

**RAPPORT D'ÉTUDE**

Décembre 2021

**Atlas des zones inondables du Beuvron**

**Crue de mai et juin 2016**

# Atlas des zones inondables du Beuvron

Crue de mai et juin 2016

## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
A	01/09/20	Version provisoire
B	02/12/21	Version définitive

## Affaire suivie par

Laura BARREAU – Agence de Blois – Groupe Risques Inondations – Surveillance des Ouvrages et des Milieux
Tél. : +33(0)2 54 55 49 20
Courrier : <a href="mailto:laura.barreau@cerema.fr">laura.barreau@cerema.fr</a>
Agence de Blois – 11 rue Laplace 41 029 BLOIS

## Références

n° d'affaire : 20-NC-0239

Partenaire-s : DREAL Centre-Val de Loire – DDT Loir-et-Cher – DDT Cher – DDT Loiret

Rapport	Nom	Date	Visa
Établi par	Laura Barreau		
Contrôlé par			
Validé par			

## Résumé de l'étude :

Comme de nombreux cours d'eau des bassins versants de la Loire et de la Seine, le Beuvron a connu une crue importante en mai et juin 2016.

Des informations (témoignages, photographies, marques et laisses de crue) ont été recueillies pour connaître les niveaux d'eau atteints lors de l'événement. Ces données ont permis de reconstituer la ligne d'eau de la crue du Beuvron observée en 2016 et ainsi de cartographier les zones inondées.

La méthodologie utilisée et l'atlas des zones inondées sont présentés dans ce rapport.

## Sommaire

1 Contexte et objectif.....	6
2 Le Beuvron.....	6
3 Crue de mai et juin 2016.....	7
4 Enquête terrain.....	8
5 Construction de la ligne d'eau de la crue de 2016.....	10
5.1 Méthode générale de reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de mai et juin 2016.....	10
5.2 Reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon par tronçon, depuis l'aval du bassin versant.....	12
6 Cartographie des zones inondées par le Beuvron en 2016.....	22
7 Conclusion.....	25

Ce dossier comprend les éléments suivants :

- la présente note technique et ses annexes ;
- l'atlas des zones inondées au format shapefile par classes de hauteur d'eau ;
- les isocotes par tranches de 1 mètre, au format shapefile.

## Index des illustrations

Illustration 1 : bassin versant du Beuvron.....	6
Illustration 2: occupation des sols sur le bassin versant du Beuvron.....	7
Illustration 3: limnigramme du Beuvron à Montrieux-en-Sologne, crue de 2016.....	8
Illustration 4 : repère de la crue de 2016 du Beuvron, posé sur le pont de la RD 154 par la mairie de Tour-en-Sologne.....	9
Illustration 5 : décoloration d'un escalier en bois lors de la crue du Beuvron.....	9
Illustration 6 : profil en long du Beuvron, selon le chemin préférentiel des écoulements.....	10
Illustration 7 : laisses de crue projetées sur l'axe d'écoulement et localisation des ouvrages (zoom sur les PM 24 000 à 33 000 m).....	11
Illustration 8 : ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, reconstituée à partir des laisses de crue (zoom sur les PM 24 000 à 33 000 m).....	11
Illustration 9 : ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, reconstituée avec les laisses de crue et en faisant un parallélisme avec le profil en long du lit majeur (zoom sur les PM 99 000 à 104 000 m).....	12
Illustration 10 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 0 à 5 000 m.....	12
Illustration 11 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 5 000 à 12 000 m.....	13
Illustration 12 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 12 000 à 18 000 m.....	14
Illustration 13 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 18 000 à 26 000 m.....	15
Illustration 14 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 26 000 à 33 000 m.....	15
Illustration 15 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 33 000 à 39 000 m.....	16
Illustration 16 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 39 000 à 49 000 m.....	16
Illustration 17 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 49 000 à 57 000 m.....	17
Illustration 18 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 56 500 à 65 900 m.....	17
Illustration 19 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 65 900 à 67 500 m – en tirets, la ligne d'eau liée aux débordements de l'ancien canal de la Sauldre.....	18
Illustration 20 : secteur de Lamotte-Beuvron sur lequel la ligne d'eau générée par l'ancien canal de la Sauldre a été appliquée.....	19
Illustration 21 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 67 500 à 85 000 m – en tirets, en aval, la ligne d'eau liée aux débordements de l'ancien canal de la Sauldre.....	19
Illustration 22 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 85 000 à 94 000 m.....	20
Illustration 23 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 94 000 à 97 000 m.....	20

Illustration 24 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 97 000 à 104 000 m.....	21
Illustration 25 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 104 000 à 109 000 m.....	21
Illustration 26 : cartographie des zones inondées par le Beuvron en 2016, secteur de Lamotte-Beuvron.....	23

## Index des annexes

- Annexe 1 – Exemple de fiche de laisses de la crue du Beuvron de mai et juin 2016
- Annexe 2 – Atlas des zones inondées par le Beuvron en mai et juin 2016

## 1 Contexte et objectif

En mai et juin 2016, de nombreux cours d'eau français sont entrés en crues, notamment certains affluents de la Loire et les rivières des bassins versants de l'Yonne et du Loing.

Sur certains secteurs, il s'agit des plus forts événements jamais observés. Les services de l'État, DDT<sup>1</sup> et DREAL<sup>2</sup>, ont souhaité mieux connaître ces crues et actualiser les atlas des zones inondables de certains cours d'eau.

Le Cerema Normandie-Centre a été mandaté pour recenser les niveaux d'eau atteints en mai-juin 2016 et cartographier l'enveloppe des zones inondées après reconstitution de la ligne d'eau, pour le Beuvron, le Cosson et 6 affluents du Loing.

**Le présent rapport concerne la cartographie des zones inondées par le Beuvron en 2016.** Le recensement des niveaux d'eau maximums atteints a fait l'objet d'un précédent rapport (C17RB0166 – Relevés de laisses de crue sur le Beuvron de Coullons jusqu'à la confluence avec la Loire – Crues de mai-juin 2016, mai 2015 et crues diverses).

## 2 Le Beuvron

Le Beuvron prend sa source à Coullons dans le Loiret, à 176 mNGF. Il parcourt environ 115 km d'est en ouest, à travers le Loiret, le Cher et le Loir-et-Cher (sur 29 communes) et se jette dans la Loire à Candé-sur-Beuvron.

Le Beuvron possède plusieurs affluents, dont le principal est le Cosson, qui le rejoint moins d'1 km avant la confluence avec la Loire (Illustration 1).

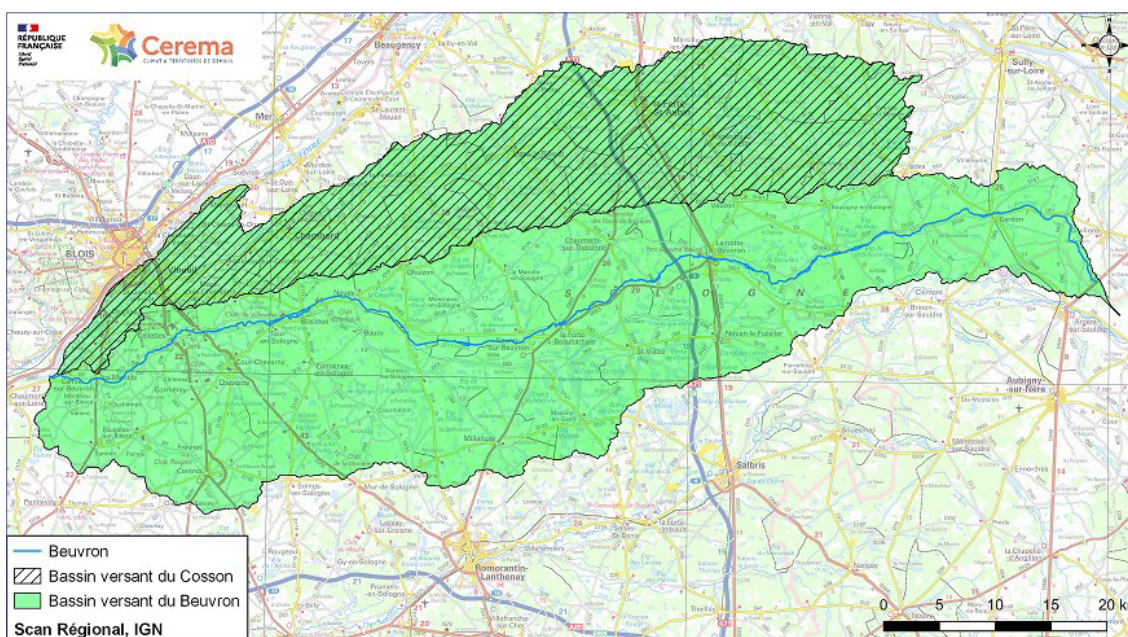


Illustration 1 : bassin versant du Beuvron

Le bassin versant du Beuvron a une superficie de près de 2 200 km<sup>2</sup>. Celui du Cosson représente 35 % de cette superficie, soit 766 km<sup>2</sup> (Illustration 1). Ainsi, juste en amont de la confluence entre ces deux cours d'eau, le Beuvron draine un bassin de 1 415 km<sup>2</sup>.

La forme allongée du bassin du Beuvron influence ses réactions hydrologiques. Les hydrogrammes sont plus aplatis que dans le cas d'un bassin de forme plutôt circulaire.

L'occupation des sols a, elle aussi, une influence sur la propagation des crues. La présence de végétation ralentit les écoulements et limite le ruissellement.

Le bassin versant du Beuvron est majoritairement composé de forêts (57 % de sa superficie) (Illustration 2). Il s'agit essentiellement de forêts de feuillus (46 % de la superficie totale et 82 % des forêts présentes sur le secteur), typiques de la Sologne.

1 Direction départementale des territoires

2 Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement

Les terres agricoles couvrent 39 % du bassin. Elles sont principalement situées dans la partie aval du bassin, et à proximité de Courmemin, Millançay et Montrieux-en-Sologne.

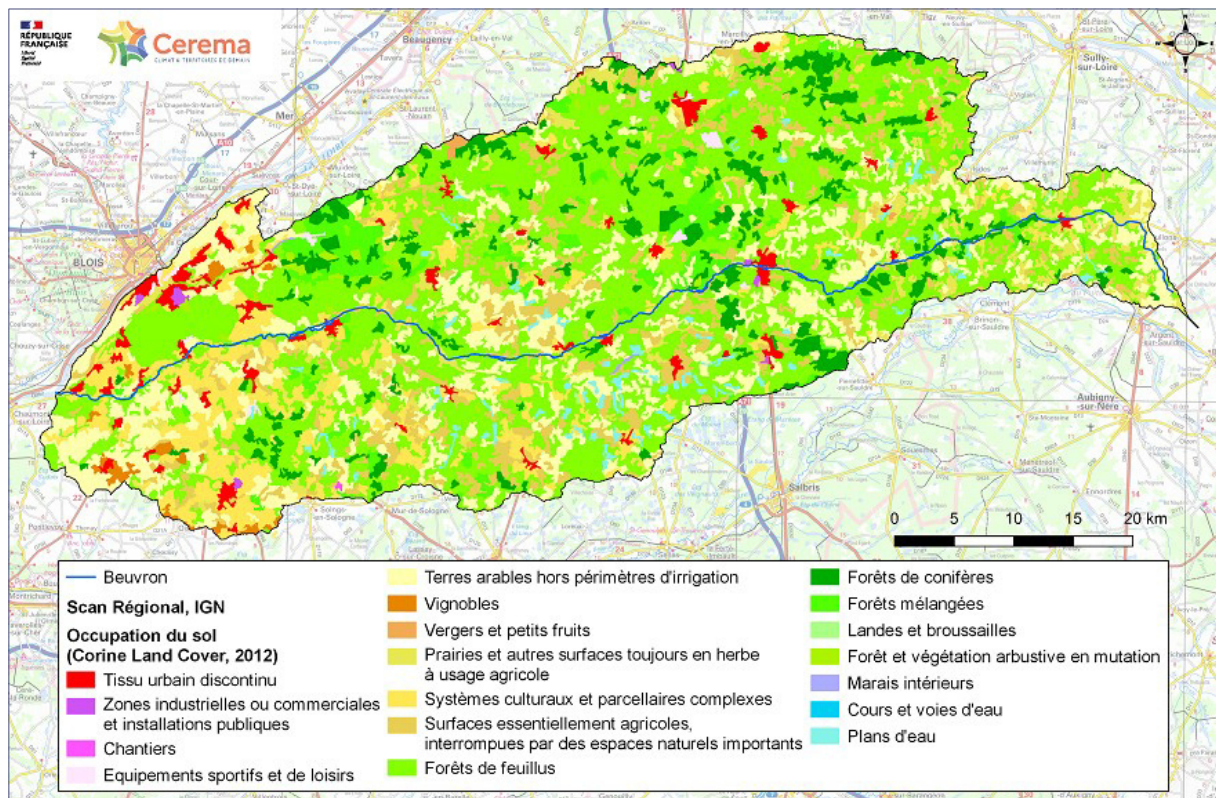


Illustration 2: occupation des sols sur le bassin versant du Beuvron

D'un point de vue géologique, le bassin du Beuvron est principalement composé de sables et argiles de Sologne et d'alluvions.

