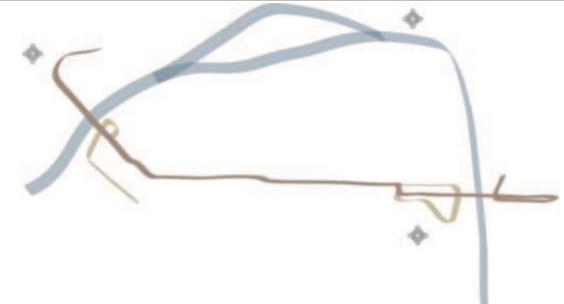


Maître d'ouvrage  	
---	--

**Réalisation des ouvrages d'art et de l'intégration paysagère du contournement de BEYNAC**  
Routes départementales n°49,53 et 703

Maître d'œuvre



SAMUEL CRAQUELIN  
Architecte Paysagiste



Emetteur :  	<p><b>ETUDE HYDRAULIQUE DU PROJET DE CONTOURNEMENT DE BEYNAC</b></p>
---	--

**Suivi des indices**

Indice	Date	Modifications	Vérfifié par	Vérfifié par	Validé par		
A	20/05/2016	Première émission	GDD	GDD	GDD		
B	09/08/2016	Avec l'état actuel	GDD	GDD	GDD		
C	31/08/2016	Etude de l'incidence hydraulique du projet	GDD	BST	BST		
D	23/09/2016	Complété suite à la réunion du 06/09/16	GDD	BST	BST		
E	07/10/2016	Avec incidence sans ouvrages de décharge	GDD	BST	BST		
F	09/11/2016	Sans ouvrage sous la voie ferrée	GDD	BST	BST		
Opération	Emetteur	Phase	Domaine	Ouvrage	Nature	Numéro	Indice
BEYNAC	HYD	EP	HYD	CO	NDC	004000	F

**TABLE DES MATIERES**

1	OBJET DE LA NOTE .....	3
2	INTRODUCTION.....	4
2.1	Rappel du cadre de l'étude.....	4
2.2	Construction et calage du modèle.....	4
2.3	Les données du PPRI de la Dordogne.....	10
2.4	Simulation de la crue centennale et PPRI.....	12
3	JUSTIFICATION DES DIFFERENCES ENTRE PPRI ET CALCUL HYDRAULIQUE AVEC LE MODELE .....	14
3.1	Synthèse.....	19
4	CONSEQUENCE POUR L'ETUDE D'IMPACT HYDRAULIQUE.....	20
4.1	Franchissement du Fayrac.....	21
4.2	Franchissement du Pech.....	21
4.3	Conclusion .....	22
5	CONSEQUENCE SUR L'ENJEU SITUE EN BORD DE DORDOGNE AU LIEU DIT LE PECH .....	23
5.1	Rappel des résultats de l'étude hydratec.....	24
5.2	Conséquence sur la base de la cote du PPRI .....	25

## 1 OBJET DE LA NOTE

La note a pour objet de répondre aux questions suivantes :

- *Les cotes de crues centennales prises en compte ne sont pas celles du PPRI approuvé. (Pech: 66.52 NGF au lieu de 67.15 NGF et à Fayrac 68.93 NGF au lieu de 68.75 mNGF).*
- *En conséquence, un nouveau calcul doit être mené avec les valeurs réglementaires du PPRI et démontrer l'incidence du projet sur les niveaux des crues.*

La note s'organise de la façon suivante :

Elle commence par rappeler de quelle manière a été construit et calé le modèle de simulation de la Dordogne.

Elle rappelle ensuite les données contenues dans le PPRI.

Elle précise ensuite les points communs et les différences entre modélisation et modalité de définition de la ligne d'eau du PPRI.

Elle justifie les écarts en montrant leur origine.

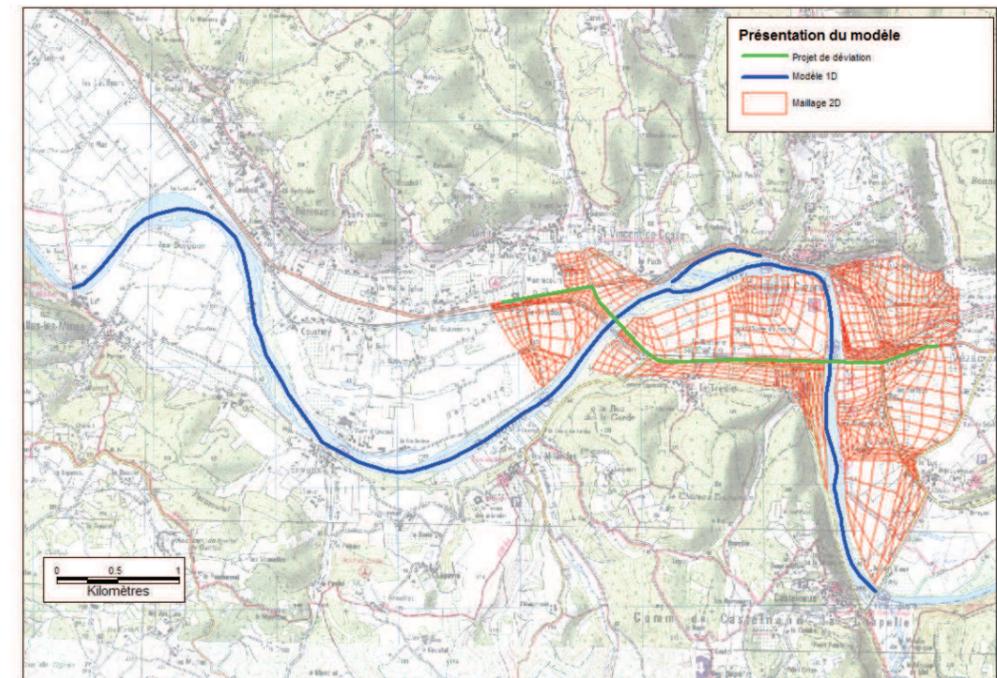
Elle analyse ensuite les ouvrages de franchissement au regard des cotes du PPRI, ainsi que la sollicitation de l'enjeu situé en rive droite en amont du futur pont du Pech.

## 2 INTRODUCTION

### 2.1 RAPPEL DU CADRE DE L'ETUDE

Dans le cadre de la réalisation du contournement de Beynac-et-Cazenac par le Conseil Départemental de la Dordogne, sur une longueur de 3,5 km environ, setec hydratec a réalisé une étude d'impact hydraulique du projet dans la vallée de la Dordogne décrivant le comportement de la rivière dans l'état actuel et dans l'état aménagé.

Cette étude a été effectuée à l'aide d'une modélisation numérique des écoulements de crue dans la vallée entre le franchissement de la RD57 à Vézac et le pont situé au droit d'Allas-les-Mines, soit un linéaire total de 11 km environ.



Ce modèle a été construit sous Hydrariv, le logiciel de simulation hydraulique développé et commercialisé par hydratec.

