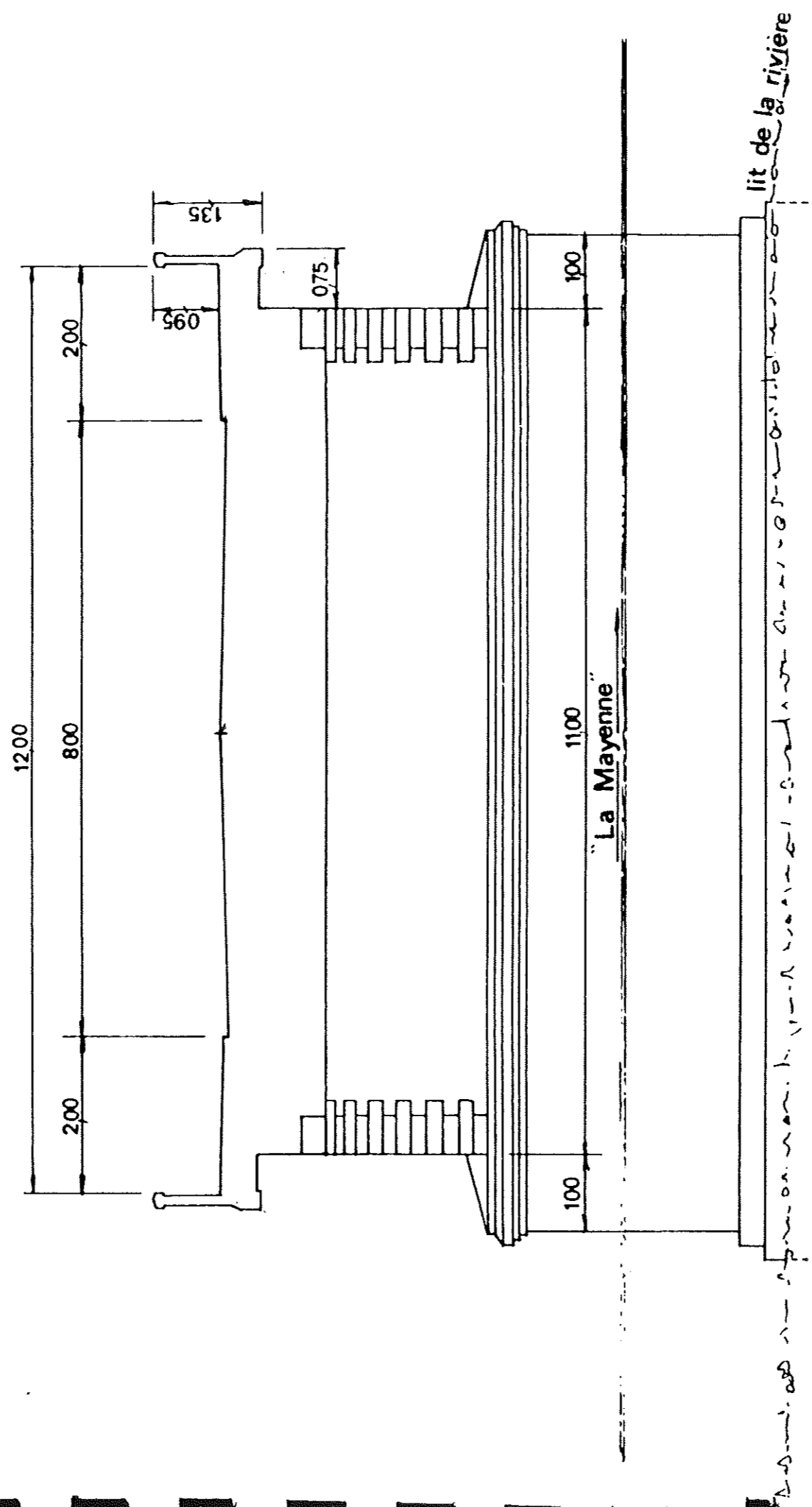
VIEUX PONT DE CHATEAU - GONTIER

B.3 - Élévation Amont



PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

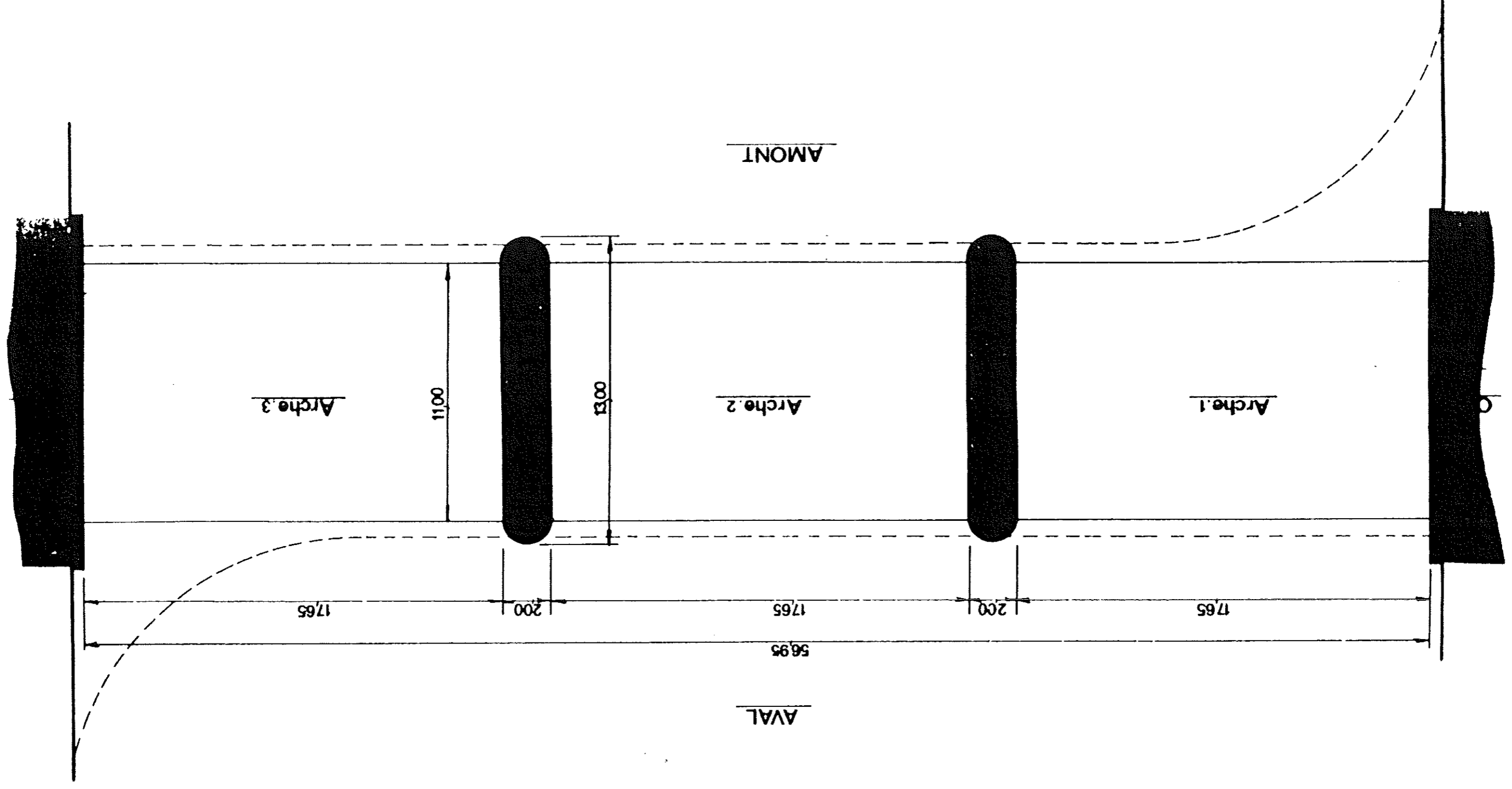
B.4_Coupe transversale en clef de vouûte



PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

0

B.5 - Schéma de numérotation de l'ouvrage



PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

Ech: 1/250

DEPARTEMENT DE LA MAYENNE

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT

SERVICES DES ROUTES

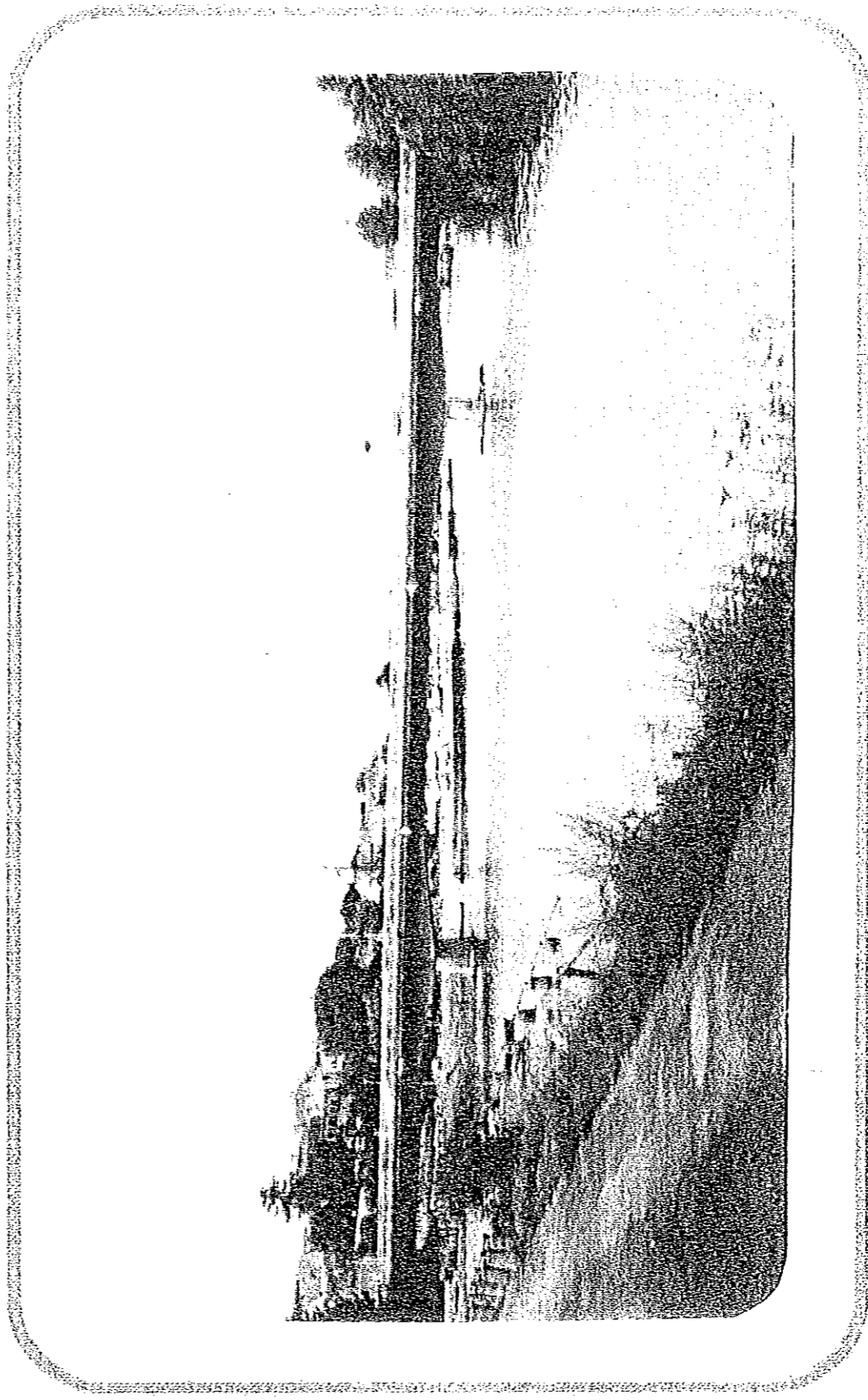
Cellule Départementale Ouvrages d'art

→ NAM 55 (25/06/2011)

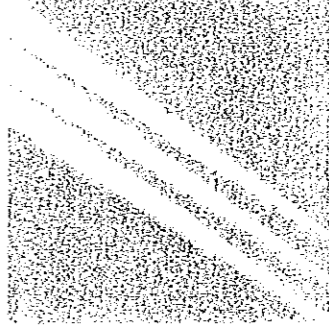
R.N. 162 P.R. 9+140 à 9+245

PONT de L'EUROPE

sur la rivière "La Mayenne"