Avant 2016, le Beuvron a connu trois événements historiques importants : les crues de 1856, 1910 et 1936. Les 2 plus anciennes crues ont une période de retour supérieure ou égale à la centennale. En 1856, la Loire est entrée en crue (début juin 1856) et est remontée dans la vallée du Beuvron, avec une influence jusqu'à Cellettes. Le Beuvron a connu sa propre crue à la mi-juin 1856. Il s'agissait du plus fort événement observé sur le Beuvron.

### 3 Crue de mai et juin 2016

Les mois d'avril et mai 2016 ont été très pluvieux : les cumuls de pluie relevés à Orléans en mai 2016 atteignaient 180,8 mm (à titre d'exemple, le cumul moyen en mai est de 64,2 mm, sur la période 1981-2010)<sup>3</sup>. Les sols se sont saturés. Ainsi, lorsque les précipitations se sont accentuées et localisées sous forme d'orages, puis qu'elles sont devenues continues et se sont généralisées, les sols n'ont plus eu la possibilité d'infiltrer les pluies. Elles ont ainsi ruisselé directement et généré une montée des eaux.

De nombreux cours d'eau des bassins de la Loire et de la Seine ont été concernés par cette situation météorologique et ont connu des crues importantes, notamment : la Sauldre, l'Indre, le Cher, le Beuvron, le Cosson, le Loing et leurs affluents respectifs. Pour certains d'entre eux, la période de retour de cet événement a été estimée à 100 ans<sup>4</sup>, voire supérieure.

Les inondations engendrées ont concerné une quinzaine de départements de France métropolitaine. Les dégâts provoqués ont été estimés à plus d'1 milliard d'euros, soit le 2<sup>e</sup> événement le plus coûteux dans notre pays, derrière Xynthia<sup>4</sup>.

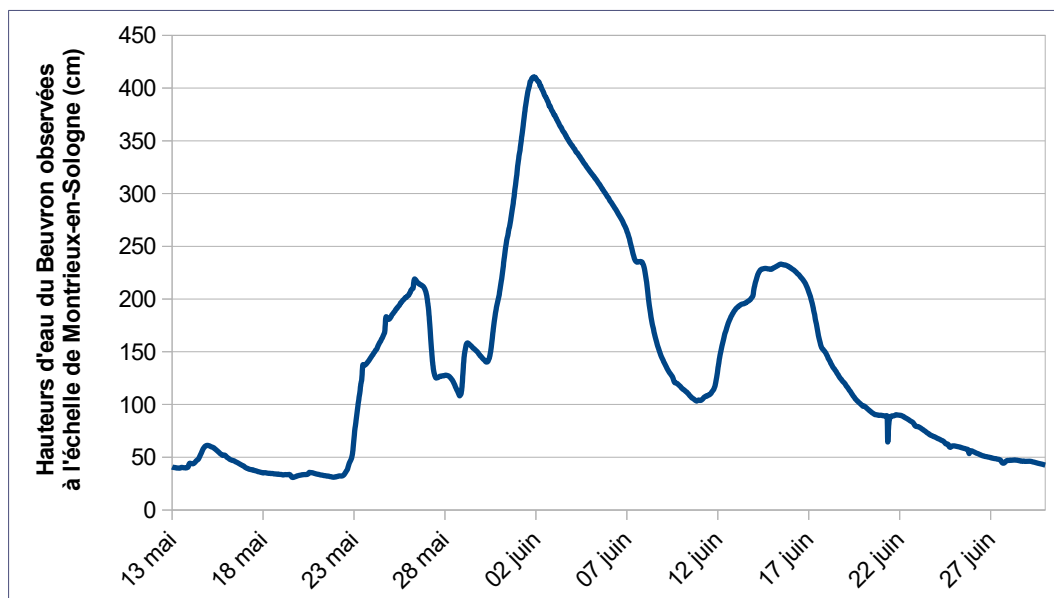
Les bassins amont de la Loire et de la Seine n'ont pas été concernés par cet épisode. Les crues observées sur ces deux grands fleuves ne sont dues qu'aux apports des affluents. Leurs périodes de retour sont comprises entre 1 et 10-20 ans, selon les secteurs.

<sup>3</sup> Source Météo France : <http://www.meteofrance.com/climat/france/orleans/45055001/normales>  
<http://www.meteofrance.com/climat/france/orleans/45055001/relevés>

<sup>4</sup> Informations issues du rapport CGEDD n° 010743-01 et IGA n° 16080-R – Inondations de mai et juin 2016 dans les bassins moyens de la Seine et de la Loire – retour d'expérience, Février 2017

**Le présent rapport s'attache à étudier plus particulièrement les inondations générées par la crue du Beuvron.**

Les hauteurs d'eau de la rivière sont suivies grâce à la station hydrométrique K4572210 située à Montrieux-en-Sologne (Loir-et-Cher). Cette dernière draine un bassin versant de 510 km<sup>2</sup>, soit 23 % de la superficie totale du bassin versant du Beuvron (36 % si l'on prend en compte la surface du bassin en amont de la confluence avec le Cosson).



*Illustration 3: limnigramme du Beuvron à Montrieux-en-Sologne, crue de 2016*

A Montrieux-en-Sologne, le pic de crue du Beuvron a eu lieu dans la soirée du 1<sup>er</sup> juin 2016, avec une hauteur d'eau maximale lue à l'échelle de 410,6 cm (Illustration 3). Il est encadré par deux autres pics de moindre importance : le premier le 26 mai à 8 h et le second le 15 juin 2016 aux alentours de 11h30, avec respectivement 219,1 cm et 233,1 cm observés à la station hydrométrique.

## 4 Enquête terrain

La cartographie des zones inondées par le Beuvron en 2016 a été établie à partir de laisses de la crue<sup>5</sup>. Une campagne de recensement et de nivellement a été réalisée en février et mars 2018, soit 2 ans après la crue étudiée. Elle a consisté à recueillir des photographies d'archives auprès des mairies concernées ou dans les journaux régionaux (par exemple La Nouvelle République) ainsi que des témoignages des riverains, impactés ou non par la crue. Les témoignages peuvent prendre différentes formes : traits gravés ou peints, témoignages oraux, repères posés par les communes (Illustration 4) ou les propriétaires des habitations touchées.

Lorsque le recensement est réalisé peu de temps après la crue, il est possible d'observer des marques laissées par l'eau, ce que l'on appelle les « laisses de crue ». Elles peuvent être de différentes natures : décoloration de meubles et de murs (Illustration 5), dépôts sur des murs ou des portes, traces d'humidité, débris végétaux bloqués dans les grillages ou les haies.

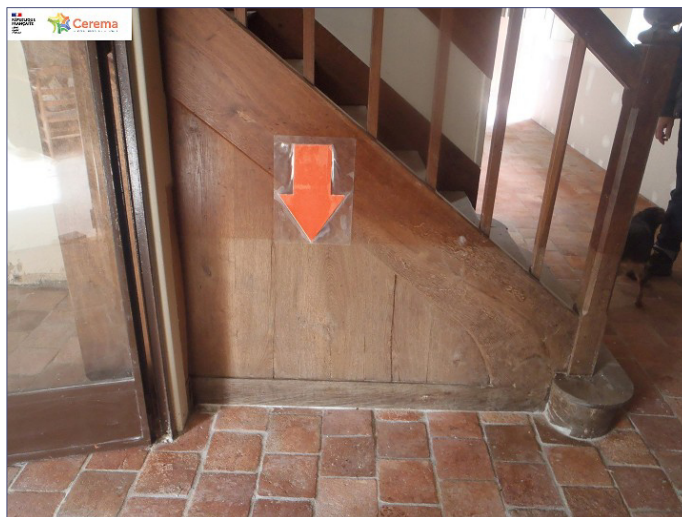
Ces différentes informations ont été nivelées afin de connaître l'altitude (en mètres NGF IGN69) et l'emplacement des laisses de crue dans le système Lambert 93. Ceci a été effectué grâce à un dGPS, qui fournit une précision centimétrique. Lorsque celui-ci ne pouvait être utilisé directement du fait de la situation géographique (couverture végétale importante ou point dans/collé à une habitation), la mesure a été réalisée par l'intermédiaire d'un théodolite, avec référencement à partir d'un point connu.

<sup>5</sup> Nous parlons, dans ce rapport, de « laisses de crue » pour désigner l'ensemble des informations recueillies, quelle que soit leur nature.





*Illustration 4 : repère de la crue de 2016 du Beuvron, posé sur le pont de la RD 154 par la mairie de Tour-en-Sologne*



*Illustration 5 : décoloration d'un escalier en bois lors de la crue du Beuvron*

Au total, 162 laisses de la crue de 2016 ont été recensées sur le Beuvron. Les fiches de laisses correspondantes ont fait l'objet d'un rapport (C17RB0166 – Relevés de laisses de crue sur le Beuvron de Coullons jusqu'à la confluence avec la Loire – Crues de mai-juin 2016, mai 2015 et crues diverses). Un exemple de fiche est disponible en Annexe 1.

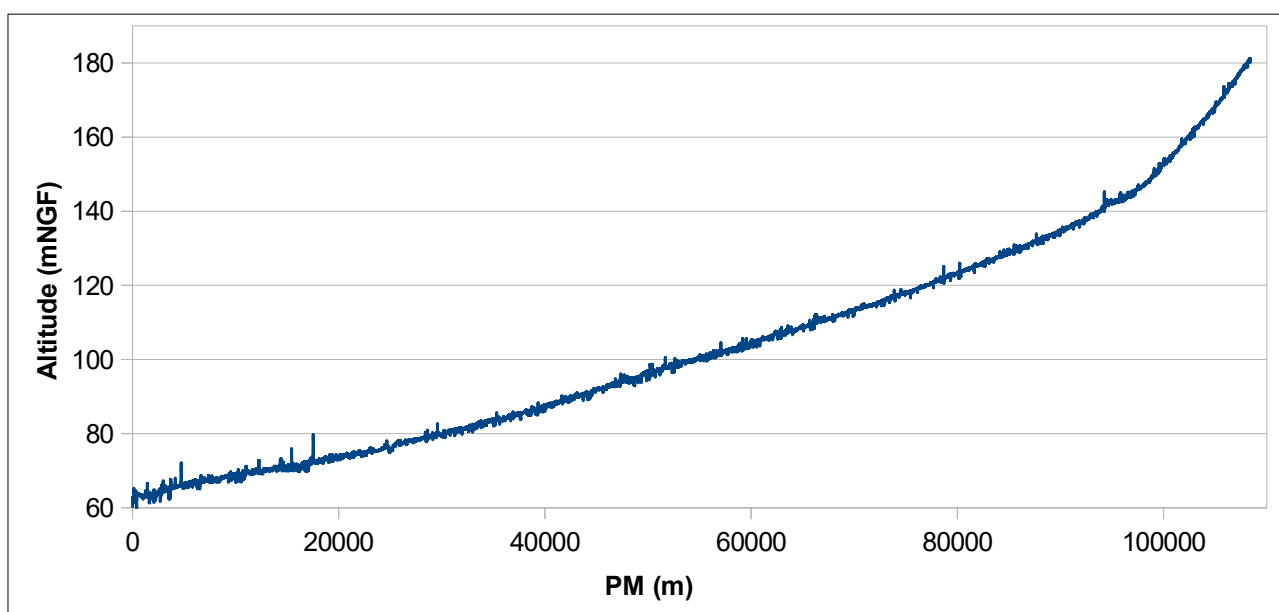
## 5 Construction de la ligne d'eau de la crue de 2016

### 5.1 Méthode générale de reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de mai et juin 2016

Plusieurs étapes sont nécessaires pour reconstituer une ligne d'eau à partir de laisses de crue. La 1<sup>ère</sup> consiste à définir et tracer l'axe principal des écoulements en crue. Il ne s'agit pas du tracé de la rivière tel qu'il apparaît sur les cartes (Scan25 de l'IGN par exemple), mais du chemin préférentiel des écoulements, en cas de débordement en lit majeur.

Cet axe a été tracé à partir du Scan25 de l'IGN et du modèle numérique de terrain (MNT) LIDAR de la vallée du Beuvron, grâce à une analyse hydrogéomorphologique et hydraulique. Son tracé a été validé par la DREAL CVL / Service de prévision des crues Loire-Cher-Indre.

Des points ont été générés sur cet axe tous les mètres, en partant de l'aval de la rivière. Ainsi, la confluence avec la Loire est noté PM0 et l'amont du Beuvron est situé à un PM supérieur à 108 720 m. L'altitude de chacun des points a été extraite à partir des informations fournies par le MNT LIDAR. Ceci a permis de tracer le profil en long du Beuvron (suivant l'axe principal des écoulements en crue) (Illustration 6).



*Illustration 6 : profil en long du Beuvron, selon le chemin préférentiel des écoulements*

À partir de cette représentation graphique, les secteurs avec une pente homogène ont été identifiés, ainsi que les ruptures de pente. Ainsi, 14 tronçons avec des pentes homogènes ont été tracés.

Les ouvrages présents sur le Beuvron ont ensuite été localisés : ponts, passerelles, seuils, remblais transversaux. Cette étape est importante, les ouvrages sont susceptibles de générer des modifications des écoulements et par conséquent des pertes de charge singulières. Le Scan25 et la BD Ortho de l'IGN, ainsi que le MNT LIDAR, ont permis d'en recenser 180.