### 2.2 CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

Les données utilisées pour construire et caler le modèle comprennent :

- Les données topographiques et les observations de terrain recueillies lors de l'étude hydraulique conduite par le LCHF en 1988,

- complétées par des levés de profils en travers et bathymétriques de la Dordogne (SOTEC-PLANS en mai 2016) et par des investigations de terrain réalisées par setec hydratec auprès des riverains en mai 2016 dans le but de disposer de nouveaux repères de crues le long du tronçon étudié de la Dordogne.
- Les débits caractérisant le régime en crue de la Dordogne, principalement tirés des mesures et analyses à la station hydrométrique jaugée de Cénac,

Le modèle a été calé sur des niveaux d'eau observés lors des crues de 1944 et 1952. Ils sont rappelés dans le tableau ci-après :

Numéro du repère	Cote d'eau Observée (m NGF)	Date de la crue concernée	Origine du repère
1	69,62	1944	Etude de 1988
2	69,6	1944	Etude de 1988
3	68,53	1944	Etude de 1988
4	68,36	1944	Etude de 1988
5	68,07	1944	Etude de 1988
6	67,63	1944	Etude de 2016
7	65,44	1944	Etude de 1988
8	65,36	1944	Etude de 1988
9	65,36	1944	Etude de 1988
10	65,13	1944	Etude de 1988
11	65,21	1944	Etude de 1988
12	65,27	1944	Etude de 1988
13	64,3	1944	Etude de 1988
14	69,48	1952	Etude de 2016
17	68,35	1952	Etude de 1988
18	67,94	1952	Etude de 1988
19	65,3	1952	Etude de 1988
21	65,04	1952	Etude de 1988
22	64,25	1952	Etude de 1988
23	64,10	1952	Etude de 1988

Tableau 1: Repères de crue de 1944 et 1952 dans la zone d'étude

**Remarque 1 :** les laisses de crue recensées durant l'étude de 2016 ont été identifiées par Hydratec et levées par le cabinet de géomètres experts AGEFAUR.

**Remarque 2 :** les niveaux d'eau en vert figurant dans le rapport LCHF ont été jugés anormalement bas par rapport aux niveaux voisins pour le calage du modèle. Ils ont été supprimés des valeurs objectifs du calage.

Les débits maximaux de la Dordogne des crues de 1944 et 1952 à la station hydrologique de Cénac et en tête du modèle sont indiqués ci-après.

Date de la crue	Débit de pointe à la station de Cénac	Débit de pointe en tête du modèle	Période de retour estimée
01/12/1944	2290 m <sup>3</sup> /s	2427 m <sup>3</sup> /s	50 ans
01/12/1952	1970 m <sup>3</sup> /s	2088 m <sup>3</sup> /s	20 ans

Tableau 2 : Débits de pointe des crues historiques de la Dordogne

Remarque : les débits en tête du modèle sont déduits de ceux de Cénac avec la formule de Meyer.

Les lignes d'eau obtenues après calage sont rappelées ci-après :

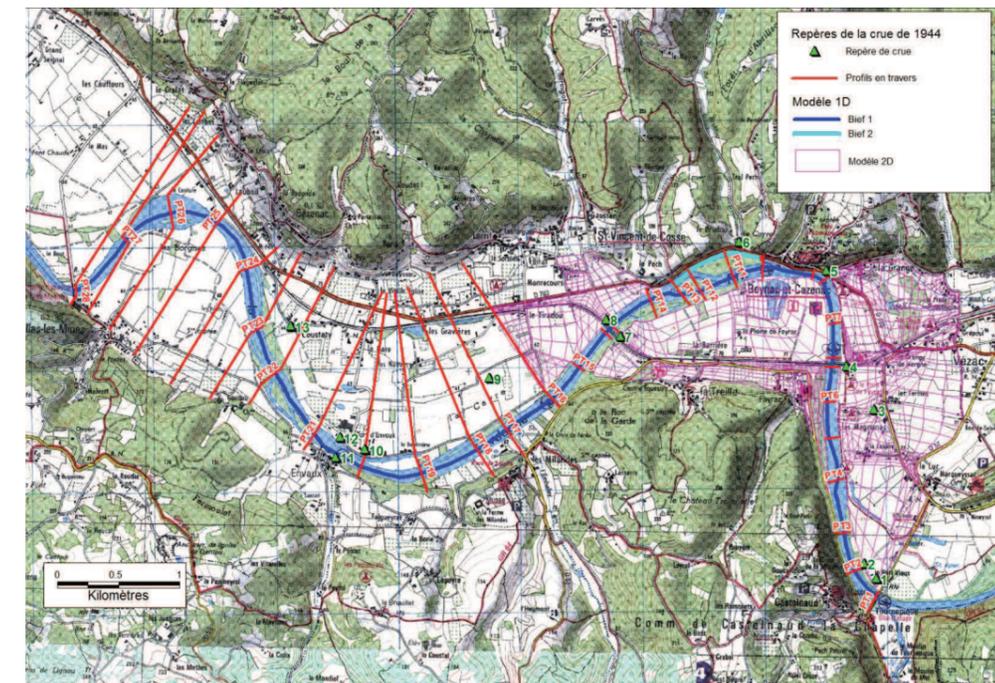


Figure 2 : Localisation des repères de la crue de 1944

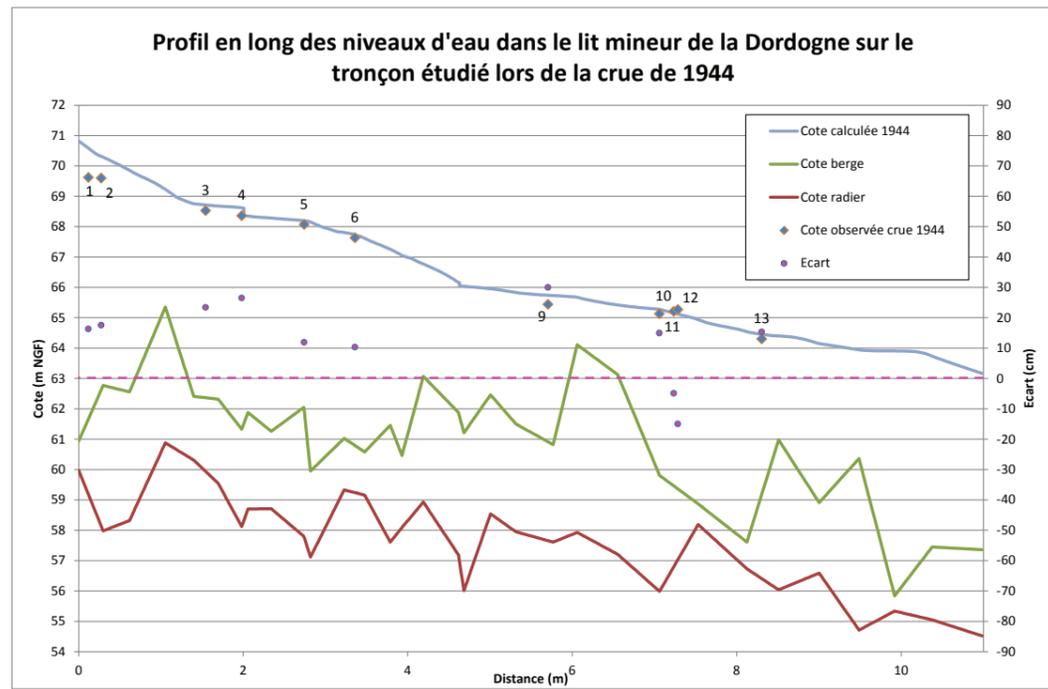


Figure 3 : Profil en long des niveaux d'eau dans le lit mineur de la Dordogne sur le tronçon étudié lors de la crue de 1944