VISITE D'INSPECTION DETAILLEE
le 3 Juin 1996



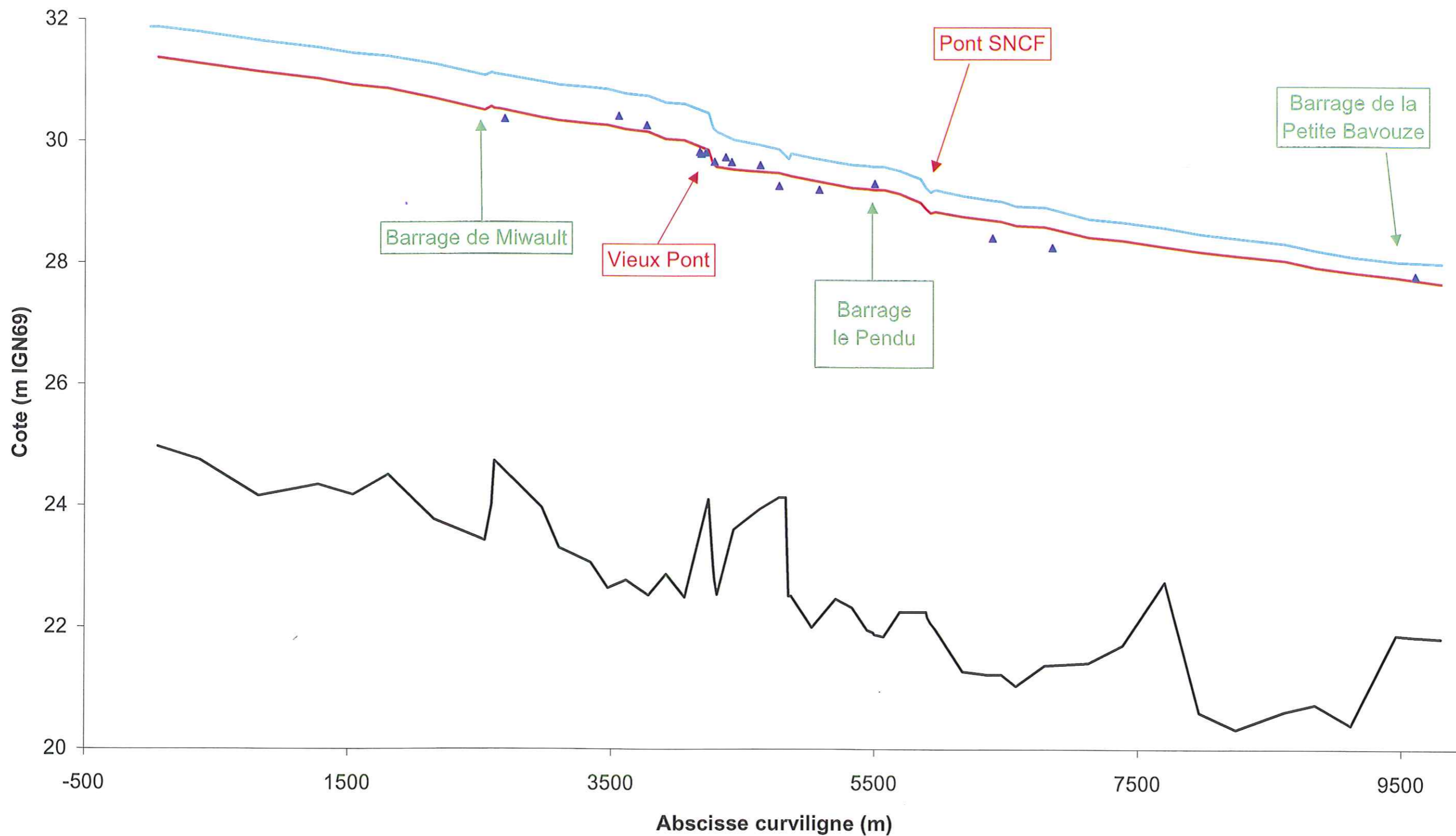
PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