La méthode de reconstitution de ligne d'eau de crue présentée dans ce rapport repose sur l'analyse des laisses de crue. Il est important de les localiser sur le profil en long du Beuvron. Pour cela, les laisses de crue recensées ont été projetées sur l'axe principal des écoulements. Il s'agit d'une projection orthogonale. Les positions des points ainsi projetés ont été vérifiées, notamment dans les zones de méandres et à proximité des ouvrages. Il peut en effet arriver qu'une laisse soit projetée en aval d'un pont alors qu'elle a été mesurée en amont.

Les laisses étant projetées, leur PM sur l'axe d'écoulement a été déterminé. Puis elles ont été placées sur le graphique du profil en long (Illustration 7).

Les mêmes étapes ont été réalisées pour déterminer les PM des ouvrages.

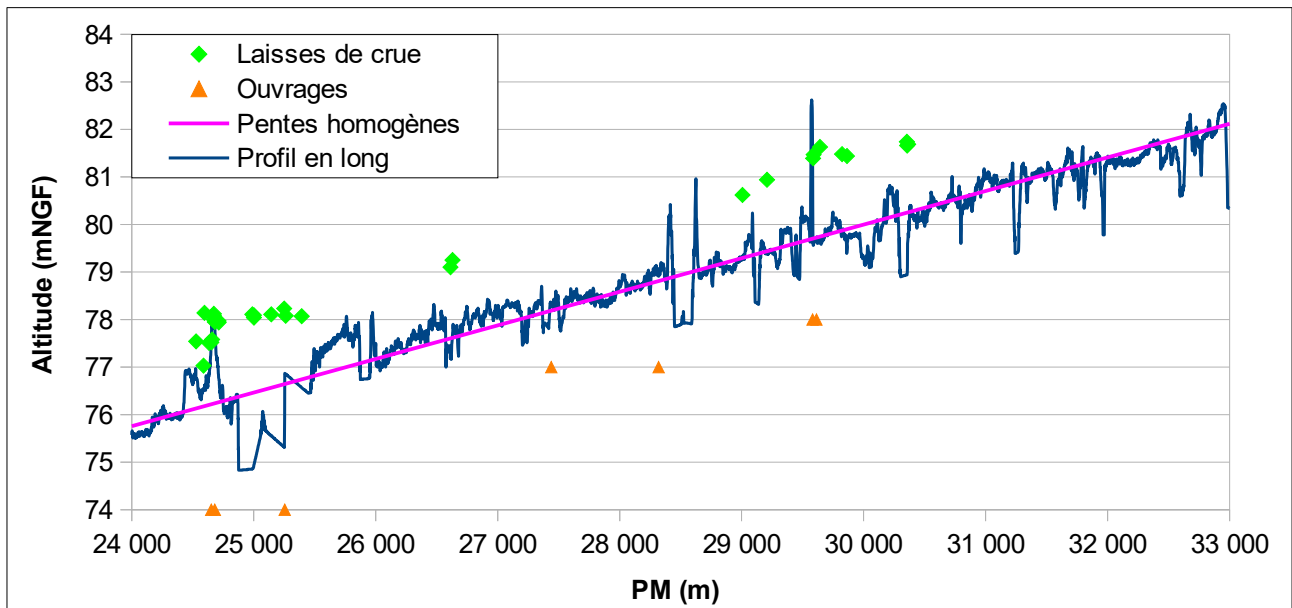


Illustration 7 : laisses de crue projetées sur l'axe d'écoulement et localisation des ouvrages (zoom sur les PM 24 000 à 33 000 m)

Une analyse a été menée tronçon par tronçon pour construire la ligne d'eau de la crue de 2016 du Beuvron.

Dans les secteurs présentant une forte densité de laisses de crue, celles-ci ont permis de tracer la ligne d'eau et d'identifier les pertes de charge singulières (Illustration 8).

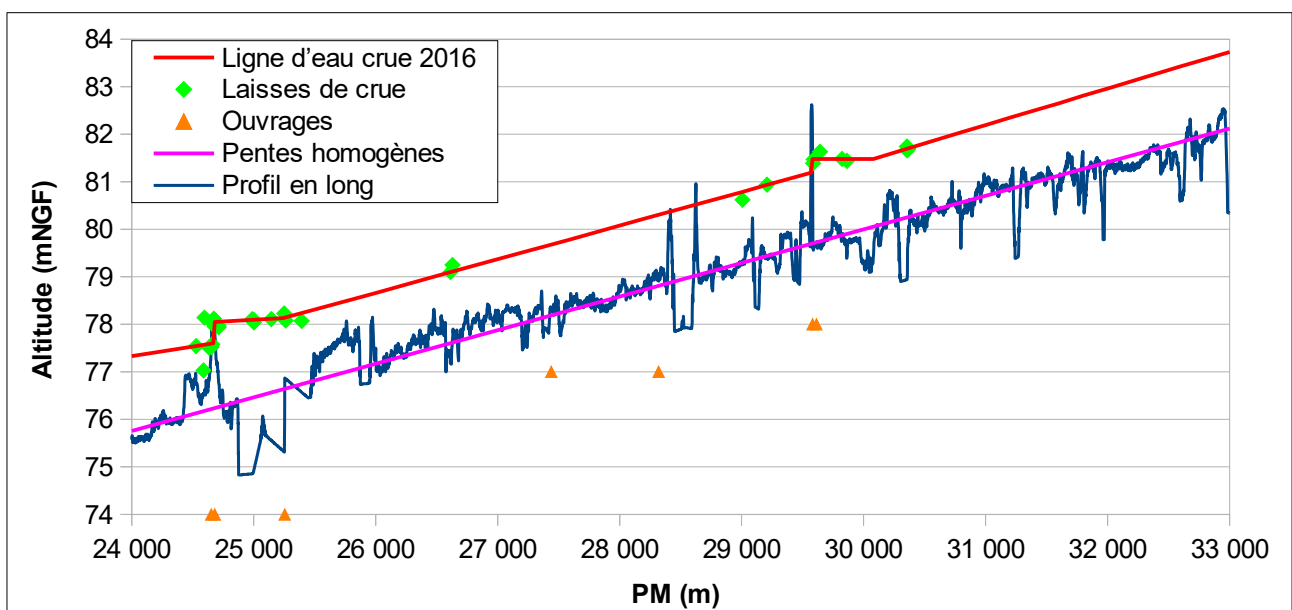


Illustration 8 : ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, reconstituée à partir des laisses de crue (zoom sur les PM 24 000 à 33 000 m)

Dans les secteurs amont et hors agglomération, les témoignages ont été moins nombreux. Dans les zones hydrologiquement homogènes, entre deux affluents par exemple, l'hypothèse retenue consiste à construire la ligne d'eau par parallélisme avec le profil en long du lit majeur (Illustration 9).

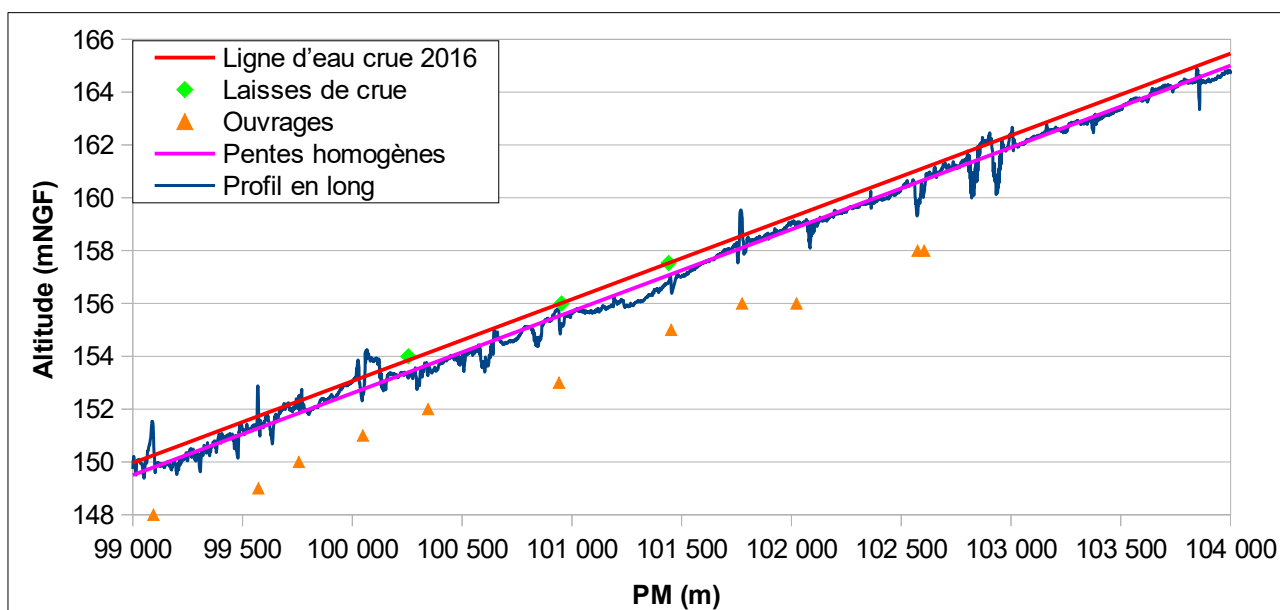


Illustration 9 : ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, reconstituée avec les laisses de crue et en faisant un parallélisme avec le profil en long du lit majeur (zoom sur les PM 99 000 à 104 000 m)

## 5.2 Reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon par tronçon, depuis l'aval du bassin versant

### ► Tronçon PM 0 à 5 000 m, communes de Candé-sur-Beuvron, Valaire, Les Montils et Monthou-sur-Bièvre (Illustration 10)

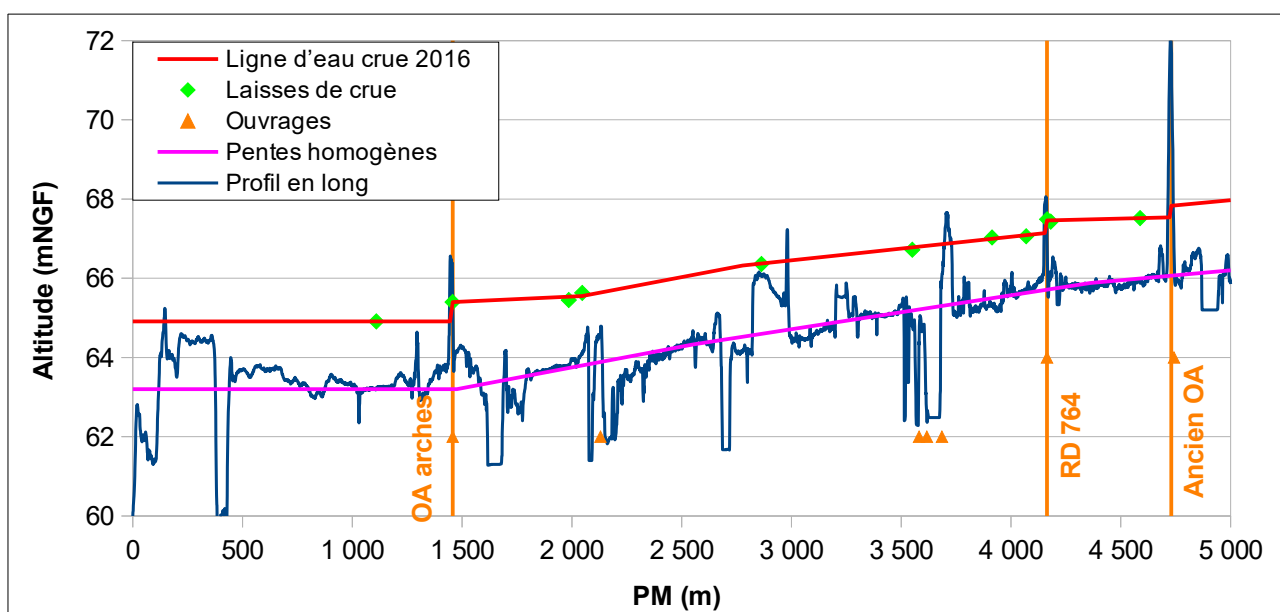


Illustration 10 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 0 à 5 000 m

Le profil en long du lit majeur du Beuvron est plat dans le secteur aval. Un plan d'eau a donc été représenté entre l'ouvrage maçonné à arches de Candé-sur-Beuvron et la confluence avec le Cosson puis avec la Loire. Sa cote a été fixée au niveau de l'unique laisse de crue disponible, à 64,91 mNGF.

Plus en amont, les laisses de crue mettent en évidence l'impact de l'ouvrage maçonné sur les écoulements, générant une perte de charge singulière estimée<sup>6</sup> à 0,49 m.

Entre les PM 2 046 et 2 778 m, la ligne d'eau a été tracée suivant la pente locale du lit majeur. Plus en amont, elle a été établie en fonction des laisses de crues relevées.

<sup>6</sup> Les estimations de perte de charge singulière ont été faites en comparant les lignes d'eau amont et aval des ouvrages.

L'ouvrage de franchissement de la RD 764 semble avoir un impact sur la ligne d'eau, d'après les informations nivelées. Celui-ci générerait une perte de charge évaluée à 0,32 cm, ainsi qu'une ligne d'eau à faible pente (remous) jusqu'à l'obstacle situé environ 600 m en amont. Ce dernier est un ancien ouvrage, reliant Ouchamps et Les Montils, dont seul le remblai subsiste actuellement (destruction entre les années 1980 et 1986 d'après les photographies aériennes de l'époque<sup>7</sup>).