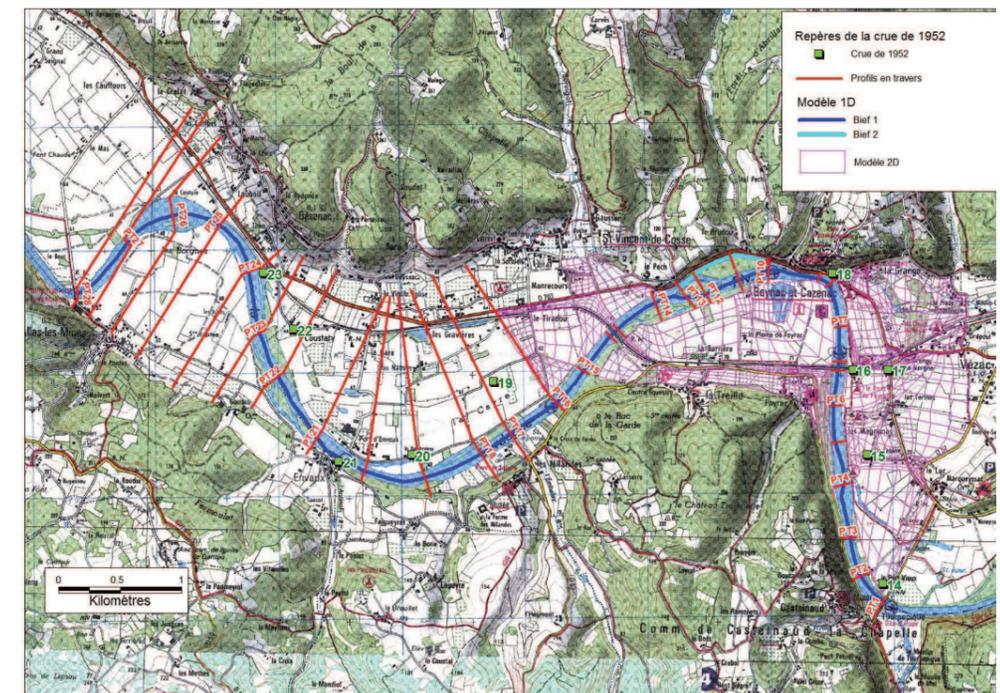


Figure 4 : Localisation des repères de la crue de 1952

Les niveaux d'eau calculés avec le modèle pour la crue de 1944 correspondent globalement aux niveaux réellement observés sur le terrain. La fourchette des écarts entre les niveaux d'eau calculés et ceux observés s'étend de -15 à +30 cm :

- 2 cotes calculées sur 11 cotes observées sont atteintes à  $\pm 10$  cm près,
- 8 cotes calculées sur 11 observées sont atteintes à  $\pm 20$  cm près,
- 11 cotes calculées sur 11 cotes observées sont atteintes à  $\pm 30$  cm.

Pour la crue de 1952, les niveaux d'eau calculés avec le modèle correspondent également aux niveaux réellement observés. La fourchette des écarts entre les niveaux d'eau calculés et ceux observés s'étend de -18 à +17 cm :

- 1 cote calculée sur 7 observées est atteinte à  $\pm 10$  cm près,
- 7 cotes calculées sur 7 observées sont atteintes à  $\pm 20$  cm près.

A l'issue de la phase de construction et de calage, le modèle de simulation des écoulements de la Dordogne a été validé pour les raisons suivantes :

- Les écarts sont de l'ordre de grandeur des incertitudes sur les valeurs de niveau d'eau observé car basé sur des estimations visuelles pour un événement ancien,
- Le modèle est utilisé en mode relatif pour calculer des impacts en comparant l'état actuel et l'état futur, les erreurs de calage présentes dans les simulations de l'état initial et dans celles de l'état futur, sont effacées lors du calcul des différences de grandeurs hydrauliques.
- Le modèle est calé en moyenne sur 2 crues s'étant déroulées à des époques différentes, ce qui introduit une erreur qu'on pourrait ne pas trouver en calant le modèle sur une seule crue.

Le calage du modèle aboutit à disposer d'un jeu de coefficients de rugosité conformes aux valeurs classiques attribuées à ce type de vallée.

- Soit dans le lit mineur de la Dordogne :  $K = 10$  à  $35$  (présence d'îlots au droit de Beynac)
- Et dans le lit majeur :  $K = 5$  pour les terrains boisés,  $K = 10$  pour les zones urbanisées,  $K = 15$  pour les terres cultivées et  $K = 30$  pour les plans d'eau.

L'attribution de ces valeurs « classiques » permet de disposer des grandeurs hydrauliques nécessaires au calcul des pertes de charge des ponts actuels et futurs et des impacts hydrauliques du projet.

Notamment, il est possible de les modifier selon les règles de l'art pour représenter et simuler des états aménagés et/ou des mesures compensatoires.

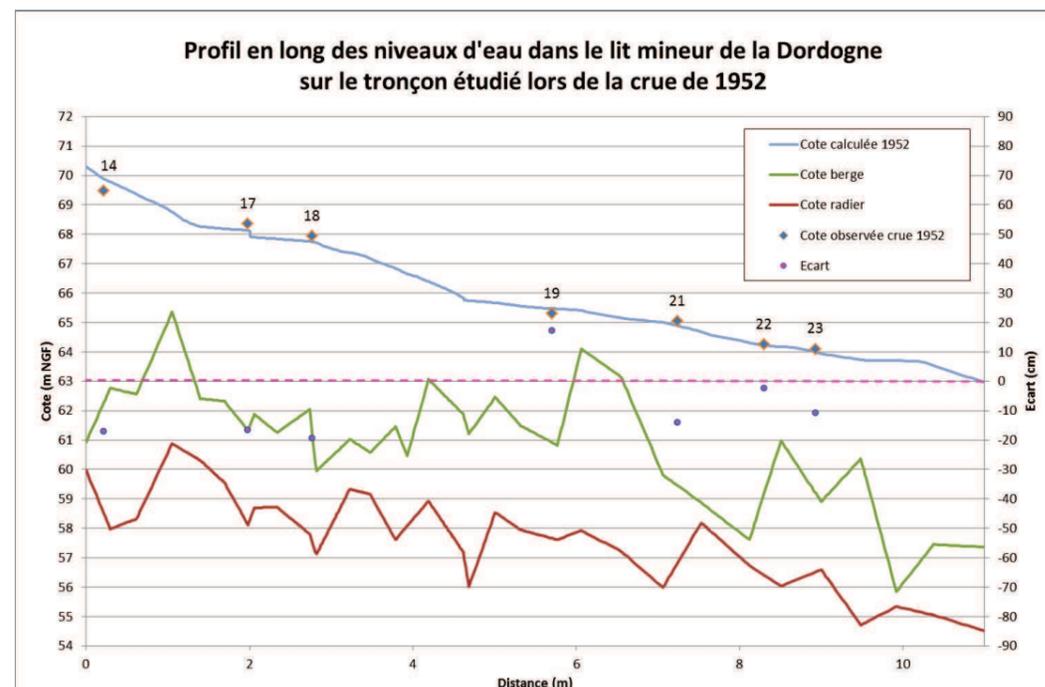


Figure 5 : Profil en long des niveaux d'eau dans lit mineur de la Dordogne pour la crue de 1952

## 2.3 LES DONNEES DU PPRI DE LA DORDOGNE

Selon le rapport de présentation du PPRI de la Dordogne sur le territoire de la commune de Beynac et Cazenac, la définition des cotes de la crue de référence du PPRI a été menée en reconstituant la ligne d'eau de 1944 puis en rehaussant cette ligne de 0.3 m.

Les cartes d'aléa indiquent les valeurs de la cote de sécurité sur des profils de vallée.