ANNEXE 2

Calage du modèle : Simulation de la crue d'octobre 1966

Calage du modèle : Simulation de la crue d'octobre 1966

▲ Repères de la crue de 1966 — Ligne d'eau de la crue de 1966 — Talweg — Ligne d'eau de la crue centennale

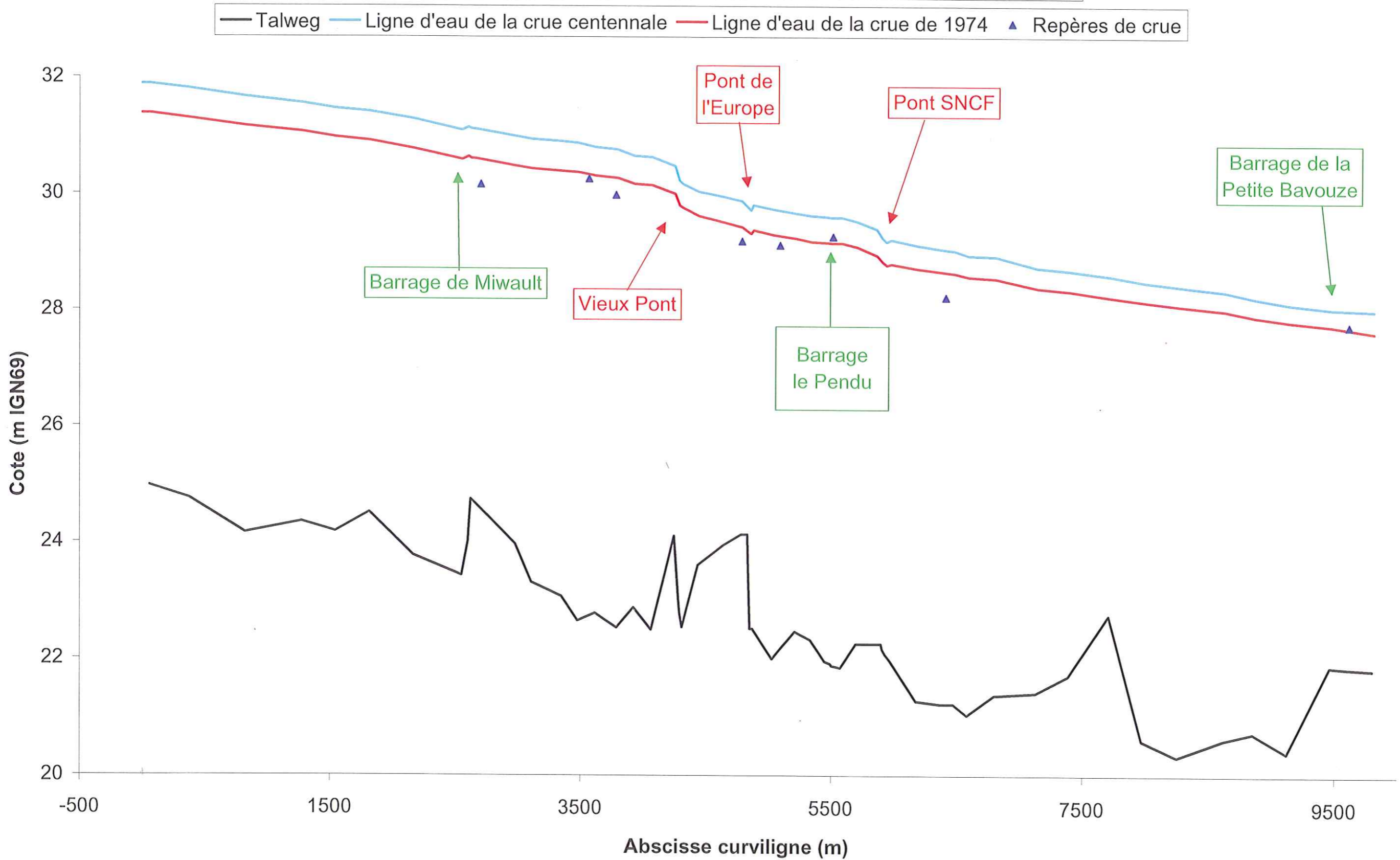


ANNEXE 3

Validation du modèle : Simulation de la crue de novembre 1974

Validation du modèle : Simulation de la crue de novembre 1974

PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003

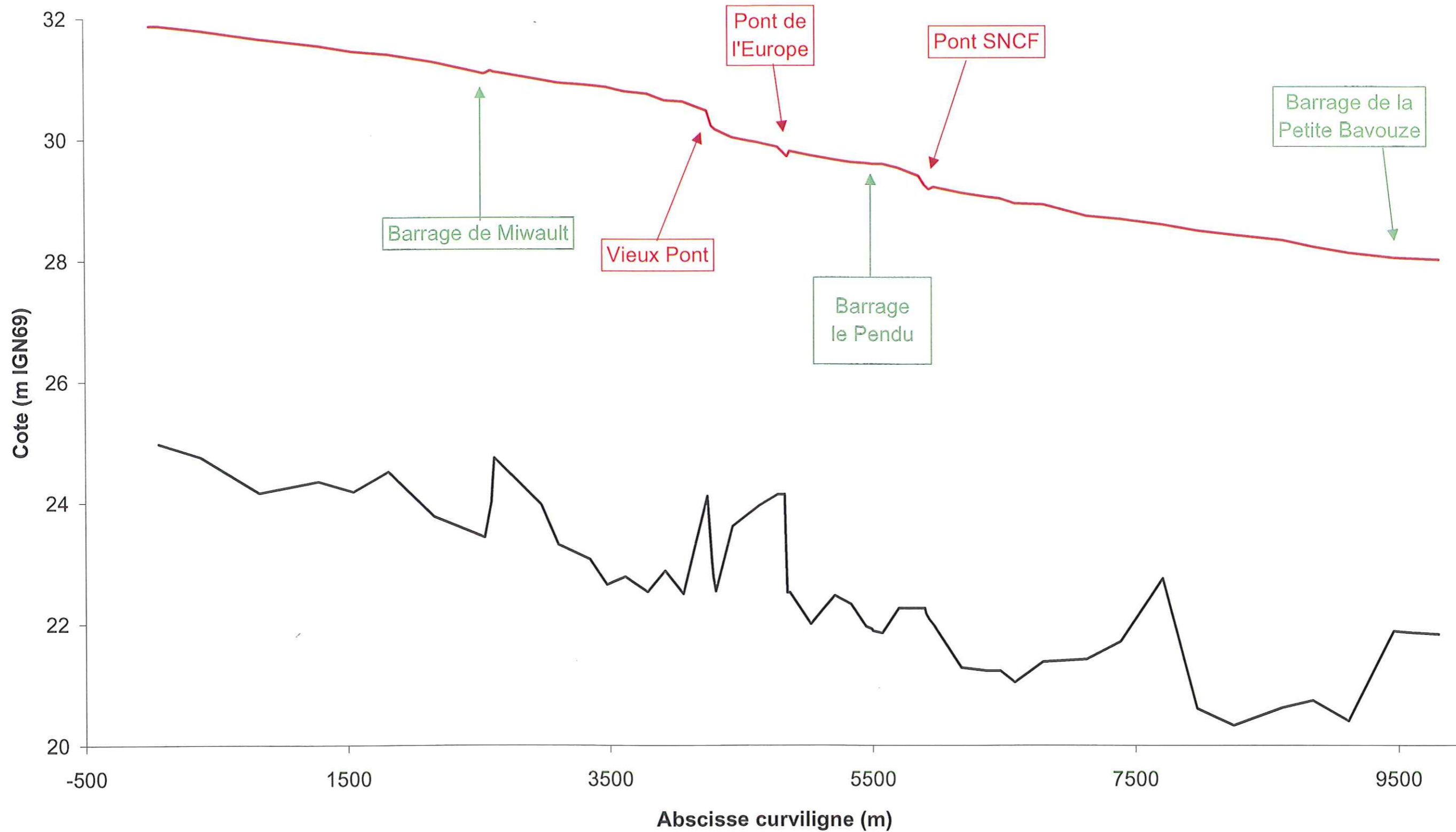


ANNEXE 4

Simulation de la crue centennale

Simulation de la crue centennale

PPR approuvé par
arrêté préfectoral
du 29 OCT. 2003



PPRI – Agglomération de Château Gontier : Vue en plan du tronçon modélisé