Le remblai de cet ancien ouvrage représente un obstacle aux écoulements dans le lit majeur du Beuvron, qu'il bloque partiellement. La perte de charge générée a été estimée à 0,29 m.

► **Tronçon PM 5 000 à 12 000 m, communes des Montils, Ouchamps, Seur, Chitenay et Cellettes** (Illustration 11)

Deux laisses de crue ont été écartées sur ce secteur. Celle nivelée à 70,53 mNGF semble trop haute comparée aux autres informations sur ce tronçon. La laisse nivelée à 69,03 mNGF ne correspond pas au pic de la crue. Il s'agit d'une photographie prise lors de la décrue.

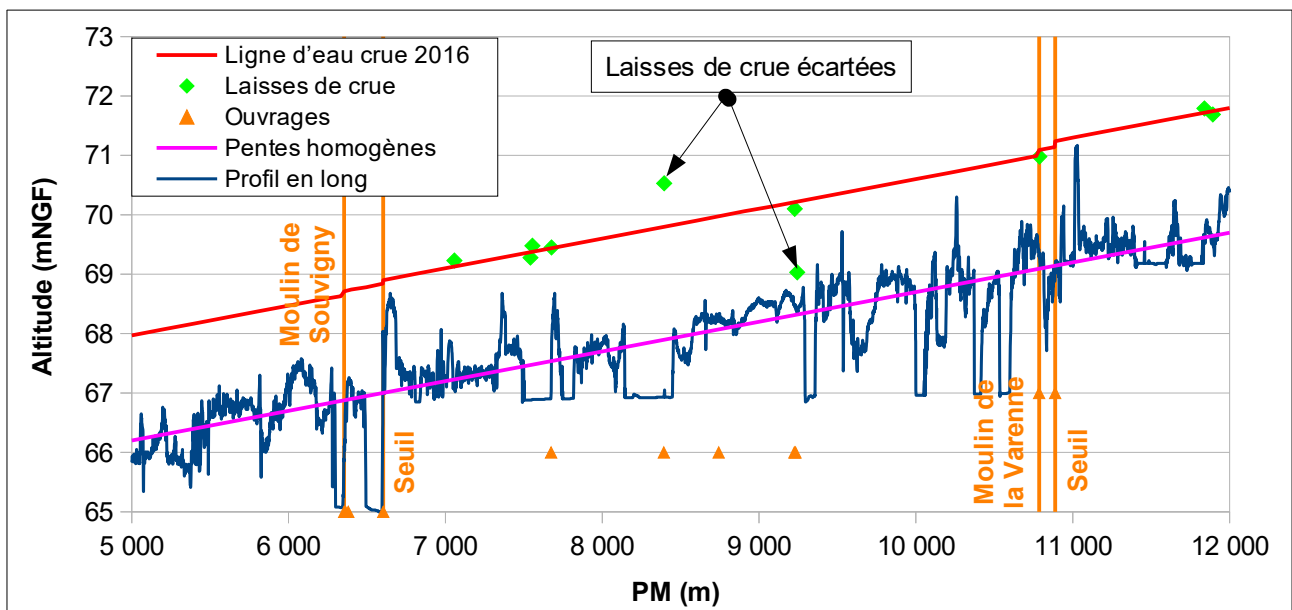


Illustration 11 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 5 000 à 12 000 m

La ligne d'eau a été tracée de façon à passer au plus près du plus grand nombre de laisses. Sa pente correspond à celle du terrain naturel en lit majeur.

Les moulins de la Varenne et de Souvigny, ainsi que les seuils présents directement en amont de chacun d'eux, ont un impact sur la ligne d'eau. D'après le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement de l'Onema<sup>8</sup>, hors crue, ils génèrent des chutes d'1,80 à 2,40 mètres. En période de crue, des pertes de charge moindres peuvent être observées.

Au niveau du seuil amont et du Moulin de la Varenne, des pertes de charge de, respectivement, 0,10 et 0,11 m ont été appliquées. Elles sont de 0,07 et 0,08 m pour le seuil aval (PM 6 603 m) et le Moulin de Souvigny.

► **Tronçon PM 12 000 à 18 000 m, communes de Cellettes, Cour-Cheverny et Mont-près-Chambord** (Illustration 12)

L'information nivelée à 71,23 mNGF (PM 12 141 m) avait été qualifiée de douteuse lors de la campagne de recensement de laisses de crue, elle a donc été écartée lors de la reconstitution de la ligne d'eau.

La mairie de Cellettes a posé un repère de la crue de 2016 sur une habitation de la rue Nationale. Il a été nivelé à 72,52 mNGF, valeur qui paraît élevée au vu des autres informations relevées à proximité. Ce niveau d'eau peut être dû à une surcote localisée liée à la configuration du bâti/de la rue.

<sup>7</sup> Disponibles sur <https://remonterletemps.ign.fr/>

<sup>8</sup> Office national de l'eau et des milieux aquatiques / devenu OFB (Office Français de la Biodiversité)

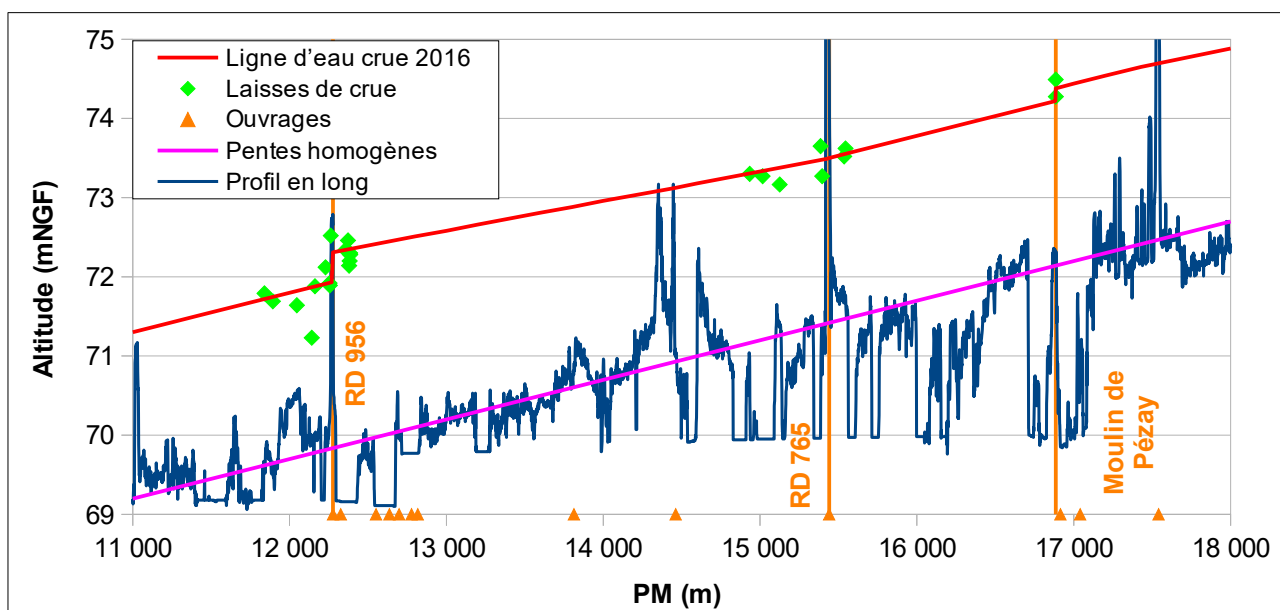


Illustration 12 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 12 000 à 18 000 m

En aval de la RD 956 à Cellettes, la ligne d'eau a été tracée de façon à passer au plus près du plus grand nombre de laisses (il s'agit de la même pente que sur le tronçon précédemment décrit, allant du PM 5 000 à 12 000 m).

Entre la RD 956 et la RD 765 à Cellettes, la ligne d'eau a également été tracée à partir des laisses de crue. À noter que sur ce tronçon, les cotes des laisses de crue sont très variables pour des PM très proches. La décision a été prise de tracer la ligne d'eau de manière à passer entre ces laisses.

En amont de la RD 765, la ligne d'eau a été tracée parallèle à la pente du terrain naturel et passant au plus près des informations de niveau d'eau relevées.

L'ouvrage de franchissement de la route départementale 956 semble avoir généré une perte de charge de 0,38 m.

Le Moulin de Pézay est indiqué dans le ROE de l'Onema comme générant une chute de 2,10 m en dehors des périodes de crue. Lors d'un événement hydrologique important, il peut donc avoir un impact, même moindre, sur la ligne d'eau. En traçant la ligne d'eau parallèle à la pente du lit majeur et passant par les laisses de crue situées en amont de la RD 765, la perte de charge liée au moulin de Pézay est estimée à 0,16 m.

### ► Tronçon PM 18 000 à 26 000 m, communes de Cour-Cheverny, Mont-près-Chambord, Tour-en-Sologne et Bracieux (Illustration 13)

La ligne d'eau a été reconstituée de manière à passer au plus près du plus grand nombre de laisses de crue, aussi bien en aval (au moulin de Pézay – Illustration 12) qu'en amont du secteur, à Bracieux.

A Tour-en-Sologne, une riveraine a témoigné que les laisses les plus basses (entre les PM 21 600 à 22 600 m) représentaient bien la crue du Beuvron alors que les niveaux d'eau plus élevés étaient dus à la vidange d'un étang situé à proximité. Il a été décidé de reconstituer une ligne d'eau passant entre l'ensemble de ces laisses.

A Bracieux, l'ouvrage de franchissement de la RD 102 semble avoir eu un impact sur les écoulements, au regard des informations nivelées. Il génère une perte de charge évaluée à 0,45 m, ainsi qu'un remous en amont.

Le site des Senoriales au lieu-dit « Goland » a été impacté par du ruissellement provenant de la forêt domaniale de Boulogne. La DDT du Loir-et-Cher et le Syndicat d'Entretien du Bassin du Beuvron ont souhaité que cette zone figure dans l'atlas des zones inondées en 2016. Ne s'agissant pas d'une inondation due aux débordements du Beuvron, ce secteur a été intégré dans les zones déconnectées (définition au § 6).

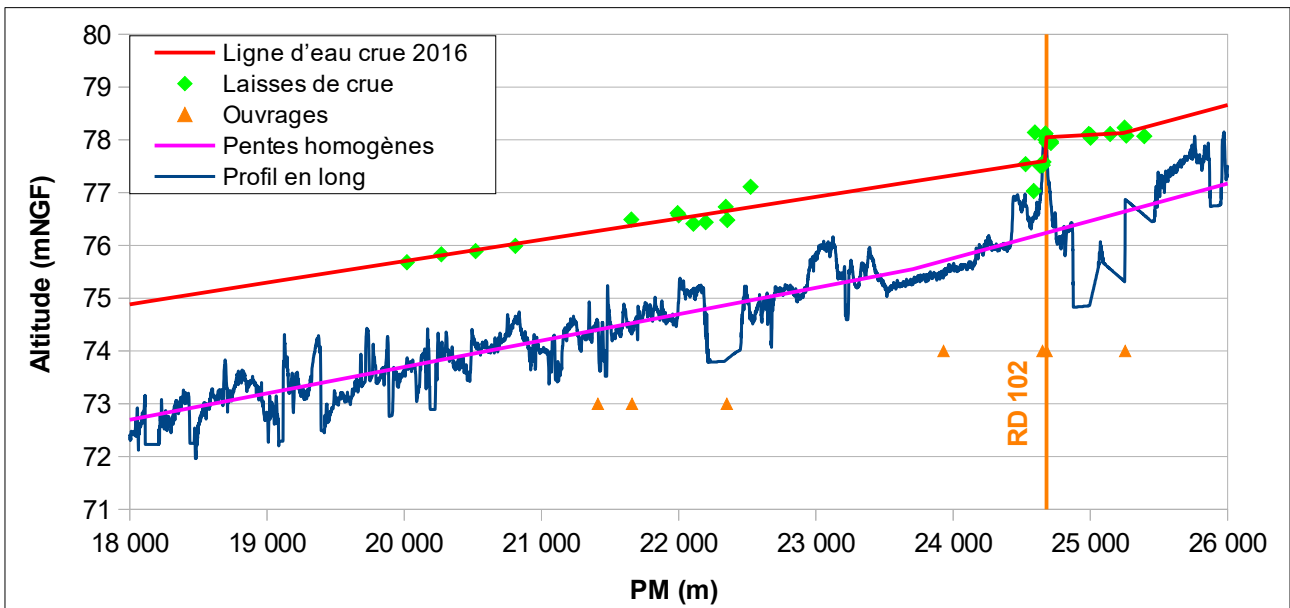


Illustration 13 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 18 000 à 26 000 m

► **Tronçon PM 26 000 à 33 000 m, communes de Bracieux, Neuvy et Bauzy** (Illustration 14)

En aval de la RD 923, la ligne d'eau a été reconstituée parallèle à la pente du lit majeur et passant par les laisses de crue présentes sur le secteur. La même chose a été faite en amont de la RD 923 au-delà du PM 30 000 m.

L'ouvrage de franchissement de cette route départementale semble avoir impacté les écoulements du Beuvron lors de la crue de 2016. Les laisses de crue (hormis la plus haute, à 81,63 mNGF, écartée) montrent qu'un remous a pu être généré à l'amont de l'ouvrage, avec une perte de charge estimée à 0,30 m.