L'extrait concernant le site d'étude est donné ci-après, il est gradué en PK modèle :

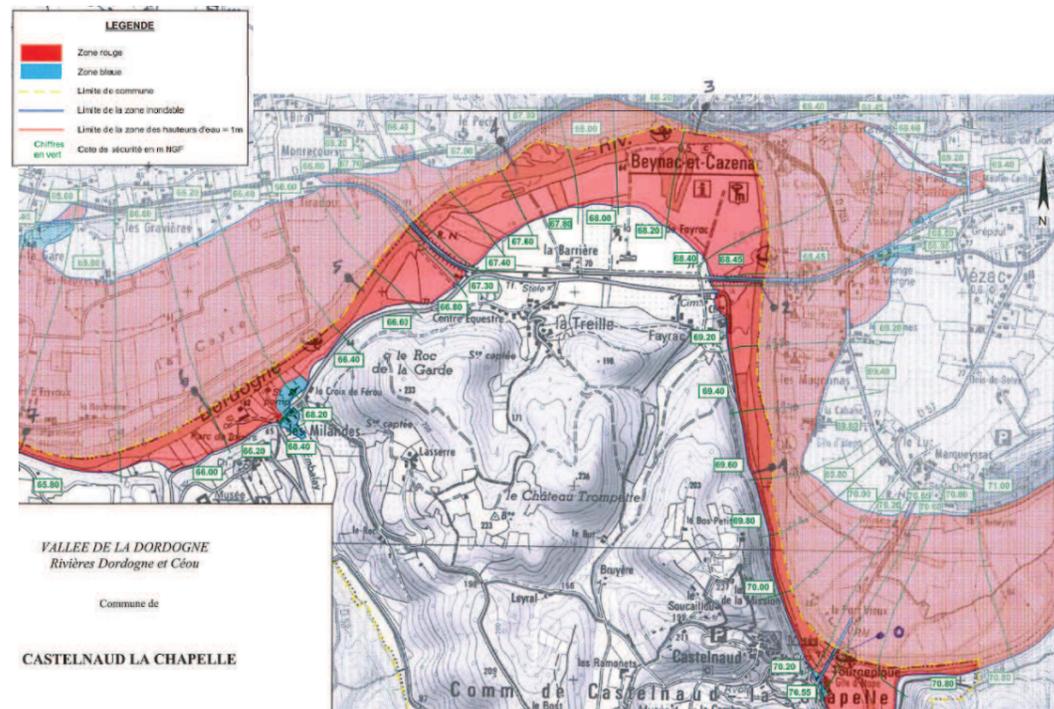


Figure 6 : Extrait de la carte d'aléa du PPRI

Il permet de construire le profil en long de la ligne d'eau PPRI dans le repère kilométrique de la modélisation.

Sur le profil, sont indiqués les valeurs de référence de 68.75 mNGF au pont de Fayrac (PK modèle =1.9815) et de 67.15 mNGF au pont du Pech (PK modèle = 4.616).

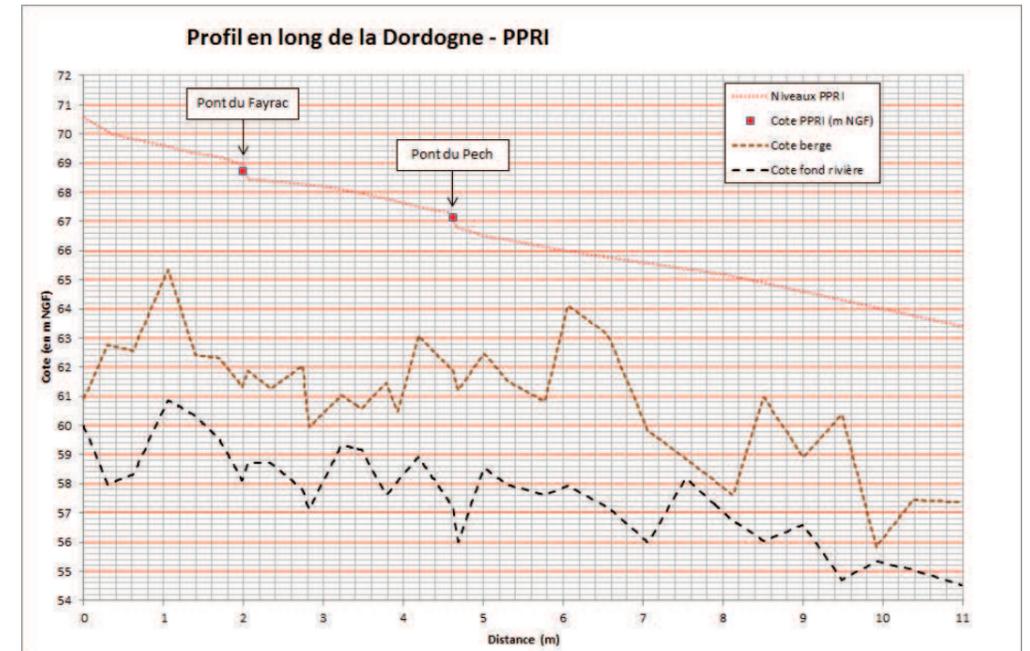


Figure 7 : Profil en long PPRI

Les profils en long des berges et du fond proviennent de la modélisation hydratec. Ils ne servent que de repères visuels pour la comparaison des lignes d'eau à venir.

## 2.4 SIMULATION DE LA CRUE CENTENNALE ET PPRI

Une fois le modèle calé, la simulation du débit de la crue centennale a été effectuée.

Le débit de la crue centennale a été défini au droit de la RD 57 à Vézac, limite amont du modèle avec la formule de Meyer à partir de la valeur estimée à la station de Cénac.

Période de retour	Débit de pointe à la station de Cénac	Débit de pointe en entrée du modèle
100 ans	2510 m <sup>3</sup> /s	2660 m <sup>3</sup> /s

Tableau 3 : Débit centennal de projet de la Dordogne

Les profils en long ci-après permettent de comparer le calcul avec le modèle et la ligne d'eau du PPRI.

### 3 JUSTIFICATION DES DIFFERENCES ENTRE PPRI ET CALCUL HYDRAULIQUE AVEC LE MODELE

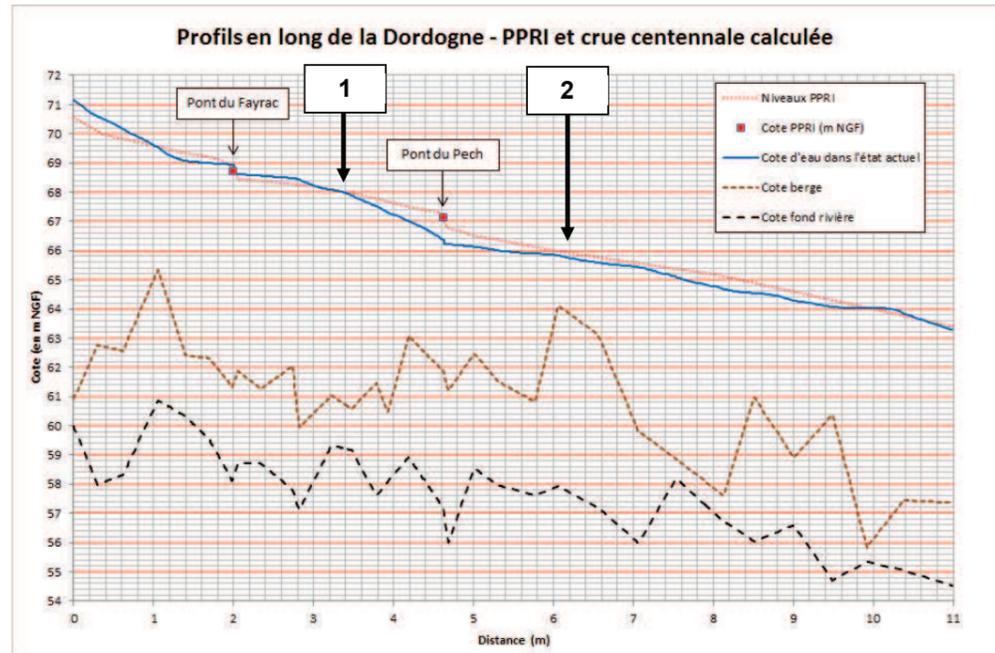


Figure 8 : Profil en long PPRI et crue centennale calculée

Bien que les lignes d'eau PPRI et calculée par hydratec soient très proches en amont (1) et en aval (2) du pont du Pech, le graphique montre bien la différence notable à ce pont entre calcul et PPRI.

Il montre également, au regard de la précision issue du calage, qu'il n'y a pas de différence au pont de Feyrac.

Cette différence entre niveaux d'eau calculés et valeurs de cote de sécurité du PPRI, explique la demande faite à hydratec concernant la pertinence des valeurs calculées avec le modèle.

Après analyse, l'écart entre cotes du PPRI et cotes calculées, provient de la différence d'interprétations faites des données de la crue de 1944 disponibles au droit du pont du Pech.

Le document du LCHF dont un extrait est donné ci-après (le document plus global est donné dans les pages suivantes) montre en effet une cote 1944 de 65.36 mNGF en rive droite et en rive gauche du pont du Pech.

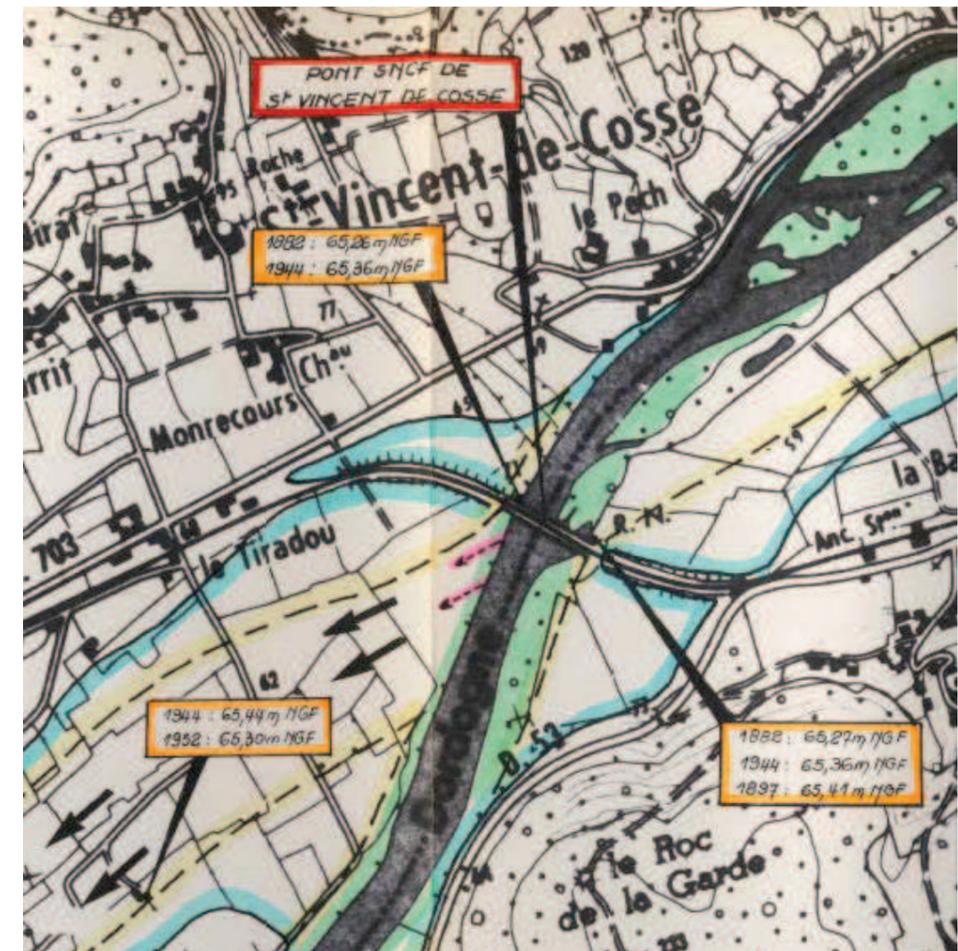


Figure 9 : Extrait du levé des niveaux historiques (source annexe étude LCHF de 1988)

Ce problème a été noté par hydratec lors du calage du modèle sur les niveaux d'eau observés lors des crues de 1944 et 1952.

Il a été indiqué dans le tableau des repères de crue :

Numéro du repère	Cote d'eau Observée (m NGF)	Date de la crue concernée	Origine du repère
1	69,62	1944	Etude de 1988
2	69,6	1944	Etude de 1988
3	68,53	1944	Etude de 1988
4	68,36	1944	Etude de 1988
5	68,07	1944	Etude de 1988
6	67,63	1944	Etude de 2016
7	65,44	1944	Etude de 1988
8	65,36	1944	Etude de 1988
9	65,36	1944	Etude de 1988
10	65,13	1944	Etude de 1988
11	65,21	1944	Etude de 1988
12	65,27	1944	Etude de 1988
13	64,3	1944	Etude de 1988

Tableau 4: Repères de crue de 1944 et 1952 dans la zone d'étude

En ce qui concerne hydratec, comme indiqué précédemment en remarque 2, les niveaux d'eau figurant dans le rapport LCHF ont été jugés anormalement bas par rapport aux niveaux voisins et, de ce fait, exclus des données de calage à retrouver par le modèle.

Nous ne savons pas quelles hypothèses ont été faites lors de l'établissement des cotes de référence du PPRI, mais le problème rencontré par hydratec avec ces valeurs lors du calage, a dû également se poser lors de la réalisation du PPRI puisque la valeur de 67.15 mNGF est 1.79 m au-dessus de celle de 1944.

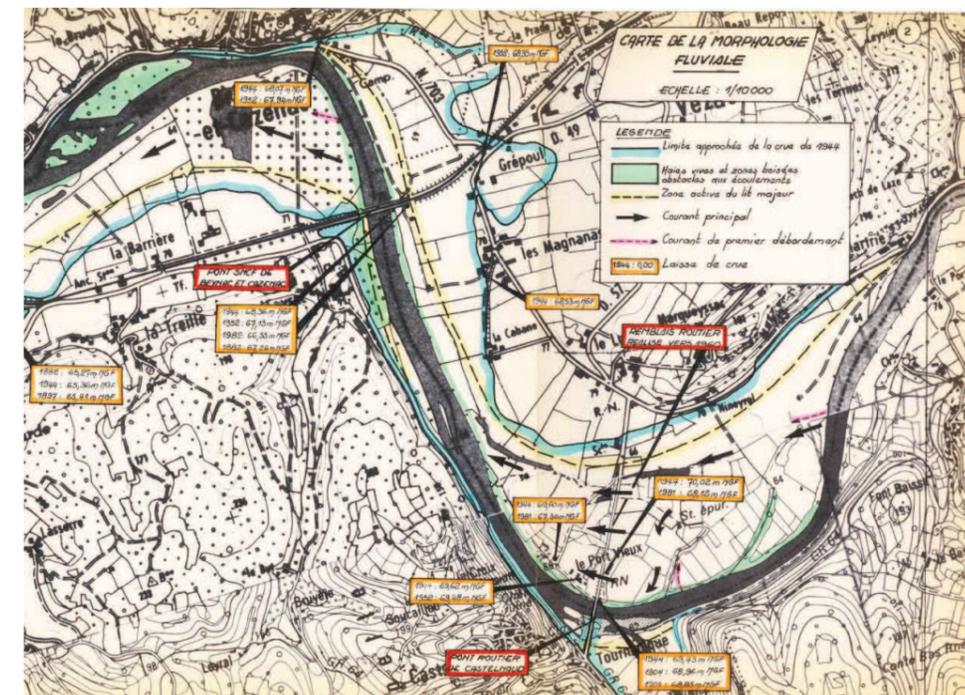


Figure 10 : Extrait de la carte de la morphologie fluviale dressée par le LCHF avec les niveaux de crue de 1944 - 1

Le graphique ci-après réunit l'ensemble des données et résultats disponibles :

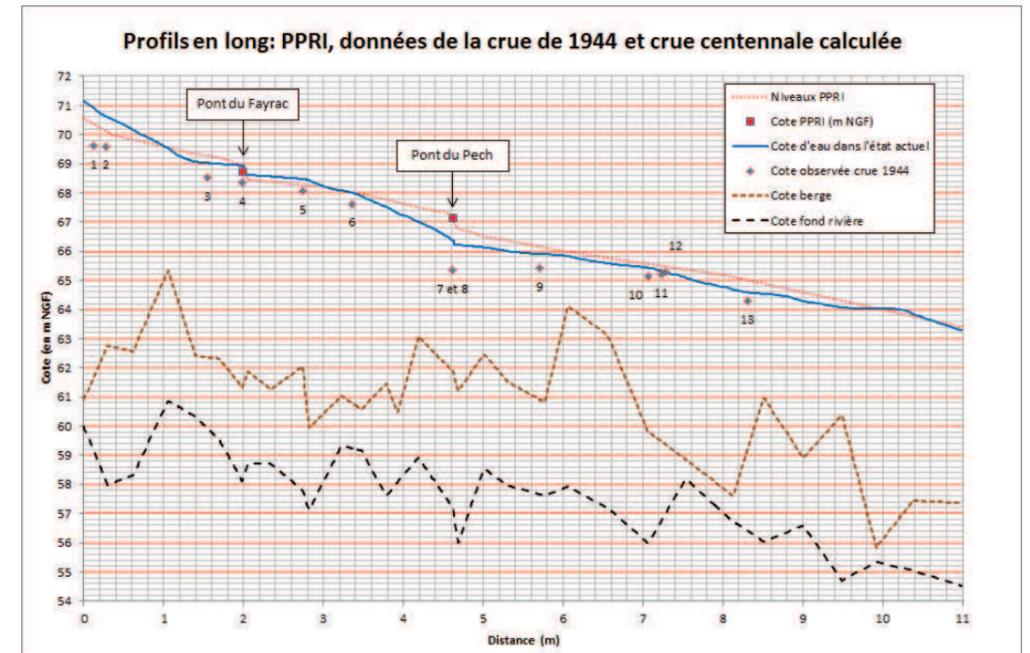


Figure 12 : Profils en long PPRI, données crue de 1944 et crue calculée

Les deux approches utilisées pour définir une ligne d'eau centennale apparaissent techniquement très différentes.

Pour approcher avec la modélisation les résultats de la méthode mise en œuvre pour établir le PPRI, il aurait fallu caler le modèle avec le débit estimé pour la crue centennale en cherchant à retrouver par le calcul la ligne d'eau du PPRI au droit du pont du Pech.

Pourtant la ligne d'eau calculée laisse à voir des caractéristiques hydrauliques en accord avec la géométrie de la vallée.

Elle montre en effet l'existence de pentes hydrauliques plus faibles là où la vallée est plus large que la moyenne, et, par conséquent une rehausse de niveau d'eau plus faible en allant vers l'amont du fait de la possibilité d'étalement du débit.

Cette approche n'étant pas contredite par le fait que la ligne d'eau calculée « recolle » aux valeurs observées en 1944, 1 kilomètre environ en amont du pont.

A ce titre, il convient d'indiquer qu'il serait possible de « forcer » numériquement le modèle pour qu'il passe par la cote du PPRI au droit du pont du Pech, mais que cela poserait deux questions méthodologiques :

- Le forçage n'est pas hydraulique, la simulation perd le contact avec la réalité et l'impact du pont ne pourra plus être calculé en faisant varier les paramètres hydrauliques « classiques » selon les règles de l'art,
- Il sera difficile de retrouver la ligne d'eau au pont de Fayrac, la pente de la ligne d'eau attribuée par la géométrie de la vallée dans la modélisation entrainera une

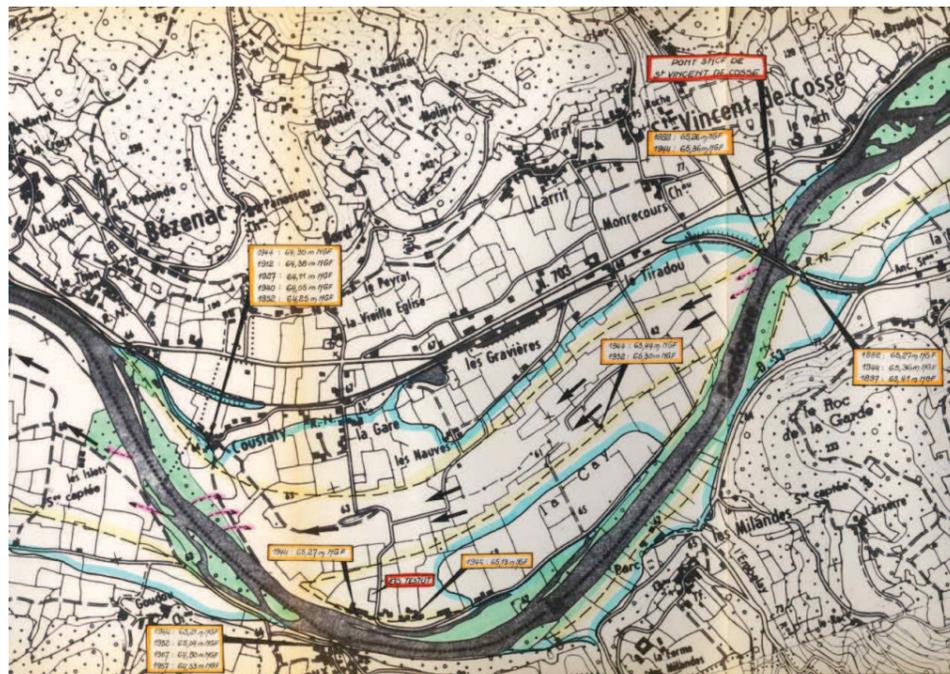


Figure 11 : Extrait de la carte de la morphologie fluviale dressée par le LCHF avec les niveaux de crue de 1944 - 2

rehausse générale des niveaux d'eau en amont du pont du Pech et donc au droit du pont de Fayrac.

### 3.1 SYNTHÈSE

Les deux démarches PPRI et modélisation partent de la même crue, celle de 1944, mais plusieurs points génèrent une différence notable au pont du Pech, il n'y en a pas au pont de Fayrac:

- Ni le PPRI, ni le modèle ne prennent en compte les valeurs observées en 1944 au pont du Pech qui sont trop faibles puisqu'elles sont inférieures à celle relevée en aval (65.36 mNGF au pont, 65.44 mNGF en aval au droit du hameau des Gravières),
- De ce fait, le PPRI et le modèle doivent combler un manque de données au pont,
- Il semble que le PPRI a interpolé entre valeur amont et valeur aval en incluant la perte de charge supposée du pont,
- Tandis que le modèle construit et calé par hydratec a calculé une ligne d'eau beaucoup moins pentue que celle du PPRI dans le tronçon en aval du pont principalement du fait de la largeur importante de la vallée qui en permettant l'étalement de la crue réduit l'accroissement de niveau en cas d'accroissement de débit. Ce qui n'est pas le cas dans les portions de vallée plus étroites.
- De ce fait, ligne d'eau calculée avec le modèle et ligne d'eau construite par rehausse d'une interpolation ne prenant pas en compte cette particularité locale de la vallée, divergent.

Notons en fin d'analyse que le PPRI va dans le sens de la sécurité.

C'est la raison pour laquelle dans le paragraphe suivant nous analysons si la conception des ouvrages prend en compte ou non les niveaux du PPRI.

## 4 CONSEQUENCE POUR L'ETUDE D'IMPACT HYDRAULIQUE

Après avoir expliqué l'origine de la différence et la difficulté à caler/forcer le modèle pour qu'il passe par la valeur du PPRI au pont du Pech, nous analysons le projet au regard du PPRI pour voir dans quelle mesure il est impacté (ou non) par les cotes réglementaires.

Tout d'abord, il convient de rappeler la spécificité des ponts projetés.

Les ouvrages du Pech et de Fayrac seront implantés en amont des ponts SNCF avec des piles très fines, alignées avec celles des ouvrages existants pour ne pas gêner l'écoulement des eaux et assurer une intégration presque « transparente ».



Figure 13 : Vue de face des ponts routier et ferré

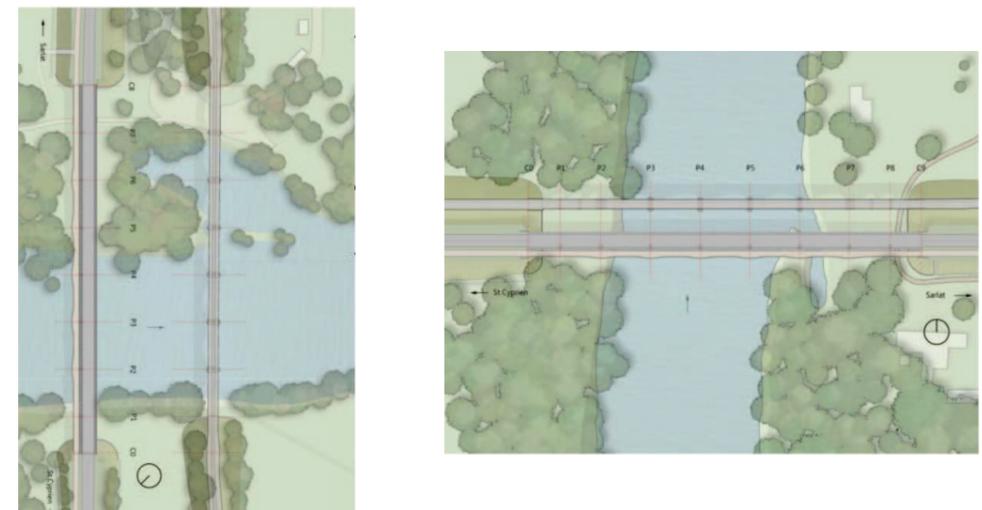


Figure 14 : Vues en plan des ponts du Pech et de Fayrac

Avec des appuis en rivière correspondant à ceux des ponts ferroviaires, les tabliers des nouveaux ponts sont moins épais que ceux des ouvrages SNCF.

Cette configuration générale leur confère des cotes sous-poutre notamment plus hautes que celles des ouvrages SNCF.

#### 4.1 FRANCHISSEMENT DU FAYRAC

Ainsi pour le pont du Fayrac prévu juste en amont du pont de la voie ferrée :

Le niveau de référence du PPRI est de 68.75 m NGF.

Le niveau d'eau de la Dordogne calculé pour une crue centennale par hydratec est de 68,93 mNGF.

L'ouvrage de franchissement prévu a les caractéristiques suivantes :

- une ouverture entre remblais égale à celle du pont SNCF,
- des piles alignées avec celles du pont SNCF mais moins larges que ces dernières,
- une cote sous-poutre de 72,15 m NGF, soit 3,2 m environ au-dessus de la cote d'eau pour une crue centennale ce qui est supérieure aux 1,5 m classiquement préconisés pour conserver un passage libre pour les flottants.

Cette dernière phrase devient en prenant en compte le PPRI :

L'ouvrage possède une cote sous-poutre de 72,15 m NGF, soit 3,4 m environ au-dessus de la cote de référence du PPRI ce qui est supérieure aux 1,5 m classiquement préconisés pour conserver un passage libre pour les flottants.

#### 4.2 FRANCHISSEMENT DU PECH

Le pont du Pech est prévu 95 m environ en amont du pont de la voie ferrée.

Le niveau de référence du PPRI est de 67.15 m NGF.

Le niveau d'eau de la Dordogne pour une crue centennale a été estimé à 66,52 m NGF.

L'ouvrage de franchissement prévu a les caractéristiques suivantes :

- une ouverture entre remblais égale à celle du pont SNCF,
- des piles alignées avec celles du pont SNCF mais moins larges que ces dernières,
- une cote sous-poutre de 70,30 m NGF, soit 3,8 m environ au-dessus de la cote d'eau pour une crue centennale ce qui est supérieure aux 1,5 m classiquement préconisés pour conserver un passage libre pour les flottants.

De même, la prise en compte du PPRI conduit à rédiger :

L'ouvrage possède une cote sous-poutre de 70,30 m NGF, soit 3,15 m environ au-dessus de la cote de référence du PPRI ce qui est supérieure aux 1,5 m classiquement préconisés pour conserver un passage libre pour les flottants.

#### 4.3 CONCLUSION

La différence entre PPRI et calcul hydraulique s'explique par la difficulté dans les deux cas de prendre en compte les observations disponibles pour la crue de 1944 au pont du Pech, par la suppression de ces valeurs et par la différence de méthode de traitement qui en résulte :

- Le calcul hydraulique par le modèle construit et calé par hydratec pour mener l'étude d'impact hydraulique,
- L'interpolation entre valeur amont et aval par le PPRI pour produire des cotes réglementaires sécuritaires pour les biens et les personnes exposées selon les objectifs du PPRI.

Les ouvrages de franchissement projetés, du fait de leur géométrie particulière, ne soulèvent pas de questions hydrauliques autres que celles traitées dans l'étude d'impact hydraulique lorsque l'on considère les cotes de référence du PPRI.

## 5 CONSEQUENCE SUR L'ENJEU SITUÉ EN BORD DE DORDOGNE AU LIEU DIT LE PECH

Cette partie de la note répond aux questions concernant l'enjeu habitation situé en rive droite, à 350 m environ en amont du pont SNCF actuel comme indiqué sur l'extrait de la carte IGN et sur la vue aérienne Google Earth ci-après :

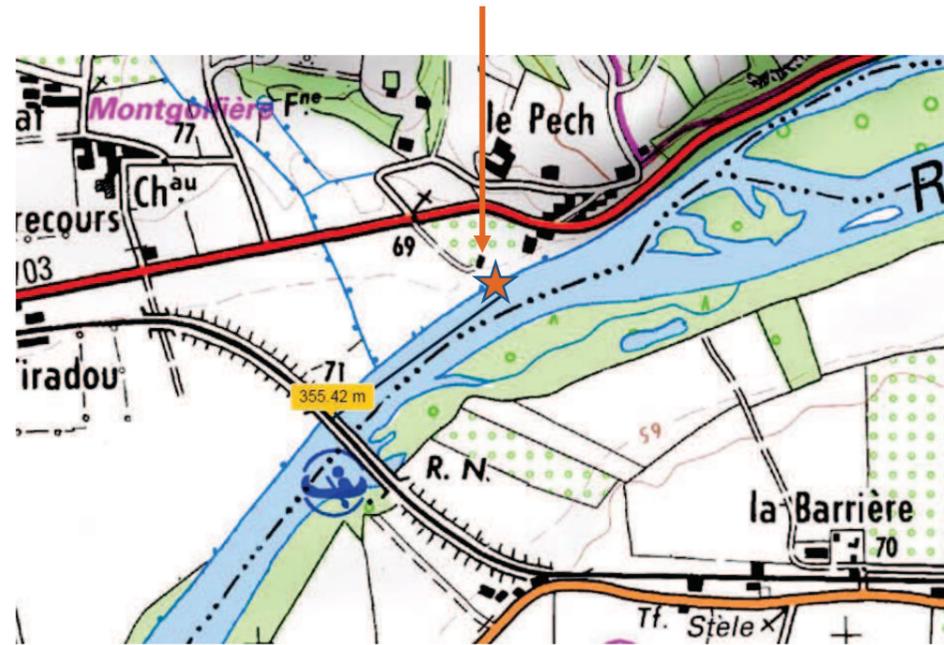


Figure 15 : Implantation de l'enjeu analysé

Les questions posées sont :

- Sur la base de la cote PPRI, avant aménagement, est-ce que la maison est inondée ?
- Sur la base de la cote PPRI, quel est l'impact des futurs aménagements en termes de niveau d'eau au droit de cette maison ?

La donnée d'entrée pour cette partie de l'analyse est la cote d'inondabilité de la maison du Pech qui a été levée par le CD24 courant mars 2017 pour fournir une réponse précise aux questions posées et qui est de 66,76 mNGF.

### 5.1 RAPPEL DES RESULTATS DE L'ETUDE HYDRATEC

La simulation de la crue centennale dans les situations initiale et future calcule les niveaux d'eau et les impacts suivants :

PK modèle	Cote d'eau centennale calculée – initiale (mNGF)	Cote d'eau centennale calculée – future (mNGF)	Impact (m)
4.287 : enjeu maison	66.889	66.912	0.023
4.538 : nouveau pont	65.517	66.542	0.025
4.629 : SNCF amont	66.361	66.362	0.001
4.629 : SNCF aval	66.235	66.236	0.001

Avec une cote de seuil de 66,76 mNGF inférieure de **0.13 m** au niveau calculé pour la crue centennale de 66,889 m NGF dans l'état initial et inférieure de **0.15 m** à la cote de crue centennale calculée de 66,912 mNGF dans la situation aménagée, l'enjeu apparaît inondé aussi bien dans la situation actuelle que dans la situation future.

La rehausse de niveau d'eau générée par les aménagements est de 2 cm. L'enjeu touché est en aléa faible avec une inondation décimétrique dans la situation actuelle, avec une rehausse de 2cm, il reste en aléa faible dans la situation future.

On remarquera que la valeur de cet aléa se situe dans la marge d'incertitude du calage du modèle, ce qui explique probablement que les traitements cartographiques effectués par hydratec sans disposer à ce moment-là de la cote précise de l'enjeu, avaient placés ce dernier hors zone inondable.

## 5.2 CONSEQUENCE SUR LA BASE DE LA COTE DU PPRI

Le niveau d'eau réglementaire du PPRI est de 67.45 mNGF en interpolant les valeurs données sur l'extrait de la carte d'aléa ci-après.

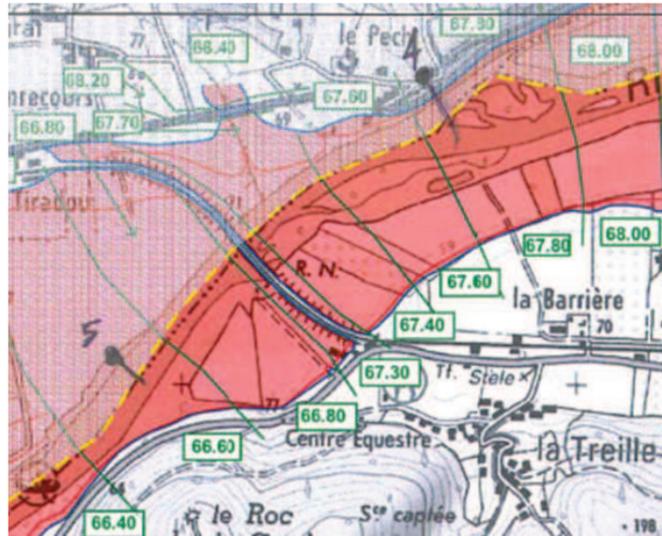


Figure 16 : Extrait de la carte d'aléa du PPRI au droit de l'enjeu analysé

Avec une cote de seuil de 66.76 mNGF inférieure de **0.69 m** à ce niveau PPRI, l'enjeu est inondé en aléa inférieur au mètre dans la situation initiale.

En ce qui concerne l'impact du projet, comme expliqué précédemment, il y aurait contradiction entre le forçage du modèle pour retrouver les cotes du PPRI et son interrogation pour donner l'impact correct du nouvel ouvrage.

Toutefois, une approche hydraulique peut être menée à partir des enseignements de la modélisation pour estimer cette rehausse de niveau.

En effet, dans la modélisation, le calcul de la perte de charge supplémentaire du nouveau pont du Pech est basé, en suivant les règles de Bradley, sur :

- d'une part, la vitesse d'écoulement  $Vn2 = Q / An2$  dans la section rétrécie de l'ouvrage de franchissement soit  $Vn2 = 2511\text{m}^3/\text{s} / 1070 \text{ m}^2 = 2.35 \text{ m/s}$ ,
- et, d'autre part, sur le ratio de la section des piles du nouveau pont sous l'eau  $Ap$  82.3 m<sup>2</sup> à la section  $An2$ , soit  $J = 0.08$  ce ratio, qui donne via l'abaque rappelée ci-après  $dKp = 0.11$ .

Elle est égale à  $dKp * Vn2^2 / (2*g) = 0.03 \text{ m}$ .

La prise en compte de la cote du PPRI au droit du nouveau pont du Pech tend à augmenter la section de passage de la crue  $An2$  et donc à réduire la vitesse d'écoulement  $Vn2$ .

La nouvelle section rétrécie  $An2'$  est en effet égale à  $An2 + 0.63 \text{ m}$  (la différence entre la cote PPRI de 67.05 mNGF et la cote calculée par hydratec de 66.52 mNGF) multiplié par 163.5 m (la largeur de la Dordogne sous l'ouvrage).

Soit  $An2' = 1173 \text{ m}^2$ .

La vitesse d'écoulement  $Vn2' = Q / An2' = 2511\text{m}^3/\text{s} / 1173 \text{ m}^2 = 2.14 \text{ m/s}$ ,

Le ratio  $J'$  de la section des piles du nouveau pont sous l'eau égal à  $Ap' = Ap + 0.63 * 5 * 1.8 \text{ m} = 88 \text{ m}^2$  divisé par la section  $An2'$  vaut  $J' = 0.075$ .

Il donne selon l'abaque rappelée ci-après  $dKp' = 0.09$ .

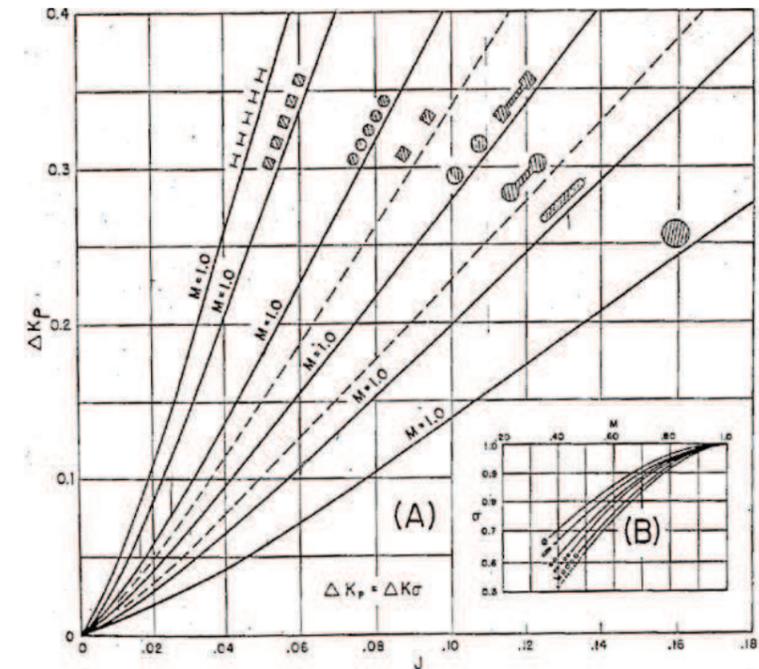


Figure 17 : Abaque reliant le coefficient J et le coefficient  $\Delta Kp$  en fonction de la forme des piles

Soit finalement une perte de charge créée par le nouveau pont en considérant les cotes de sécurité du PPRI égale à  $dKp' * Vn2'^2 / (2*g) = 0.02 \text{ m}$ , au lieu de 0.03 calculés avec le modèle de simulation.

La modélisation montre également une décroissance légère de l'impact en allant vers l'amont de la rivière.

On en déduit que la rehausse de niveau d'eau générée par les aménagements est légèrement inférieure à 2 cm en considérant le niveau de sécurité du PPRI.

L'inondation de l'enjeu passe de **0.69 m** à un peu moins de **0.71 m**. L'enjeu reste inondé en aléa inférieur au mètre dans la situation future.