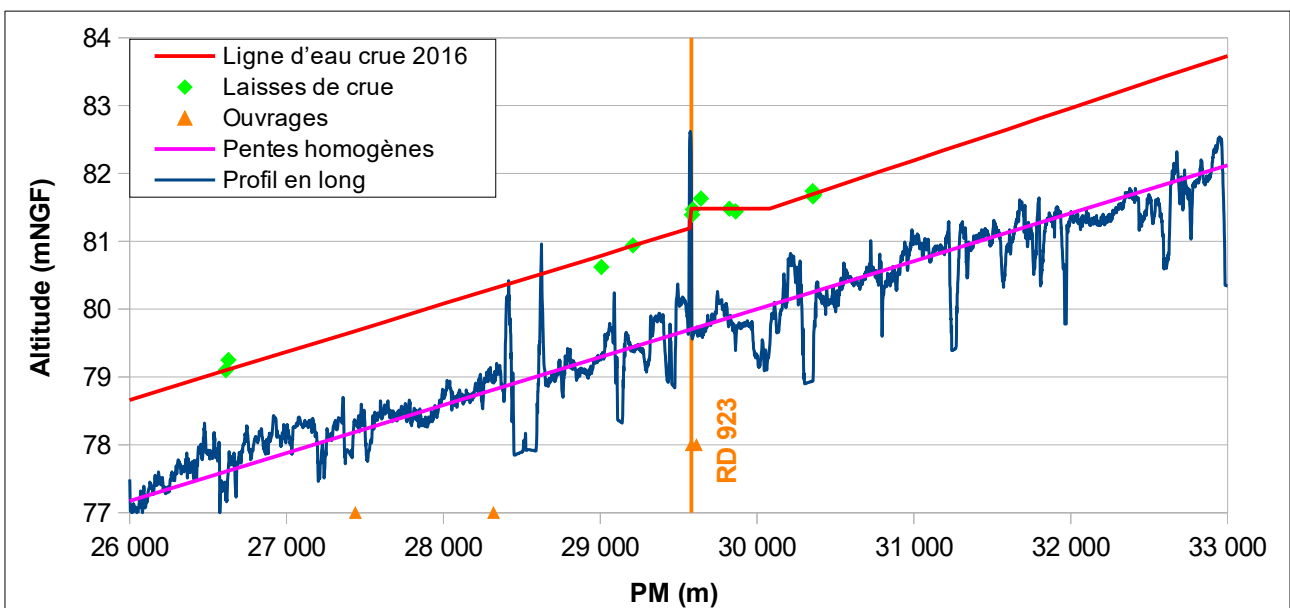


Illustration 14 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 26 000 à 33 000 m

► **Tronçon PM 33 000 à 39 000 m, communes de Bauzy, Montrieux-en-Sologne et Vernou-en-Sologne** (Illustration 15)

En aval et en amont de ce tronçon, la ligne d'eau a été tracée parallèle à la pente du terrain naturel et de manière à passer au plus près des laisses de crue présentes.

Au vu des informations disponibles en amont de l'ouvrage de franchissement de la RD 13, ce dernier semble avoir impacté sur les écoulements, générant ainsi un plan d'eau en amont. La perte de charge liée au pont a été estimée à 0,41 m.

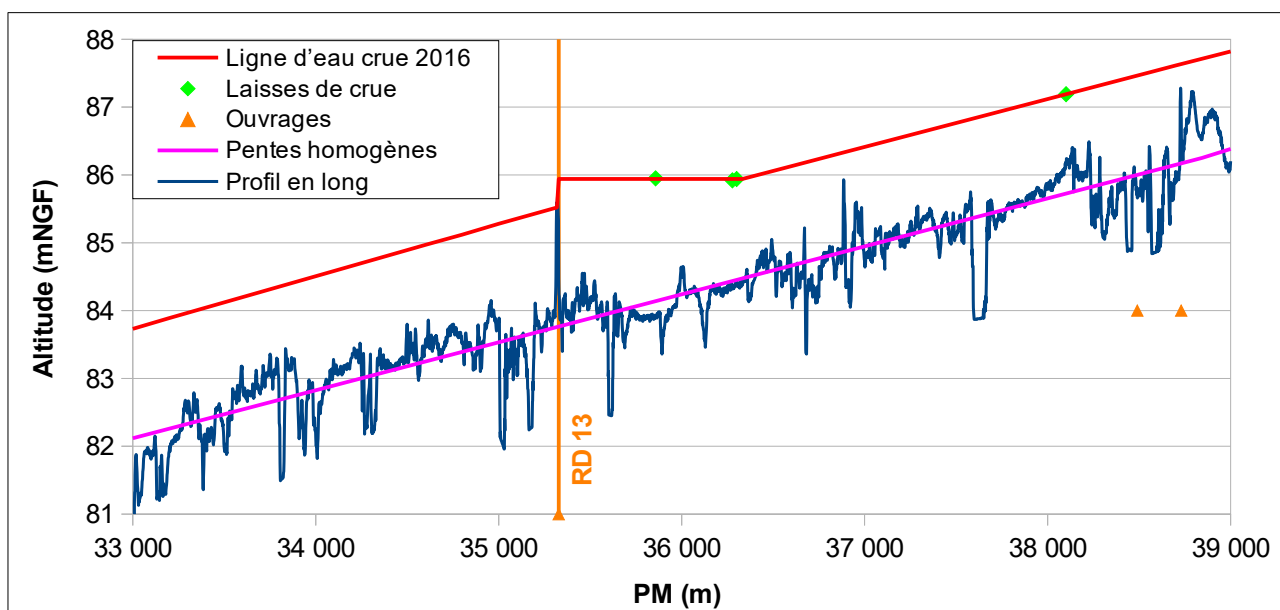


Illustration 15 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 33 000 à 39 000 m

► **Tronçon PM 39 000 à 49 000 m, communes de Montrieux-en-Sologne, Vernou-en-Sologne et Neung-sur-Beuvron (Illustration 16)**

En aval de ce tronçon, la ligne d'eau a été reconstituée parallèlement à la pente du lit majeur et de manière à passer au plus près des données relevées.

Au vu de la laisse de crue au PM 43 745 m à 92,40 mNGF, le moulin de la Gauchère (avec 2 seuils) semble avoir eu un impact sur la ligne d'eau lors de la crue de 2016. Cet impact est estimé à 0,35 m au seuil amont et 0,66 m au seuil aval.

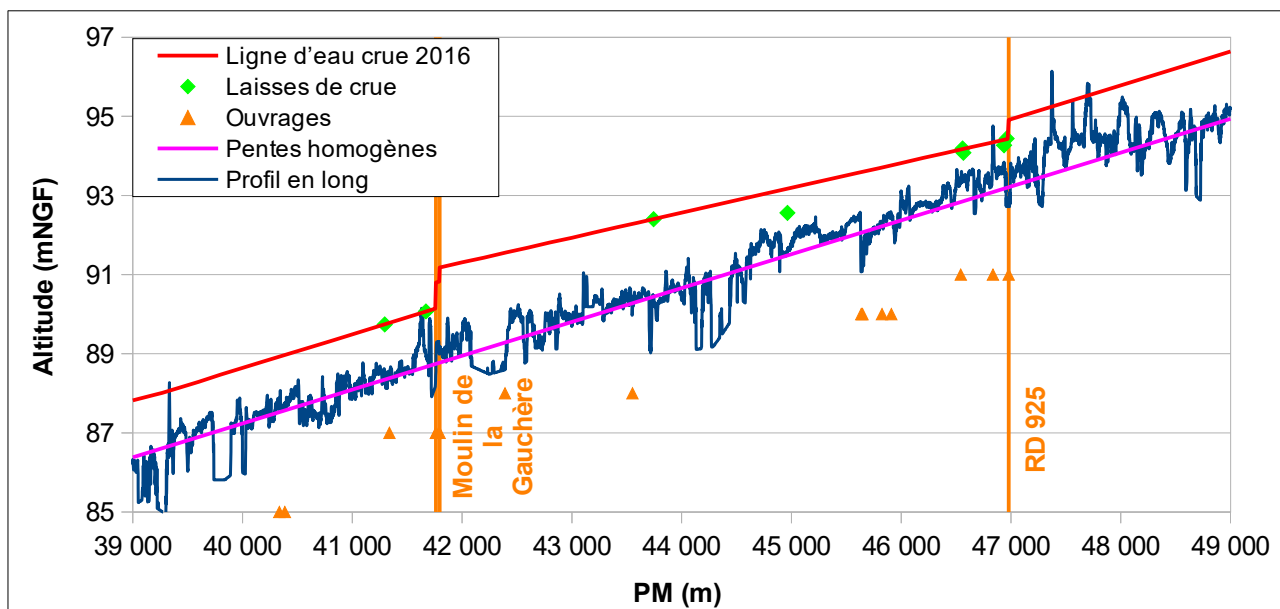


Illustration 16 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 39 000 à 49 000 m

La laisse de crue à 92,56 mNGF au PM 44 963 m semble basse comparée aux autres informations disponibles.

L'ouvrage de la RD 925 semble avoir généré une perte de charge, estimée à 0,50 m.

La laisse de crue au PM 46 842 m a été corrigée : sa cote est de 94,31 mNGF et non 94,11 mNGF.



► **Tronçon PM 49 000 à 57 000 m, communes de Neung-sur-Beuvron, La Ferté-Beauharnais, Saint-Viâtre et Chaumont-sur-Tharonne** (Illustration 17)

La ligne d'eau a été tracée grâce aux laisses de crue présentes sur le tronçon, tout en étant parallèle à la pente moyenne du lit majeur. Excepté au droit de l'ouvrage de la RD 922, qui génère une perte de charge de 0,34 m.

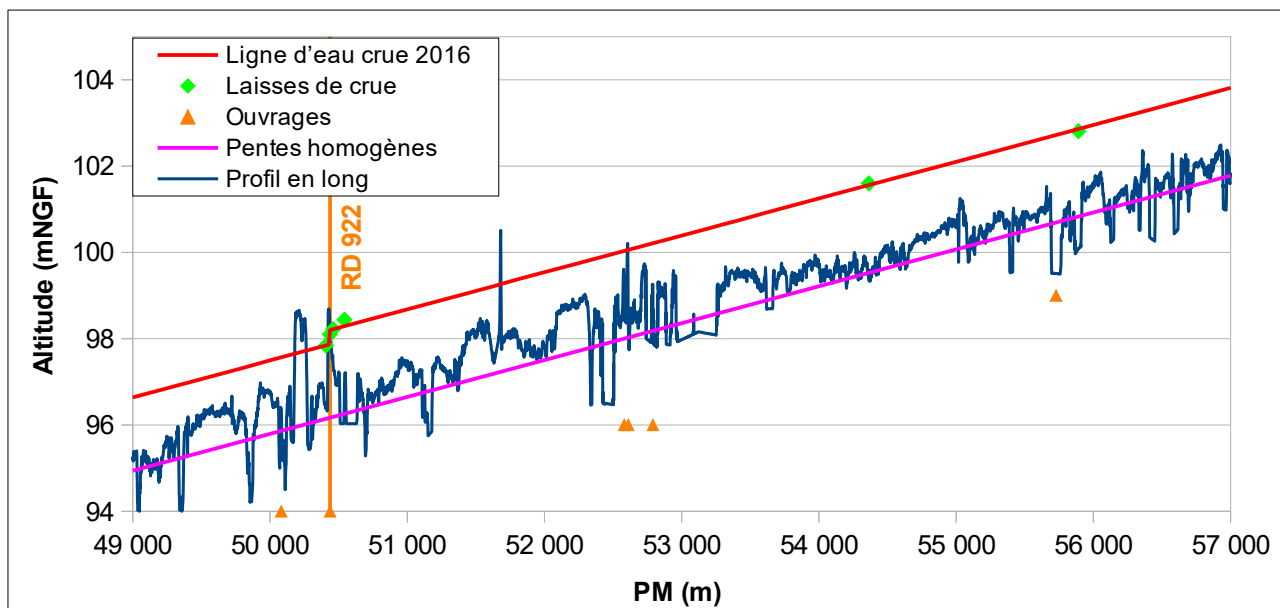


Illustration 17 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 49 000 à 57 000 m

► **Tronçon PM 56 500 à 65 900 m, communes de Saint-Viâtre, Chaumont-sur-Tharonne et Lamotte-Beuvron** (Illustration 18)

Certaines laisses de crue du secteur (au niveau de la Fédération Française d'Équitation à Lamotte-Beuvron) ont été écartées, semblant trop basses. Elles ont été comparées aux autres informations disponibles à proximité mais également aux images satellitaires (SPOT 6<sup>9</sup>).

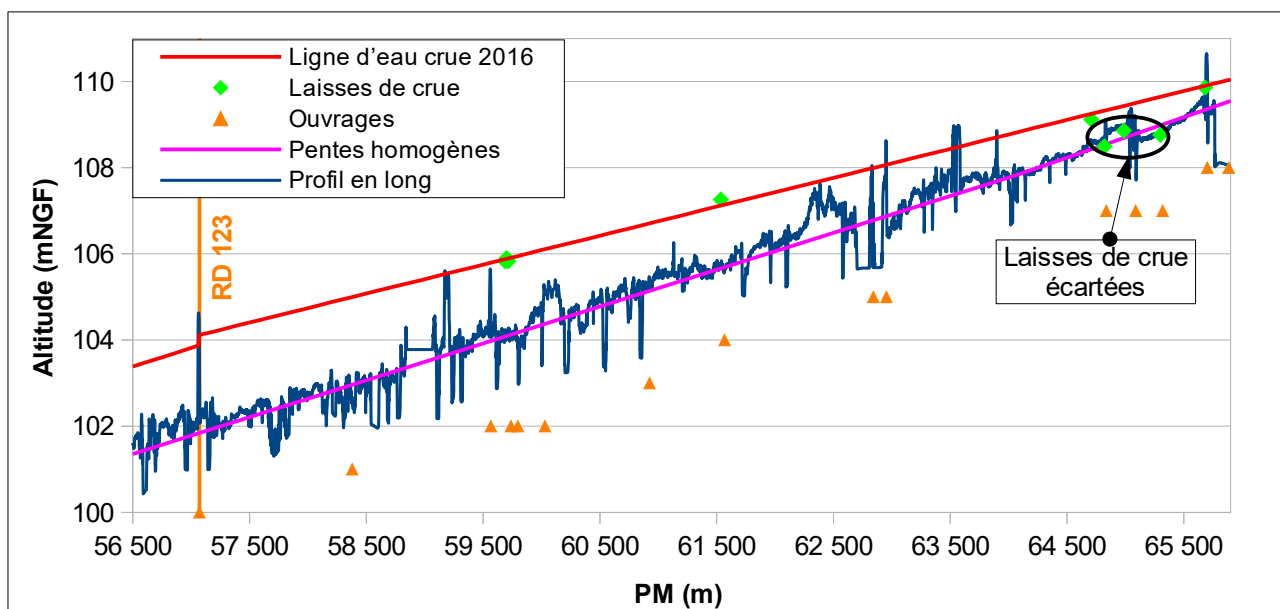


Illustration 18 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 56 500 à 65 900 m

Entre la RD 123 et l'A71 et au-delà du PM 63 200 m, la ligne d'eau a été tracée en fonction des laisses de crue disponibles.

La perte de charge générée par l'ouvrage de la RD 123 a été estimée à 0,25 m.

9 Disponibles gratuitement sur <https://www.geoportail.gouv.fr/>

► **Tronçon PM 65 900 à 67 500 m, commune de Lamotte-Beuvron** (Illustration 19)

Dans le centre de Lamotte-Beuvron, deux ouvrages ont impacté les écoulements de la rivière en crue : la voie ferrée et la RD 2020 semblent avoir généré des pertes de charge de, respectivement, 0,94 et 0,63 m.

Entre les deux ouvrages, une ligne d'eau à faible pente a été représentée, passant au milieu des laisses de crue disponibles.

En amont de la RD 2020, les informations de niveau d'eau sont très dispersées. Certaines, issues de photographies, ont été écartées, ne semblant pas correspondre au pic de la crue. Certains niveaux d'eau ont été générés par le débordement de l'ancien canal de la Sauldre et non par le Beuvron. Ces deux comportements ont été représentés : il en découle deux lignes d'eau, l'une passant par les laisses de la crue du Beuvron, l'autre passant par celles du débordement de l'ancien canal de la Sauldre. La première a été appliquée dans le secteur nord de l'ancien canal. La seconde, sur le secteur au sud de l'ancien canal (Illustration 20).

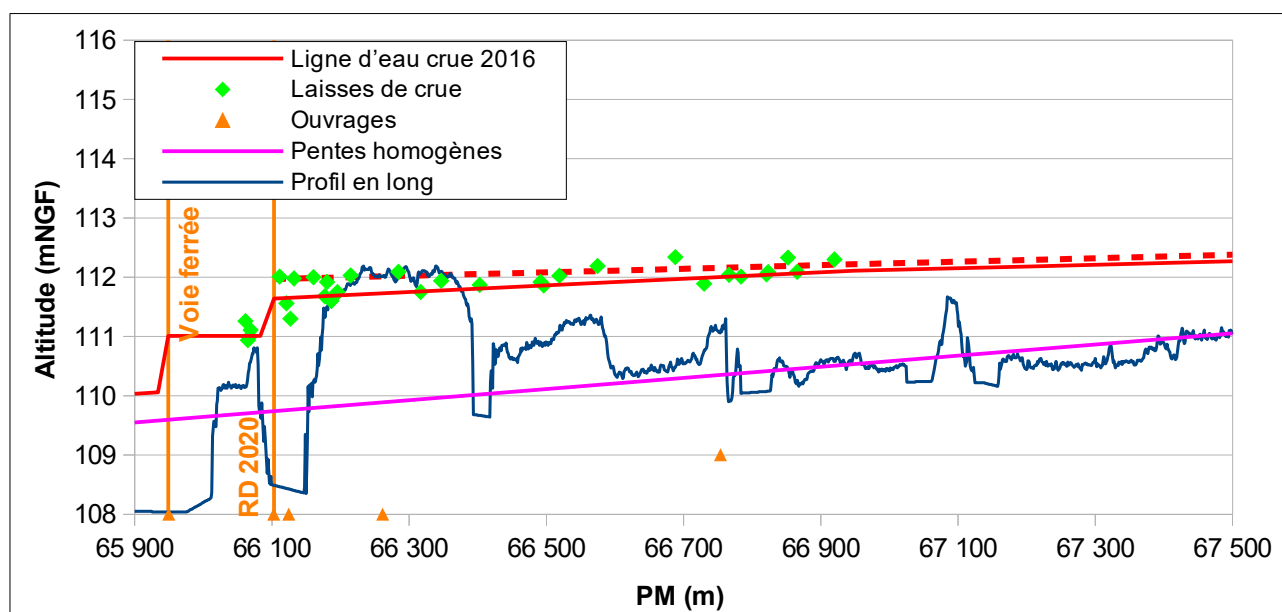


Illustration 19 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 65 900 à 67 500 m – en tirets, la ligne d'eau liée aux débordements de l'ancien canal de la Sauldre

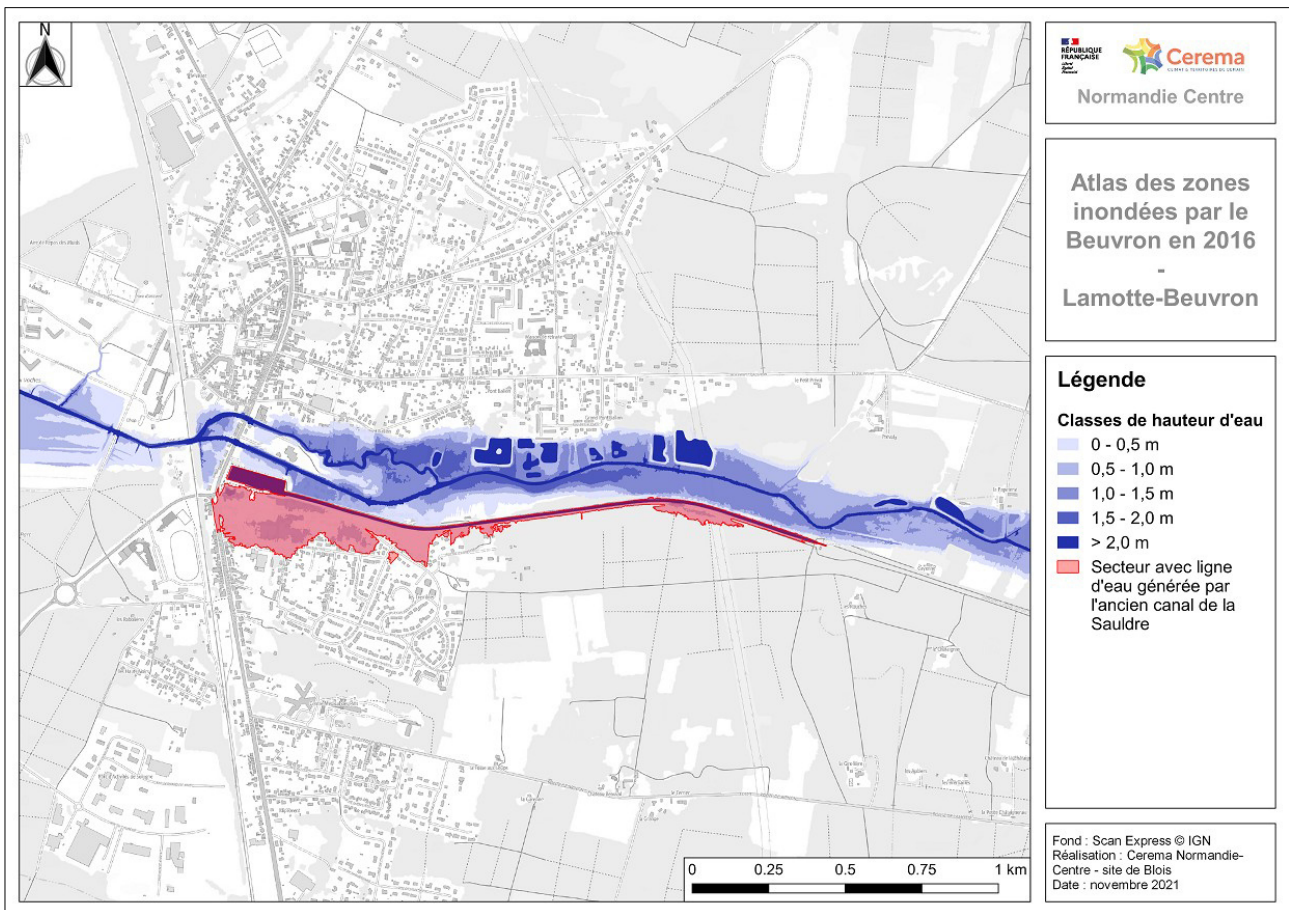


Illustration 20 : secteur de Lamotte-Beuvron sur lequel la ligne d'eau générée par l'ancien canal de la Saultre a été appliquée

► **Tronçon PM 67 500 à 85 000 m, communes de Lamotte-Beuvron, Nouan-le-Fuzelier, Vouzon, Pierrefitte-sur-Saultre, Chaon et Brinon-sur-Saultre (Illustration 21)**

La laisse au PM 73 891 m, à 118,84 mNGF, a été écartée. Sa fiabilité avait été jugée moyenne lors de la campagne de recensement.

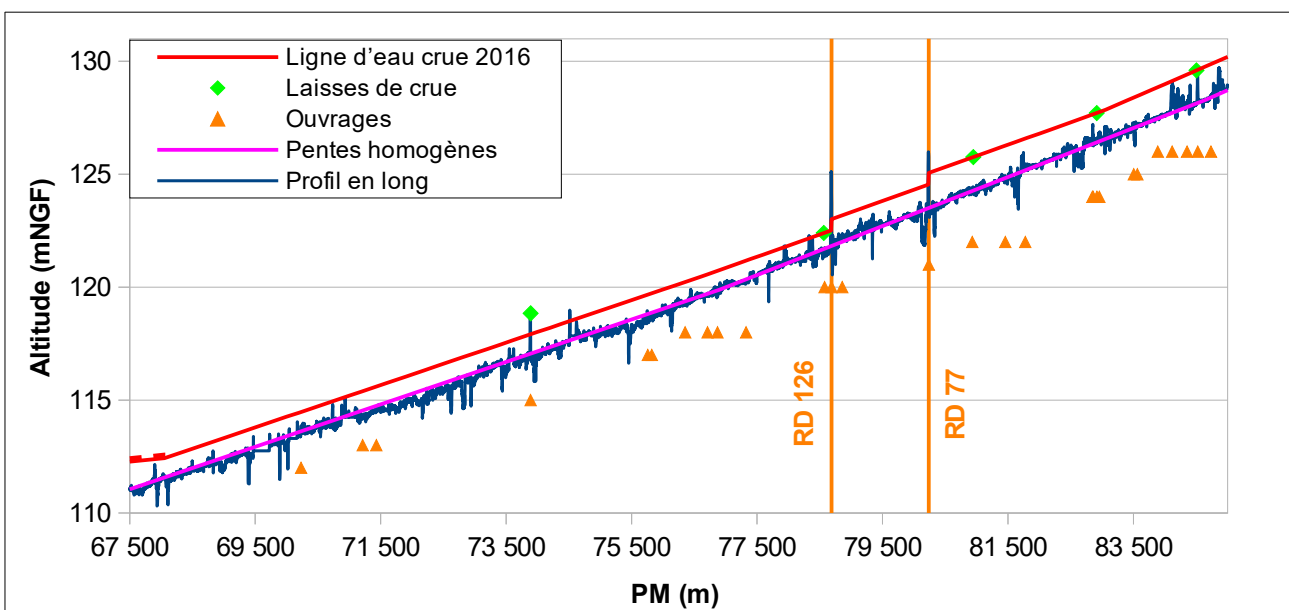


Illustration 21 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 67 500 à 85 000 m – en tirets, en aval, la ligne d'eau liée aux débordements de l'ancien canal de la Saultre

La ligne d'eau a été reconstituée parallèlement à la pente du lit majeur et de manière à passer parmi les laisses de crue présentes.

En absence d'informations entre les routes départementales 126 et 77, il a été décidé de répartir les pertes de charge : 0,50 m générés par l'ouvrage de la RD 126 et 0,52 m par celui de la RD 77.

La laisse de crue au PM 84 504 m a été corrigée : sa cote est de 129,60 mNGF et non 128,78 mNGF.

► **Tronçon PM 85 000 à 94 000 m, communes de Isdes et Cerdon** (Illustration 22)

Sur ce tronçon, la ligne d'eau a été tracée parallèle à la pente du terrain naturel. Elle passe par les laisses de crue du tronçon aval (même pente depuis la RD 77 du tronçon décrit précédemment).

L'unique laisse de crue disponible a été écartée, jugée de fiabilité moyenne lors de la campagne de recensement.

La ligne d'eau en amont du PM 92 000 m a été tracée de manière à conserver la même charge hydraulique.

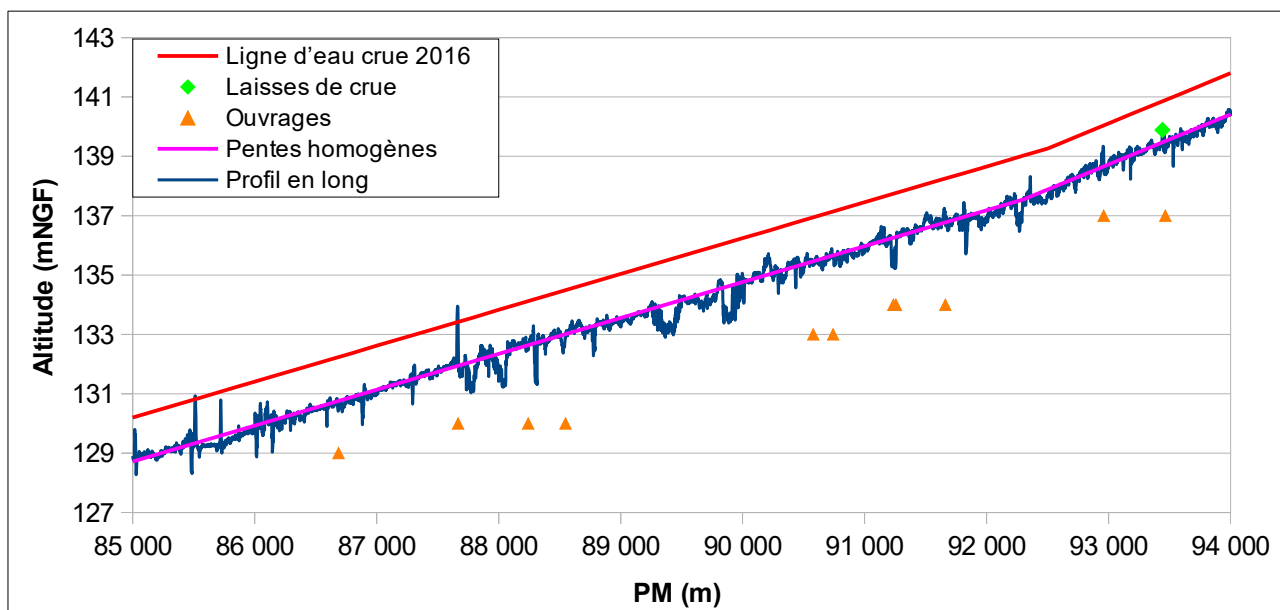


Illustration 22 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 85 000 à 94 000 m

► **Tronçon PM 94 000 à 97 000 m, commune de Cerdon** (Illustration 23)

La ligne d'eau a été reconstituée à partir des laisses de crue disponibles dans le secteur.

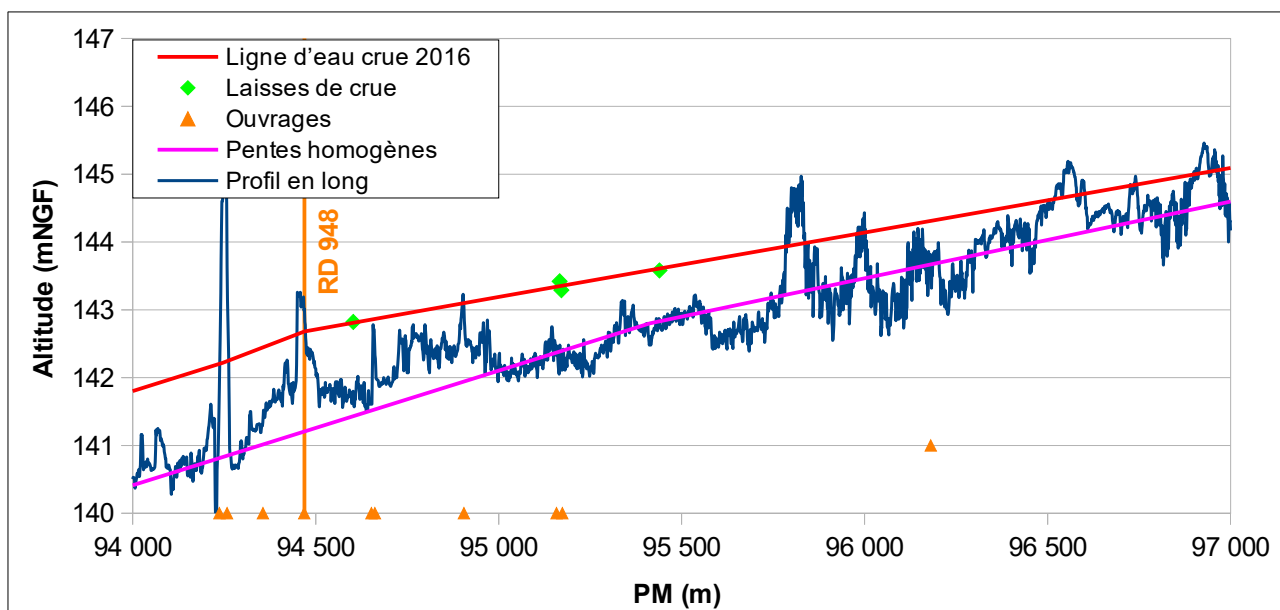
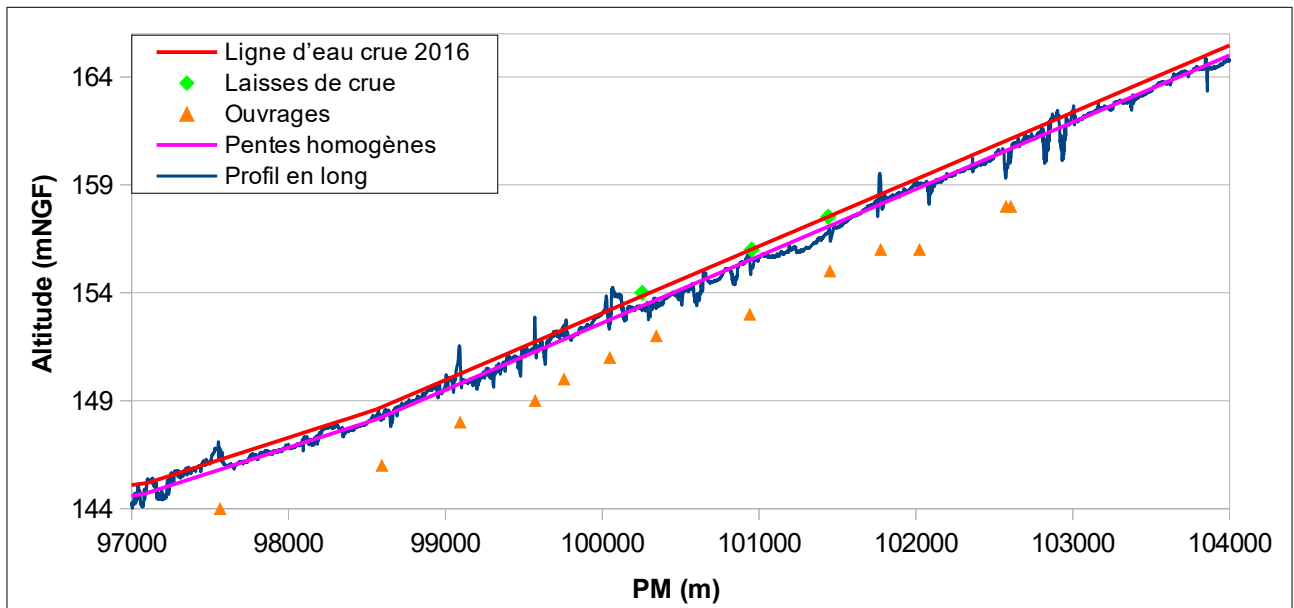


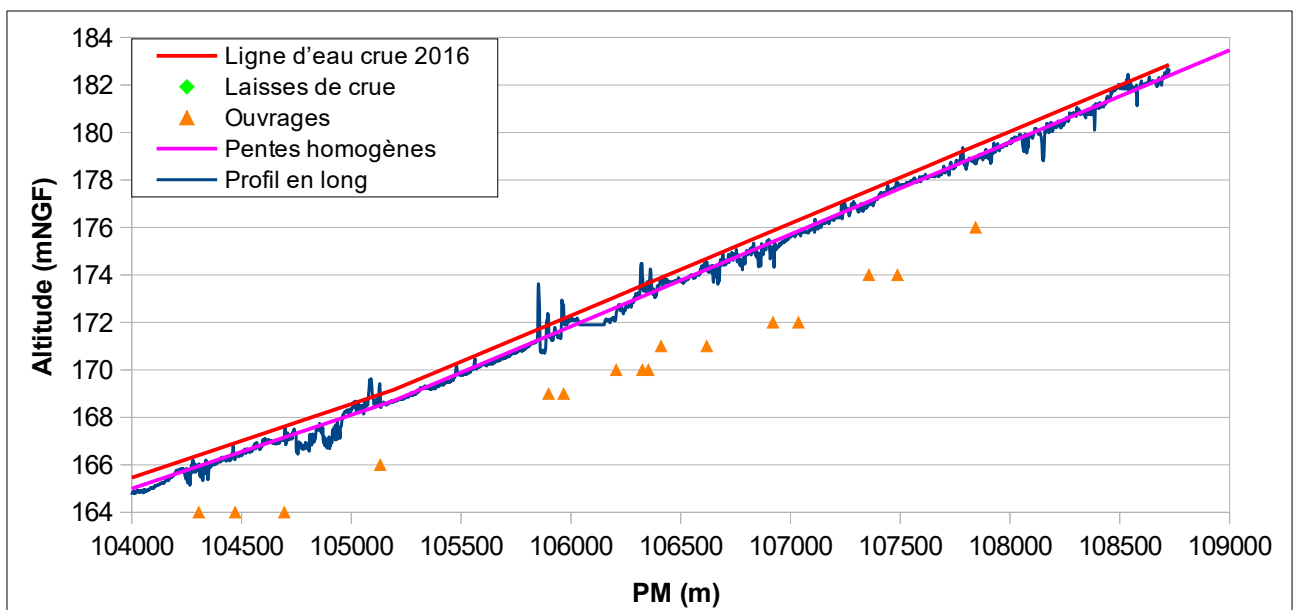
Illustration 23 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 94 000 à 97 000 m

► **Tronçon PM 97 000 à 108 724 m, communes de Coullons et Cerdon (Illustrations 24 et 25)**



*Illustration 24 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 97 000 à 104 000 m*

Les témoignages sur ce secteur amont sont très peu nombreux et même inexistants au-delà du PM 102 000 m.



*Illustration 25 : reconstitution de la ligne d'eau du Beuvron lors de la crue de 2016, tronçon PM 104 000 à 109 000 m*

La ligne d'eau a été tracée parallèle au profil en long du lit majeur, tout en se basant sur les 3 laisses de crues sur la zone amont de Cerdon, aux fermes des Grands Abrués, des Petits Abrués et des Absords.

## 6 Cartographie des zones inondées par le Beuvron en 2016

La ligne d'eau du Beuvron a été reconstituée de manière graphique. L'étape suivante consiste à la transposer sous SIG pour cartographier l'emprise des zones inondées lors de la crue de mai-juin 2016.

Cette ligne d'eau est composée de secteurs à la pente homogène et de pertes de charge singulières. À chaque changement se trouve une rupture de pente. A chacun de ces points pivots (66 au total), un profil en travers a été créé dans le lit majeur et ce, perpendiculairement aux écoulements. Les PM et les cotes de ces profils sont connus.

Des profils complémentaires ont été créés, notamment au niveau des méandres, pour décrire correctement les écoulements et éviter une interpolation linéaire (entre profils) non réaliste. Pour la présente étude, 365 profils ont été créés (initiaux et complémentaires).

Des cotes ont été appliquées à chaque profil, calculées à partir des pentes de la ligne d'eau (entre chaque point pivot).

Une fois les profils en travers tracés et les cotes attribuées, les niveaux d'eau ont été interpolés linéairement entre profils, avec un rendu raster appelé MNSLE (modèle numérique de surface libre en eau).

Les hauteurs d'eau ont été obtenues en soustrayant le MNT LIDAR au MNSLE. Le résultat est un raster composé de pixels de résolution 1 m x 1 m.

Les hauteurs d'eau ont ensuite été classées selon les gammes suivantes :

- de 0 à 0,50 m,
- de 0,5 à 1,0 m,
- de 1,0 à 1,5 m,
- de 1,5 à 2,0 m,
- et toutes les hauteurs d'eau supérieures à 2,0 m.

Le raster de hauteurs d'eau classées a été lissé et transformé en vecteur. Des isocotes ont été générées par tranche d'1 mètre.

Le lit mineur et les plans d'eau ont été intégrés dans la plus forte classe de hauteurs d'eau (> 2 mètres). Ces informations sont issues des données « Surfaces en eau » de la BD TOPO de l'IGN.

Cette méthode de cartographie des zones inondables fait apparaître des secteurs inondés (zones de cuvette) pourtant hydrauliquement déconnectés du Beuvron. Ces zones dites « déconnectées » n'ont, initialement, pas vocation à être conservées dans la cartographie finale. Elles sont affichées dans la cartographie provisoire afin de faire l'objet d'un échange avec les élus locaux pour déterminer si elles doivent être conservées (car réellement inondées, par ruissellement par exemple) et intégrées dans la cartographie finale ou non. La DDT du Loir-et-Cher a souhaité que ces zones soient conservées et restent affichées en tant que « zones déconnectées » ou « zones inondées sans rapport apparent avec la crue du Beuvron ». Elles ne sont donc pas représentées de la même manière que les zones inondables du Beuvron. La liste de ces zones déconnectées n'est pas exhaustive.

L'illustration 26 présente la reconstitution cartographie des zones inondées par le Beuvron en 2016 dans le secteur de Lamotte-Beuvron.

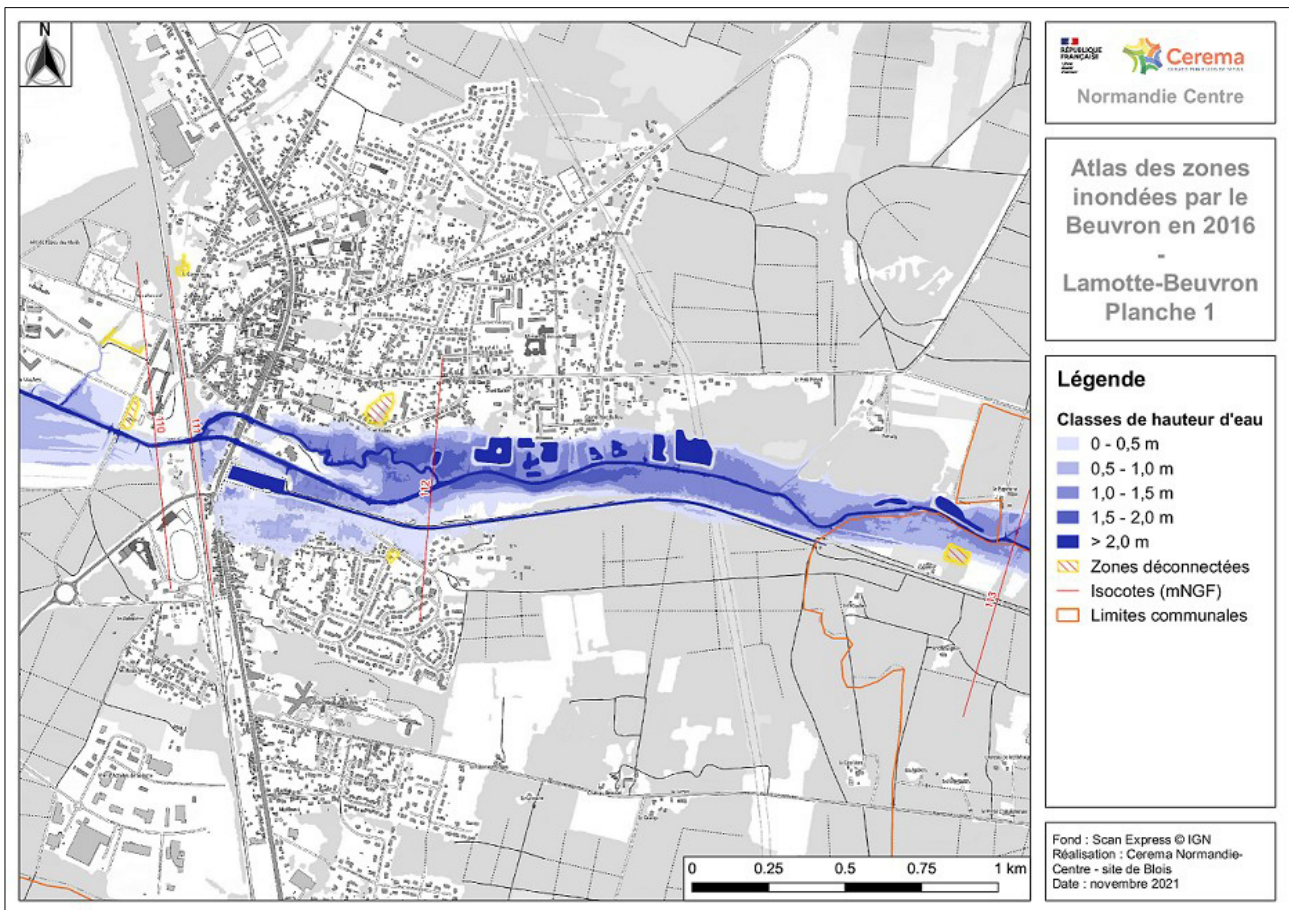


Illustration 26 : cartographie des zones inondées par le Beuvron en 2016, secteur de Lamotte-Beuvron

L'atlas cartographique des zones inondées est disponible en Annexe 2, avec différents fonds cartographiques (BD Ortho et Scan Express de l'IGN). Il se compose de 92 planches dont 60 cartes à l'échelle 1/10 000 (33 planches pour l'Annexe 2 simplifiée).

### Points d'attention

- ▶ Cette cartographie a été réalisée à partir de laisses de crue. Par conséquent, sa précision dépend directement des informations relevées, notamment des témoignages. La fiabilité de ces derniers a été jugée lors de la campagne de terrain puis la fiabilité des niveaux d'eau indiqués a été vérifiée en comparant les données entre elles. Cependant, la ligne d'eau ne peut être précise au centimètre près.
- ▶ La densité de laisses de crue n'est pas la même tout le long du Beuvron. Certains secteurs en sont presque dépourvus, ce qui diminue la précision de la cartographie. Néanmoins, ceci est plutôt observé dans les zones à faibles enjeux. Dans ces secteurs, la ligne d'eau a été tracée parallèle à la pente du lit majeur.
- ▶ Au niveau des ouvrages, des pertes de charge singulière ont été estimées lorsque la présence de laisses de crue le permettait. En absence d'information, aucune perte de charge n'a été tracée, ce qui ne signifie pas qu'il n'y en a pas eu.
- ▶ La présente étude correspond à la cartographie des zones inondées par le Beuvron en 2016 et ce, sur tout son linéaire. Lors de cet événement, la Loire n'a pas connu de crue significative. L'emprise des zones inondées est donc inférieure à ce qu'elle aurait été en cas d'une crue concomitante de la Loire.

Le département du Loir-et-Cher dispose depuis 2003 d'un atlas des zones inondables (AZI) du Beuvron. Il a été réalisé à l'aide d'un modèle hydraulique monodimensionnel, avec pour crue de référence celles de 1856 et 1910. Il s'étend de Candé-sur-Beuvron à Chaon.

Dans cet AZI de 2003, les aléas sont classés de faibles à très forts (classification du plan de prévention des risques d'inondation (PPRI)). Il s'agit d'une combinaison entre les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement atteintes :

- aléa faible : hauteur de submersion inférieure à 0,5 m sans courant,
- aléa moyen : hauteur de submersion de 0 à 0,5 m avec courant ou de 0,5 à 1,0 m sans courant,

- aléa fort : hauteur de submersion de 0,5 à 1,0 m avec courant ou de 1 à 2 m sans courant,
- aléa très fort : hauteur de submersion de 1 à 2 m avec courant ou supérieure à 2 m sans courant.
- L'estimation des vitesses avait été rendue possible par l'utilisation d'un modèle hydraulique (le logiciel HEC-RAS fournit une vitesse en lit majeur rive gauche, lit mineur et lit majeur rive droite pour chaque profil en travers qui constitue le modèle hydraulique).

Dans la présente étude, aucun modèle hydraulique n'a été utilisé. La ligne d'eau du Beuvron lors de l'événement de 2016 a été reconstituée à partir des informations de hauteur d'eau recueillies sur le terrain (laisses de crue). Ainsi, pour la cartographie réalisée lors de cette étude, seules les hauteurs d'eau sont fournies. Les classes d'aléa qui pourront y être rattachées ne résulteront donc pas d'une combinaison des hauteurs de submersion et des vitesses d'écoulement.

- ▶ La commune de Candé-sur-Beuvron (et Valaire dans une moindre mesure) est couverte par le PPRi de la Loire dont la crue de référence est celle de 1856. Son emprise est plus importante que celle des zones inondées par le Beuvron en 2016.

Sur cette commune, le périmètre du PPRi de la Loire a été ajouté aux cartes produites dans la présente étude.

- ▶ La commune de Candé-sur-Beuvron a été impactée à la fois par la crue du Beuvron et par celle de son affluent, le Cosson (Annexe 3). Cette dernière a également été cartographiée, en appliquant la même méthode, et a fait l'objet d'un rapport spécifique (*C18RB0018 – Atlas des zones inondables du Cosson – Crue de mai et juin 2016*).
- ▶ Les communes de Candé-sur-Beuvron, Valaire, Les Montils, Monthou-sur-Bièvre, Ouchamps, Seur, Chitenay et Cellettes sont concernées par le remous de la Loire. Ainsi, en cas de crue de la Loire, les zones inondées pourraient plus étendues que celles indiquées dans la présente cartographie (qui est une représentation de la crue de 2016, pour laquelle la Loire n'a pas connu une montée des eaux majeure).



## 7 Conclusion

Le Beuvron, affluent de la Loire, traverse les départements du Loiret, du Cher et du Loir-et-Cher. Il a connu une crue historique en mai et juin 2016. Cet événement a fait l'objet d'un retour d'expérience sous la forme de recensement et de nivellement d'informations sur les hauteurs d'eau atteintes au pic de la crue. Il s'agissait de témoignages, de photographies, de marques gravées ou de laisses de crue. Des fiches descriptives ont été réalisées pour chacune de ces informations, puis compilées dans un rapport d'étude (*C17RB0166 – Relevés de laisses de crue sur le Beuvron de Coullons jusqu'à la confluence avec la Loire – Crues de mai-juin 2016, mai 2015 et crues diverses*).

Ces données ont été analysées afin de valider leurs cohérences entre elles. Elles ont ensuite permis de reconstituer la ligne d'eau de crue du Beuvron et de cartographier les zones inondées lors de l'événement de 2016.

## **Annexe 1 – Exemple de fiche de laisses de la crue du Beuvron de mai et juin 2016**

# Laisse /repère de la crue de *mai-juin 2016*

**Date de relevé :**

26/03/2018

**Localisation :**

**Département :** Loir-et-Cher

**Rivière :** Beuvron

**Rive :** Gauche

**Commune :** Cellettes

**Adresse :**

N°18 impasse des Aulnaies

**Observations :**

Arrivée au-dessus du triangle  
jaune sur le compteur EDF

**Nature du repère :**

Témoignage oral

**Situation Lambert 93 :**

X : 580 714

Y : 6 715 718

**Altitude NGF IGN 69 :**

73.3 m

**Fiabilité :**

Fiable

Photographie de la laisse / repère de crue :

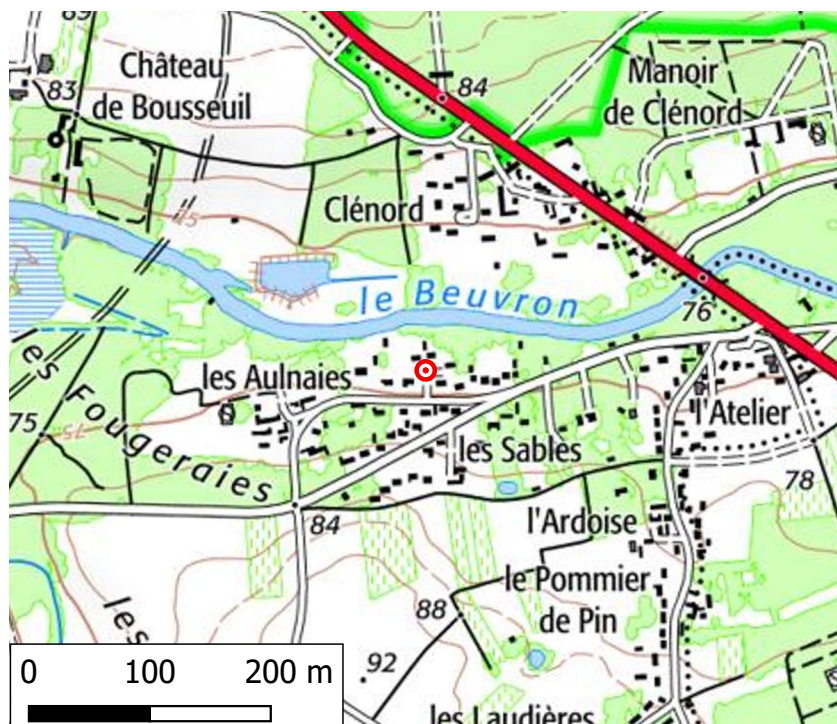


Vue Site



Marque

Plan de situation :



Scan 25® - ©IGN - Reproduction interdite



Bd ortho® 2010 - ©IGN - Reproduction interdite

## **Annexe 2 – Atlas des zones inondées par le Beuvron en mai et juin 2016**



**Cerema**

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN