

EXPLOITATION DES POTENTIALITES EN TERMES DE CHAMPS D'EXPANSION DE CRUE

Déclinaison opérationnelle sur le territoire du SAGE Yèvre-
Auron

Phase 1 — Description des zones d'expansion de crues



Avril 2020



BRL ingénierie

1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001
30001 NIMES CEDEX 5

Date du document	29 juillet 2019
Contact	Marie-Christine GERMAIN

Titre du document	Phase 1 – Description des zones d'expansion de crues
Référence du document :	A00515_YA
Indice :	V5

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
15/10/2019	V1		MSO/ALC	CBS
25/10/2019	V2	Remarques du 18/10 prises en compte	MSO	CBS
31/10/2019	V3	Analyse de la ZEC 2Y amont	MSO	CBS
04/11/2019	V4	Divers compléments et modifications carte ch. 6.2	ALC	CBS
16/12/2019	V5	Prise en compte des remarques suite à la réunion de phase 1	ALC	CBS
14/04/2020	V6 finale	Finalisation suite au point technique du 27 janvier	ALC	CBS

EXPLOITATION DES POTENTIALITES EN TERMES DE CHAMPS D'EXPANSION DE CRUE

Déclinaison opérationnelle sur le territoire du SAGE Yèvre- Auron

Phase 1 — Description des zones d'expansion de crues

1	CONTEXTE ET PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	3
1.1	PRINCIPE	3
1.2	INTRODUCTION, ZONE D'ETUDE	4
2	COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES EXISTANTES	8
2.1	BIBLIOGRAPHIE	8
2.2	HYDROLOGIE	10
2.2.1	Pré-analyse hydrologique	10
2.2.2	Données hydrologiques issues de la bibliographie	11
2.3	DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES	15
2.3.1	Données topographiques existantes	15
2.3.2	Besoins topographiques à prévoir pour la phase 2	18
2.4	ENJEUX, ALEAS	19
2.5	VISITES DE TERRAIN	19
3	ANALYSE HYDROLOGIQUE	20
3.1	CONTEXTE HYDROLOGIQUE	20
3.2	LES CRUES DE L'YEVRE ET DE L'AURON	20
3.3	LES STATIONS HYDROMETRIQUES	21
3.4	DEBITS ET VOLUMES DE CRUE	23
3.4.1	Débits de crue issus de la bibliographie	23
3.4.2	Débits SHYREG	24
3.4.3	Comparaison et synthèse	24
3.4.4	Hydrogrammes de crue	30
4	ANALYSE HYDRAULIQUE PREALABLE DU FONCTIONNEMENT DES ZEC	32
4.1	DELIMITATION DES ZEC	32
4.2	CARACTERISATION DES ZEC	32
5	ANALYSE DES ENJEUX	34
6	SYNTHESE	37
6.1	ZEC 1Y VIERZON	38

6.2	ZEC 2Y BOURGES	39
6.3	ZEC 3Y BOURGES.....	40
ANNEXE 1.	CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	42

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Illustration du ralentissement dynamique	3
Figure 2 : Illustration de l'optimisation d'une ZEC par la construction d'une digue transversale.....	4
Figure 3 : Zone d'étude.....	7
Figure 4 : Topographie et bathymétrie disponible sur la ZEC 1Y	16
Figure 5 : Topographie disponible sur la ZEC 3Y	17
Figure 6 : Stations hydrométriques sur la zone d'étude.....	22
Figure 7 : Analyse sur les débits spécifiques du bassin de l'Yèvre.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure 8 : Hydrogramme de la crue de 2016 à la station hydrométrique du Yèvre à Saint-Doulchard	30
Figure 9 : Hydrogramme de la crue de 2016 à la station hydrométrique du Yèvre à Foëcy	30
Figure 10 : Hydrogramme de la crue de 2016 à la station hydrométrique du l'Auron à Bourges.....	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : ZEC présélectionnées pour la phase 1 sur le territoire du SAGE Yèvre-Auron	5
Tableau 2 : Etudes et documents collectés sur le territoire du SAGE Yèvre-Auron	8
Tableau 3 : Découpage en sous-bassins versants au droit des ZEC du territoire du SAGE Yèvre-Auron	11
Tableau 4 : Débits retenus pour les PPRi de l'Yèvre en amont et en aval de Bourges	12
Tableau 5 : Débits de l'Yèvre à Vierzon, PPR de Vierzon de 2000	12
Tableau 6 : Comparaison des débits CETE, SHYREG et PPRi	13
Tableau 7 : Débits retenus dans le cadre de l'étude hydraulique de la rocade nord de Bourges	13
Tableau 8 : Comparaison des débits biennaux de l'étude de restauration de la continuité écologique avec les débits décennaux du PPRi.....	13
Tableau 9 : Débits calculés dans le cadre du dossier d'autorisation pour une STEP en 2017	14
Tableau 10 : Récapitulatif des débits de pointe calculés dans les précédentes études sur le secteur d'études.....	14
Tableau 11 : Débits de l'Yèvre et affluents, en aval de Bourges	14
Tableau 12 : Débits de l'Yèvre en amont de Bourges.....	14
Tableau 13 : Débits du Colin	15
Tableau 14 : Débits du Langis.....	15
Tableau 15 : Débits de l'Auron à Bourges (aval confluence Rampenne)	15
Tableau 16 : Bilan des linéaires à modéliser	18
Tableau 17 : Bilan des besoins topographiques et bathymétriques complémentaires	18
Tableau 18 : Stations hydrométriques sur la zone d'étude	21
Tableau 19 : Synthèses des données issues de différentes approches hydrologiques.....	25
Tableau 20 : Débits retenus au droit des ZEC.....	24
Tableau 21 : Estimation du volume de la crue de Juin 2016 au niveau des ZEC.....	31
Tableau 22 : Comparaison du volume de stockage potentiel des ZEC avec le volume de la crue de Juin 2016 ...	33
Tableau 23 : Recensement du nombre d'habitants exposés à l'aléa de référence au sein des ZEC	34
Tableau 24 : Enjeux exposés à l'aléa de référence au sein des ZEC.....	34

PREAMBULE

La présente étude s'inscrit dans le cadre du programme d'intervention du SAGE Yèvre-Auron. Elle porte sur l'analyse de 3 sites potentiels d'expansion des crues sur le territoire du SAGE préalablement sélectionnés suite à l' « Analyse exploratoire, à l'échelle de l'ensemble du bassin de la Loire, des potentialités en termes de champs d'expansion de crue » conduite entre 2016 et 2019 par l'EP Loire.

Le maintien des champs d'expansion des crues ou leur optimisation participent à maintenir le fonctionnement naturel des cours d'eau en crue et réduisent la vulnérabilité aux inondations des enjeux exposés situés plus en aval.

L'analyse approfondie de ces zones d'expansion de crues (ZEC) potentielles a pour objectif :

- D'approfondir la connaissance des ZEC ;
- D'évaluer leurs fonctionnalités à l'aide notamment de modélisations hydrauliques ;
- De définir, pour certaines d'entre elles, des scénarios d'actions différenciées :
 - Préservation des zones d'expansion efficaces ;
 - Optimisation de certaines ZEC par augmentation de leur caractère inondable ;
 - Réactivation du caractère inondable de certaines zones d'expansion ;
- D'en évaluer les coûts et bénéfices attendus ;
- D'apporter des éléments d'aide à la décision pour les acteurs locaux.

L'étude s'articule en 3 phases :

- Phase 1 : Description des ZEC ;
- Phase 2 : Analyse de la fonctionnalité des ZEC ;
- Phase 3 : Analyse approfondie des différents scénarios d'aménagement.

Le présent rapport concerne la phase 1 constituée de la collecte et l'analyse des données disponibles, l'analyse hydrologique, l'analyse des enjeux et une première analyse hydraulique du fonctionnement des ZEC.



1 CONTEXTE ET PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1.1 PRINCIPE

Le principe de fonctionnement d'une zone d'expansion de crue (ZEC) est de limiter l'onde de crue en l'étalant dans le temps ; ce « ralentissement dynamique » s'obtient en retenant l'eau au maximum dans le champ majeur débordant.

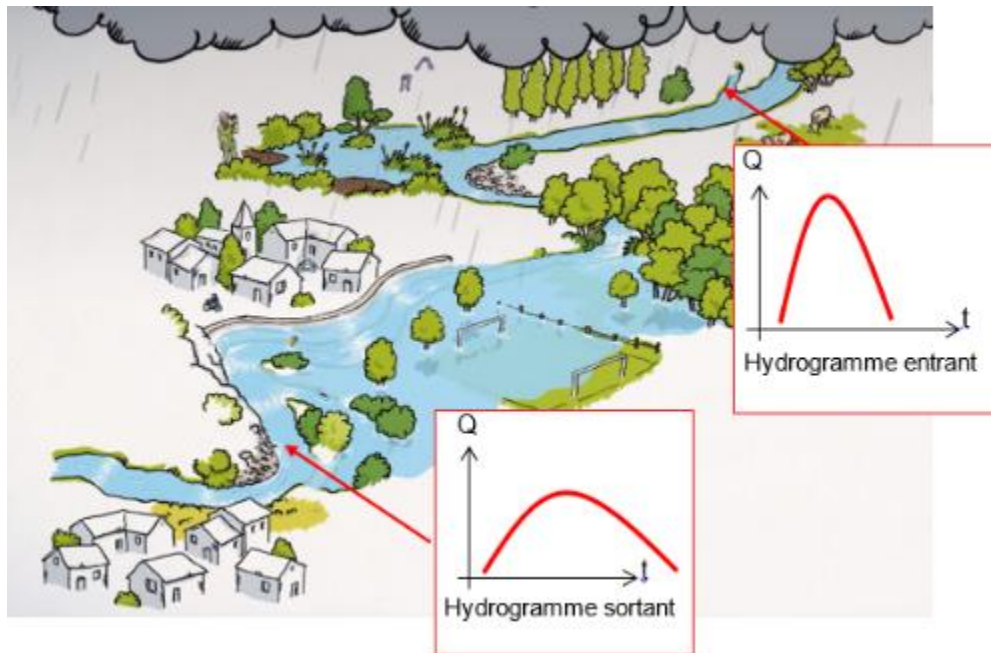


Figure 1: Illustration du ralentissement dynamique

Source : © agence de l'eau du Rhône Méditerranée Corse / Big Bang Communication

L'optimisation ou la remobilisation de ZEC consiste en l'augmentation du volume stocké ou en la création de nouveaux champs d'expansion de crue (casier, champ d'inondation contrôlée) pour accroître l'efficacité du stockage. La remobilisation peut également être obtenue par la suppression de digues existantes.

Un aménagement de type structurel pour l'optimisation d'une zone d'écrêtement des crues (ou aire de ralentissement dynamique) consiste en l'installation d'une digue en travers des écoulements pour ralentir la crue et limiter les inondations en aval.

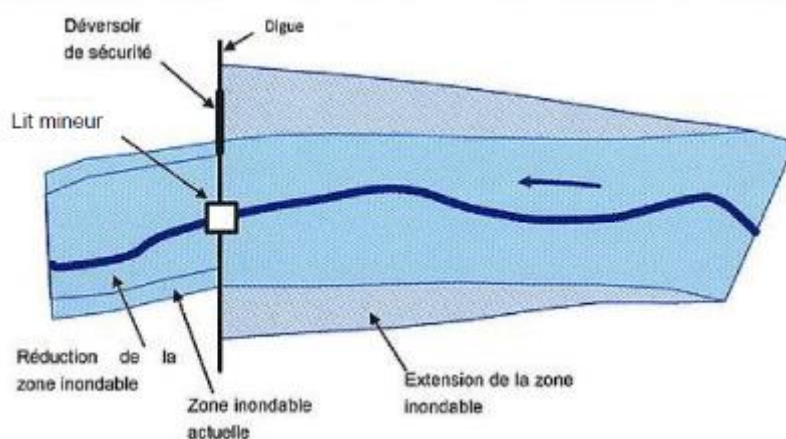


Figure 2 : Illustration de l'optimisation d'une ZEC par la construction d'une digue transversale

Des aménagements plus doux et plus diffus en adéquation avec le respect des habitats naturels et de la morphodynamie du cours d'eau doivent être recherchés prioritairement : réactivation de bras morts, aménagement de zones humides, diguettes transversales dans le lit majeur, réouverture de zones d'expansion protégées pour les crues fréquentes, ...

Il est également approprié de rechercher les synergies possibles avec d'autres objectifs : renaturation des cours d'eau, piège à embâcles, etc.

Le ralentissement dynamique des crues dans les zones d'expansion de crue n'est pas le seul outil de réduction du risque inondation. D'autres actions dans le domaine de la gestion du risque inondation peuvent être envisagées. Le Plan de Gestion du Risque Inondation Loire-Bretagne (application à l'échelle du district hydrographique de la directive européenne « Directive Inondation »), fixe les objectifs suivants pour la période 2016-2021 :

- Objectif n°1 : Préserver les capacités d'écoulement des crues ainsi que les zones d'expansion des crues et les capacités de ralentissement des submersions marines ;
- Objectif n°2 : Planifier l'organisation de l'aménagement du territoire en tenant compte du risque ;
- Objectif n°3 : Réduire les dommages aux personnes et aux biens implantés en zone inondable ;
- Objectif n°4 : Intégrer les ouvrages de protection contre les inondations dans une approche globale ;
- Objectif n°5 : Améliorer la connaissance et la conscience du risque d'inondation ;
- Objectif n°6 : Se préparer à la crise et favoriser le retour à la normale.

1.2 INTRODUCTION, ZONE D'ETUDE

La présente étude porte, en phase 1, sur 3 ZEC sélectionnées par la Commission thématique milieux aquatiques et remarquables du SAGE Yèvre-Auron et validées suite à un comité de démarrage les 2 et 3 juillet 2019.

Cette sélection a été conduite sur des sites identifiés lors de « l'Analyse exploratoire à l'échelle du bassin de la Loire et de ses affluents des potentialités en termes d'exploitation de champs d'expansion de crues » réalisées par AnteaGroup en 2017.

Cette étude d'analyse exploratoire a été réalisée à l'échelle du bassin versant de la Loire, sur les cours d'eau supérieurs à 30 km de long. Ainsi sur le bassin versant de l'Yèvre, certains cours d'eau, comme le Moulon, qui participe probablement au ralentissement dynamique global des crues, n'a pas été étudié. L'emprise des ZEC potentielles identifiées sur le bassin versant de l'Yèvre dans l'étude exploratoire préalable est présentée sur la carte suivante :



Les sites sélectionnés à partir de toutes les ZEC identifiées dans l'analyse exploratoire, sont présentés dans le tableau suivant et sur la carte ci-après.

Tableau 1 : ZEC présélectionnées pour la phase 1 sur le territoire du SAGE Yèvre-Auron

COURS D'EAU	CODE ZEC ANTEA	CODE ZEC BRLI	REGION	DEPARTEMENT	COMMUNES	EPCI
Yèvre	3799 Yèvre-Vierzon	1Y Vierzon	Centre-Val de Loire	Cher (18)	Vierzon, Foecy, Vignoux-sur-Barangeon	CC Vierzon-Sologne-Berry, CC Cœur de Berry et CC les Villages de la Forêt
Yèvre	3539 Yèvre-Bourges	2Y Bourges	Centre-Val de Loire	Cher (18)	Bourges, Saint-Germain-du-Puy, Moulins-sur-Yèvre, Osmoy	CA Bourges Plus, CC Terres du haut Berry et CC La Septaine
Auron	3399 Auron-Bourges	3Y Bourges	Centre-Val de Loire	Cher (18)	Bourges, Soye-en-Septaine, Plaimpied-Givaudins	Ca Bourges Plus



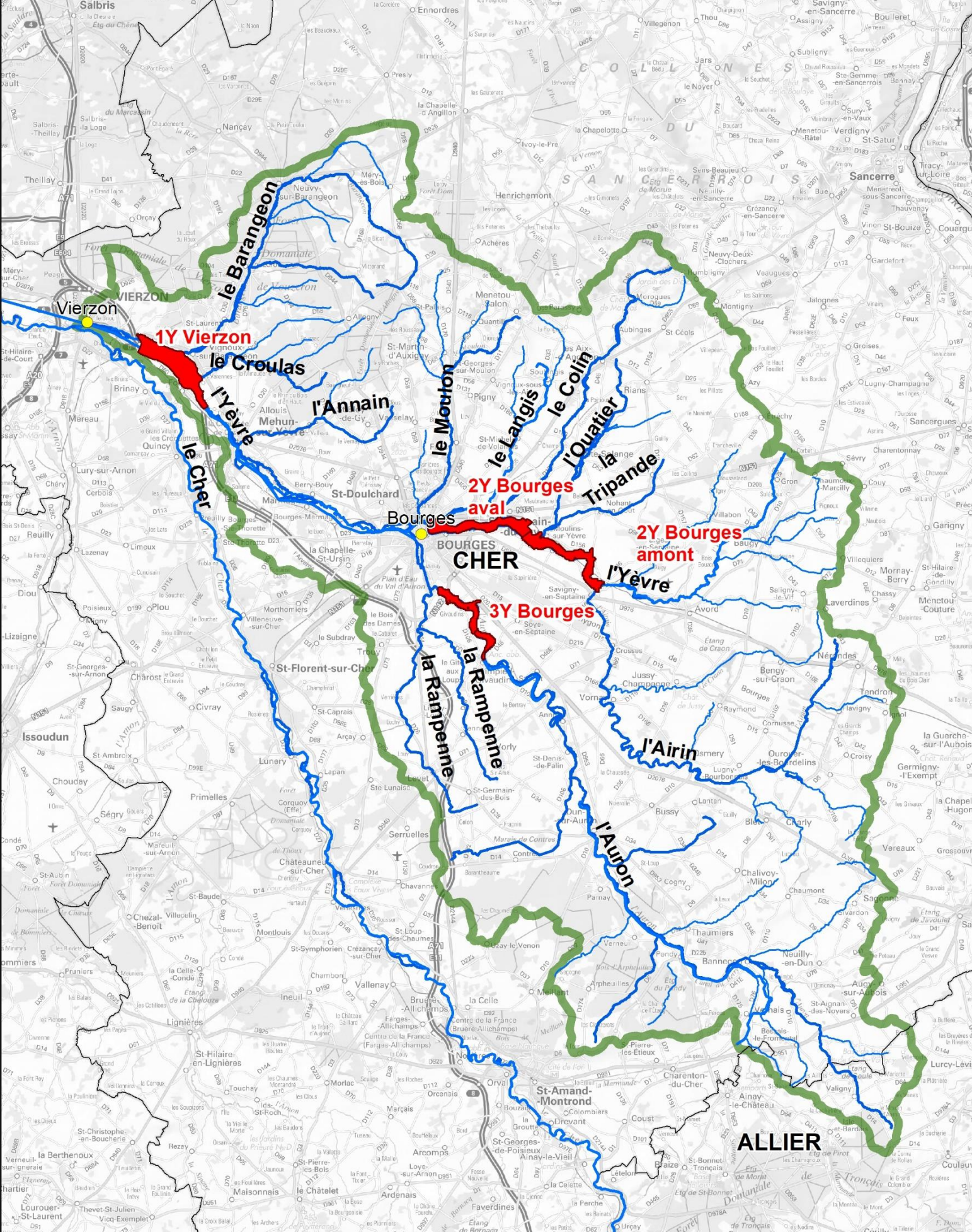
La délimitation des ZEC a ensuite été affinée dans la présente phase sur analyse hydrologique et hydraulique des sites pré-sélectionnés (chapitre 4.1).

Une zone d'étude a été définie au droit de chaque ZEC : elle comprend le site de la ZEC elle-même, étendu aux enjeux urbanisés en aval immédiat de la ZEC.

Les sites des ZEC et les différentes délimitations sont figurés sur les cartes de présentation globale de l'atlas cartographique joint.

Les effets des ZEC peuvent se faire sentir plus en aval que cette zone d'étude localisée, mais la présente étude se concentre sur certains sites d'expansion de crue, et ne peut appréhender le rôle de chacune des ZEC dans un fonctionnement global et cumulatif sans une modélisation complète du bassin versant.

C'est pourquoi, compte tenu du caractère opérationnel de l'étude, les effets des ZEC seront calculés sur les enjeux immédiatement exposés à l'aval des sites, là où ils sont les plus significatifs, et où aucun affluent important ne viendrait les amoindrir par ses apports. Il n'en reste pas moins que l'impact des ZEC peut concerner des enjeux situés plus en aval que ceux sélectionnés dans le cadre de la présente étude.

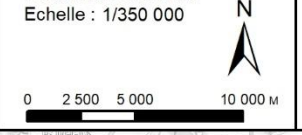


Exploitation des potentialités en termes de champs d'expansion de crue sur le bassin versant de l'Yèvre

Zone d'étude

- Villes
- Délimitation ZEC
- Bassin versant de l'Yèvre
- Cours d'eau
 - Principaux
 - Secondaires
 - Département

Réalisé le : 31/10/2019
 Sources : BRLi, BD Carthage
 Fond : IGN Scan 250
 Echelle : 1/350 000





2 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES EXISTANTES

Cette première étape de la phase 1 vise à faire la collecte, la synthèse et la critique des données disponibles sur le secteur d'étude.

2.1 BIBLIOGRAPHIE

Le tableau ci-dessous présente les études et documents récupérés dans le cadre de cette collecte de données :

Tableau 2 : Etudes et documents collectés sur le territoire du SAGE Yèvre-Auron

TITRE	DATE	MAITRE D'OUVRAGE	PRODUCTEUR	CONTENU/COMMENTAIRES
Avant-projet – Amélioration des lits de la rivière d'Yèvre, de ses faux-bras et dérivations dans la traversée de Bourges et entre le CD.46 et le CD.2E	1962	Syndicat intercommunal pour l'amélioration et l'assainissement de la Vallée d'Yèvre	Ponts & Chaussée	Mémoire technique et plans : données trop anciennes non exploitables
Vallée de l'Yèvre de Saint-Germain-du-Puy à la confluence avec le Cher, vallées de l'Auron et du Moulon dans Bourges – Etude d'inondabilité	1998	DDE du Cher	CETE Normandie Centre – Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Blois	Hydrologie : Q10 et Q100 de l'Auron à la station de l'Orme Diot, les débits des autres cours d'eau sont calculés proportionnellement à leur surface à la puissance 0.8. Modèle 1D en régime permanent calé sur les crues de 1910 et 1940. Cartographie de la zone inondable : max entre modélisation et repères de crue.
PPR de Vierzon : Etude hydraulique du Cher et de l'Yèvre en amont de leur confluence	2000	DIREN Centre	Ingérop	Ajustement statistique sur les données mesurées aux stations hydro du Cher aval, pas de station en revanche sur l'aval de l'Yèvre (estimation issue d'une étude antérieure). Les hydrogrammes de crue ont été déterminés à partir des limnigrammes observés. Modèle 1D/2D à casiers CARIMA à partir de 19 profils sur le Cher et 17 sur l'Yèvre. Pas de calage du modèle. Exploitation pour les crues de période de retour 100, 200, 500 et 1000 ans et test avec embâcles et/ou rupture de digues
Protection des lieux habités contre les inondations – Etude hydraulique	2002	Ville de Vierzon	Ingérop	(manque le chapitre 4 : compensation des aménagements et 3 annexes) Débits de référence de la crue centennale à Vierzon repris des études antérieures. Reprise du modèle 1D/2D à casiers CARIMA pour étudier l'impact du projet de création de 3 digues.



TITRE	DATE	MAITRE D'OUVRAGE	PRODUCTEUR	CONTENU/COMMENTAIRES
PPRi de l'Yèvre dans le département du Cher sur les communes de Marmagne, Berry-Bouy, Mehun-sur-Yèvre, Allouis, Foëcy, Vignous et Barangeon	2008	DDT du Cher		Débits de référence retenus pour le PPRi = débits de l'étude CETE de 1998. L'aléa de référence a été établi sur la base des données concernant les crues historiques, complétées avec une modélisation 1D. Les profils topographiques utilisés pour la modélisation n'ont pas été récupérés.
PPRi Yèvre, Auron, Moulon et Langis à Bourges, Saint-Doulchard et Saint-Germain-du-Puy	2011	DDT du Cher	-	Idem ci-dessus.
Directive inondations – Rapport de présentation de la cartographie du risque d'inondation sur le secteur de Bourges	2013	DREAL Centre Bassin Loire-Bretagne	-	Débits retenus pour les différents scénarios (fréquent, moyen, et exceptionnel) d'inondation par l'Yèvre et l'Auron sur le secteur de Bourges.
Rocade nord de Bourges – Etude hydraulique	2013	Conseil général du Cher, Direction des infrastructures routes, Service aménagement routier	Ingérop	Pré-dimensionnement des ouvrages de franchissement du Langis et du Moulon par l'extension de la rocade nord de Bourges : - débits décennaux et centennaux ; - données topographiques : non récupérées ; - modélisation 1D HEC-RAS. Description des ouvrages retenus.
Extension sur l'Yèvre du modèle hydraulique « Cher – Vierzon – Châtillon »	2014	DREAL Centre	DREAL Centre	Description du modèle 1D à casiers étendu à la station de St Doulchard en amont : - données topographiques et bathymétriques utilisées en partie récupérées ; - conditions limites : hydrogrammes de crues mesurés à la station de Saint Doulchard présentés en annexe 1. Calage du modèle sur la crue de 2013 : hydrogrammes de la station de Foëcy (banque hydro), ligne d'eau mesurée lors de la crue de 2013 non récupérée mais repères de crue collectés.
PPRi de l'Arnon, du Cher et de l'Yèvre à Vierzon – Notice de présentation	2014	DDT du Cher	-	Débits de pointe centennaux retenus pour le Cher, l'Yèvre et l'Arnon. Aléa défini à partir des Plus Hautes Eaux Connues sur le secteur.
PPRi de l'Arnon, du Cher et de l'Yèvre à Vierzon – Dossier complémentaire	2014	DDT du Cher	-	Complément suite à un rapport Hydratec non collecté. Description des données utilisées : - étude hydraulique du Cher et de l'Yèvre en amont de leur confluence, Ingérop, 2000 et Protection des lieux habités contre les inondations à Vierzon, Ingérop, 2002 ; - topographie : non collectée. Description des corrections locales apportées à l'aléa en fonction de la topographie.



TITRE	DATE	MAITRE D'OUVRAGE	PRODUCTEUR	CONTENU/COMMENTAIRES
SAGE Yèvre-Auron - PAGD	2014	CLE SAGE Yèvre Auron	-	Description du territoire du SAGE.
Caractérisation des risques inondations à travers l'étude d'un cours d'eau et de la dynamique des relations hydrauliques – Retour sur les inondations de juin 2016 liées à la Chée et à la Noue de Jérusalem	2017	SIVY	SIVY	Indications sur des ouvrages sur la Chée et la Noue de Jérusalem (deux petits cours d'eau situés entre Foëcy et Vierzon) mais sans cotes ni dimensions.
SLGRI – TRI de Bourges – Période 2016-2021 : 1 ^{er} cycle de mise en œuvre de la Directive Inondations	2017	DREAL Centre Bassin Loire-Bretagne	-	Mêmes informations que dans la Directive Inondations.
Bilan des connaissances des impacts du changement climatique sur le SAGE Yèvre Auron	2017	EP Loire	Design Hydraulique & Energie - Acterra Environnement Climat	Il est difficile d'établir une évolution des précipitations et des débits sur le bassin versant, les variations étant très importantes entre les différents scénarios.
Etude pour la restauration de la continuité écologique de l'Yèvre médian – Rapport de phase 2 : analyse des influences des ouvrages et du fonctionnement hydrologique et sédimentaire du secteur d'étude	2019	SIVY	NCA environnement	Localisation des ouvrages sur le secteur d'étude entre Osmoy et Saint-Sulpice. Schéma synoptique du réseau hydraulique. Récapitulatif des débits de crue calculés par les différentes études sur le secteur. L'étude concerne plutôt les faibles débits.
Etude pour la restauration de la continuité écologique de l'Yèvre médian – Rapport de phase 3 : analyse précise de 6 ouvrages	2019	SIVY	NCA environnement	Modélisation 1D (Hydro River) et 2D (Telemac 2D) de 6 sites pour des débits compris entre le QMNA5 et la crue biennale. Les données topographiques utilisées ont été récupérées.

Les données hydrologiques, tels que les débits caractéristiques retenus dans le cadre de ces études sont détaillées au paragraphe 2.2.

Les données topographiques collectées sont décrites au paragraphe 2.3.

2.2 HYDROLOGIE

2.2.1 Pré-analyse hydrologique

Une analyse hydrologique préalable a été menée afin de caractériser l'homogénéité des sites d'expansion de crue vis-à-vis du cours d'eau principal étudié. En effet, dans le cas où ce cours d'eau conflue avec un ou plusieurs affluents importants dans le site même de la ZEC pré-sélectionnée, la question se pose de la concomitance des crues entre les cours d'eau. La fonctionnalité de la ZEC peut être étudiée soit vis-à-vis des crues du cours d'eau principal, soit vis-à-vis des crues de l'affluent.



Ainsi, il est considéré que lorsque la variation de superficie de bassin versant entre l'amont et l'aval de la ZEC dépasse 20%,¹ les apports des affluents sont suffisamment importants pour redéfinir la délimitation de la ZEC afin de garder une cohérence hydrologique.

Les bassins versants ont été délimités et caractérisés en superficie en amont et en aval de chaque ZEC et au droit des principaux affluents. L'analyse et les conclusions sur la délimitation des ZEC sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Découpage en sous-bassins versants au droit des ZEC du territoire du SAGE Yèvre-Auron

N° DE ZEC	SUPERFICIE DE LA ZEC (KM ²)	BASSIN VERSANT (BV)	SUPERFICIE DU BV (KM ²)	% DU BV AMONT	COMMENTAIRE
1Y VIERZON	3.6	Yèvre amont ZEC	1957		L'augmentation de la taille du bassin versant entre l'amont et l'aval de la ZEC est de 14%. La délimitation de la ZEC est donc cohérente.
		Yèvre aval ZEC	2225	114%	
2Y BOURGES	9.5	Yèvre amont ZEC	539		Le site proposé inclut 2 ZEC consécutives : une en amont de l'Ouatier, l'autre en aval. Les marais de la ZEC aval récupèrent en plus 2 affluents d'importance (le Colin et le Langis).
		BV de l'Ouatier	159	29%	
		BV du Colin	73	14%	
		BV du Langis	66	12%	
3Y BOURGES	3.6	Auron amont ZEC	569		L'augmentation de la taille du bassin versant entre l'amont et l'aval de la ZEC est de 5%. La délimitation de la ZEC est donc cohérente.
		Auron aval ZEC	597	105%	

2.2.2 Données hydrologiques issues de la bibliographie

Les éléments d'intérêt pour l'étude hydrologique issus des études collectées sont présentés dans les paragraphes suivants.

ETUDE D'INONDABILITE DE LA VALLEE DE L'YEVRE DE SAINT-GERMAIN-DU-PUY A LA CONFLUENCE AVEC LE CHER ET DES VALLEES DE L'AURON ET DU MOULON DANS BOURGES, 1998

Les débits de référence de cette étude ont été calculés proportionnellement à la surface des bassins versants à la puissance 0.8 par rapport à la station de l'Ormediot située en amont de Bourges sur l'Auron. Les débits obtenus sont présentés dans le tableau ci-après.

¹ Ce critère est notamment utilisé pour l'instrumentation des cours d'eau à l'échelle mondiale.



Tableau 4 : Débits retenus pour les PPRi de l'Yèvre en amont et en aval de Bourges

COURS D'EAU	Q10 (M ³ /s)	Q100 (M ³ /s)
Yèvre (amont de Bourges)	61	90
Colin	10	15
Moulon	15	24
Auron	52	82*
Yèvre (aval de Bourges)	125	197**
Annain	8	12
Barangeon	25	38
Yèvre (aval du Barangeon)	135	230**

* : le débit centennal de l'Auron correspond au débit centennal à la station de l'Orme Diot de 77 m³/s, auquel a été ajouté le débit décennal de la Rampenne estimé à 5 m³/s.

** : les débits centennaux aval de l'Yèvre correspondent au débit centennal amont auquel ont été ajoutés les débits décennaux des petits affluents et le débit centennal de l'Auron.

PPR DE VIERZON : ÉTUDE HYDRAULIQUE DU CHER ET DE L'YÈVRE EN AMONT DE LEUR CONFLUENCE, 2000

En l'absence de station de jaugeage utilisable sur l'aval de l'Yèvre, les débits retenus sur l'Yèvre à Vierzon correspondent à ceux estimés dans l'étude hydrologique du PPR de l'Yèvre réalisée par le Laboratoire des Ponts et Chaussées de Blois. Les débits de pointe des crues de période de retour supérieures à 100 ans ont été extrapolés selon une loi de Gumbel.

Tableau 5 : Débits de l'Yèvre à Vierzon, PPR de Vierzon de 2000

Q10 (M ³ /s)	Q100 (M ³ /s)	Q200 (M ³ /s)	Q500 (M ³ /s)	Q1000 (M ³ /s)
135	230	260	295	320

PPRi DE L'YÈVRE EN AMONT ET EN AVAL DE BOURGES, 2008, 2011 ET 2014

Les PPRi de l'Yèvre en amont et en aval de Bourges ont pour débits de référence, les débits calculés dans l'étude d'inondabilité de la vallée de l'Yèvre du CETE et datant de 1998.

Le débit centennal de l'Yèvre retenu pour le PPRi de l'Arnon, du Cher et de l'Yèvre à Vierzon correspond bien au débit centennal en aval du Barangeon retenu pour les précédents PPRi. Par ailleurs, les débits centennaux du Cher et de l'Arnon sont respectivement de 1000 et 195 m³/s.

DIRECTIVE INONDATIONS SUR LE SECTEUR DE BOURGES, 2013

Les débits retenus pour le scénario fréquent (période de retour 10 ans) sont basés sur l'étude d'inondabilité sur les vallées de l'Yèvre et de l'Auron réalisée par le CETE en 1998.

Le scénario moyen (période de retour 100 ans) correspond à la crue de référence du PPRi (événement centennal défini par l'étude du CETE).

Enfin, les débits du scénario exceptionnel (période de retour 1000 ans) ont été extrapolés à partir des débits de l'étude d'inondabilité du CETE et de la base de données SHYREG. Le tableau ci-dessous présente une comparaison des débits du CETE, SHYREG, les valeurs en gras correspondent aux valeurs retenues par la directive inondation.



Tableau 6 : Comparaison des débits CETE, SHYREG et PPRI

COURS D'EAU	Q10 (CETE)	Q10 (SHYREG)	Q100 (CETE)	Q100 (SHYREG)	Q1000
Yèvre (amont de Bourges)	63	74	100	145	160
Auron	52	70	82	135	130
Moulon	10	25	15*	50	-
Yèvre (aval de Bourges)	125	150	200	280	-

* : le débit du Moulon pour le scénario moyen de période de retour 100 ans correspond au débit décennal.

On note de légers écarts inexpliqués entre les valeurs de débits de l'étude du CETE et le rapport de l'étude TRI. Les débits SHYREG sont quant à eux bien supérieurs aux débits calculés à partir de la station hydrométrique de l'Ormediot sur l'Auron par le CETE.

ROCADE NORD DE BOURGES – ETUDE HYDRAULIQUE, 2013

L'étude hydraulique de dimensionnement des ouvrages de franchissement du Moulon et du Langis comprend le calcul des débits décennaux et centennaux des deux cours d'eau.

Le débit décennal du Langis a été déterminé par la formule CRUPEDIX, avec une pluie journalière décennale de 50 mm, et le coefficient régional R (égal à 0.9) a été évalué pour les stations hydrométriques de référence sur le secteur d'étude (le Moulon à Bourges [Asnières], l'Airain à Crosses et l'Auron à Bourges [l'Ormediot]).

Le débit décennal du Moulon est issu de la banque hydro.

Les débits centennaux du Moulon et du Langis sont estimés par la relation $b = Q_{100} / Q_{10}$ (avec b estimé comme indiqué ci-après).

En l'absence d'estimation du débit centennal aux stations de référence, celui-ci a été estimé par une loi de Gumbel. Le coefficient b en a ensuite été déduit.

Ces débits sont résumés dans le tableau ci-après.

Tableau 7 : Débits retenus dans le cadre de l'étude hydraulique de la rocade nord de Bourges

COURS D'EAU	Q10 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Moulon	21	31.5
Langis	10	15

ETUDE POUR LA RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE DE L'YÈVRE MÉDIAN, 2019

L'étude pour la restauration de la continuité écologique de l'Yèvre médian présente une comparaison des débits biennaux calculés en phase 1 avec les débits décennaux du PPRI.

Tableau 8 : Comparaison des débits biennaux de l'étude de restauration de la continuité écologique avec les débits décennaux du PPRI

COURS D'EAU	Q2 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)
Colin	1.4	10
Moulon	16	15
Auron	29	52

Sur le Moulon, d'après le rapport, la crue décennale du Moulon est aujourd'hui évaluée à 23 m³/s, la source de cette valeur n'est cependant pas précisée.

L'étude présente également les débits du Colin, du Moulon et de l'Auron calculés dans le cadre du projet de réalisation d'une station de traitement des eaux polluées (STEP) datant de 2017.



Tableau 9 : Débits calculés dans le cadre du dossier d'autorisation pour une STEP en 2017

COURS D'EAU	Q10 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)
Colin	10	-	-
Moulon	16	-	24
Auron	49	67	82

On constate que le débit du Moulon n'avait pas encore été réévalué en 2017.

BILAN

Le tableau ci-dessous récapitule les estimations réalisées et leur source sur le secteur d'étude.

Tableau 10 : Récapitulatif des débits de pointe calculés dans les précédentes études sur le secteur d'études

COURS D'EAU	DEBITS	SOURCES
Yèvre (amont Bourges)	Q10 - Q100 - Q1000	CETE, PPRi, SHYREG, Directive inondations
Colin	Q2 - Q10 - Q100	PPRi, restauration écologie, STEP
Langis	Q10 - Q100	rocade nord
Moulon	Q2 - Q10 - Q100	CETE, PPRi, SHYREG, rocade nord, restauration écologique, STEP
Auron (amont Rampenne)	Q10 - Q100	PPRi
Rampenne	Q10 - Q100	PPRi
Auron (aval Rampenne)	Q2 - Q10 - Q50 - Q100 - Q1000	CETE = PPRi, SHYREG, directive inondations, restauration écologique, STEP
Yèvre (aval Bourges)	Q10 - Q100	CETE, PPRi, SHYREG
Annain	Q10 - Q100	PPRi
Barangeon	Q10 - Q100	PPRi
Yèvre (aval Barangeon)	Q10 - Q100	PPRi
Cher	Q100	PPRi

Les valeurs des différentes estimations de débits disponibles dans la bibliographie, sur l'Yèvre et l'Auron et leurs principaux affluents à proximité des ZEC, sont récapitulées dans les tableaux suivants.

Tableau 11 : Débits de l'Yèvre et affluents, en aval de Bourges

Source	YEVRE EN AVAL DE BOURGES			ANNAIN	BARANGEON	YEVRE EN AVAL DU BARANGEON
	CETE (1999)	PPRi (2008)	TRI (2013)	PPRi (2014)	PPRi (2014)	PPRi (2014)
Q10 (m ³ /s)	125	125	150	8	25	135
Q100 (m ³ /s)	200*	197	280	12	38	230*

* : les débits centennaux aval de l'Yèvre correspondent au débit centennal en amont de Bourges auquel ont été ajoutés les débits décennaux des petits affluents et le débit centennal de l'Auron.

Tableau 12 : Débits de l'Yèvre en amont de Bourges

	CETE (1999)	PPRi (2008 - 2011)	SHYREG	DIRECTIVE INONDATIONS (2013)
Q10 (m ³ /s)	63	61	74	63
Q100 (m ³ /s)	100	90	145	90
Q1000 (m ³ /s)	-	-	-	160



Tableau 13 : Débits du Colin

	PPRi (2008 – 2011)	ETUDE DE RESTAURATION ECOLOGIQUE (2019)	PROJET DE STEP (2017)
Q2 (m ³ /s)	-	1.4	-
Q10 (m ³ /s)	10	10	10
Q100 (m ³ /s)	15	-	-

Tableau 14 : Débits du Langis

	ETUDE DE LA ROCADE NORD (2013)
Q10 (m ³ /s)	10
Q100 (m ³ /s)	15

La ZEC 3Y se situe en amont de la confluence avec la Rampenne, cependant la plupart des débits disponibles correspondent à l'Auron à la confluence avec l'Yèvre et sont donc en aval de la Rampenne. Toutefois l'apport de cet affluent reste limité, en effet pour la crue centennale de l'Auron il est considéré dans le PPRi un apport de 5 m³/s correspondant à une crue décennale de la Rampenne (voir note sous le tableau ci-dessous).

Tableau 15 : Débits de l'Auron à Bourges (aval confluence Rampenne)

	CETE (1999) ET PPRi (2014)	SHYREG	DIRECTIVE INONDATIONS (2013)	ETUDE DE RESTAURATION ECOLOGIQUE (2019)	PROJET DE STEP (2017)
Q2 (m ³ /s)	-	-	-	29	-
Q10 (m ³ /s)	52	70	52	52	49
Q50 (m ³ /s)	-	-	-	-	67
Q100 (m ³ /s)	82*	135	82	-	82
Q1000 (m ³ /s)	-	-	130	-	-

* : le débit centennal de l'Auron à la confluence avec l'Yèvre correspond au débit centennal à la station de l'Orme Diot de 77 m³/s, auquel a été ajouté le débit décennal de la Rampenne estimé à 5 m³/s.

2.3 DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES

2.3.1 Données topographiques existantes

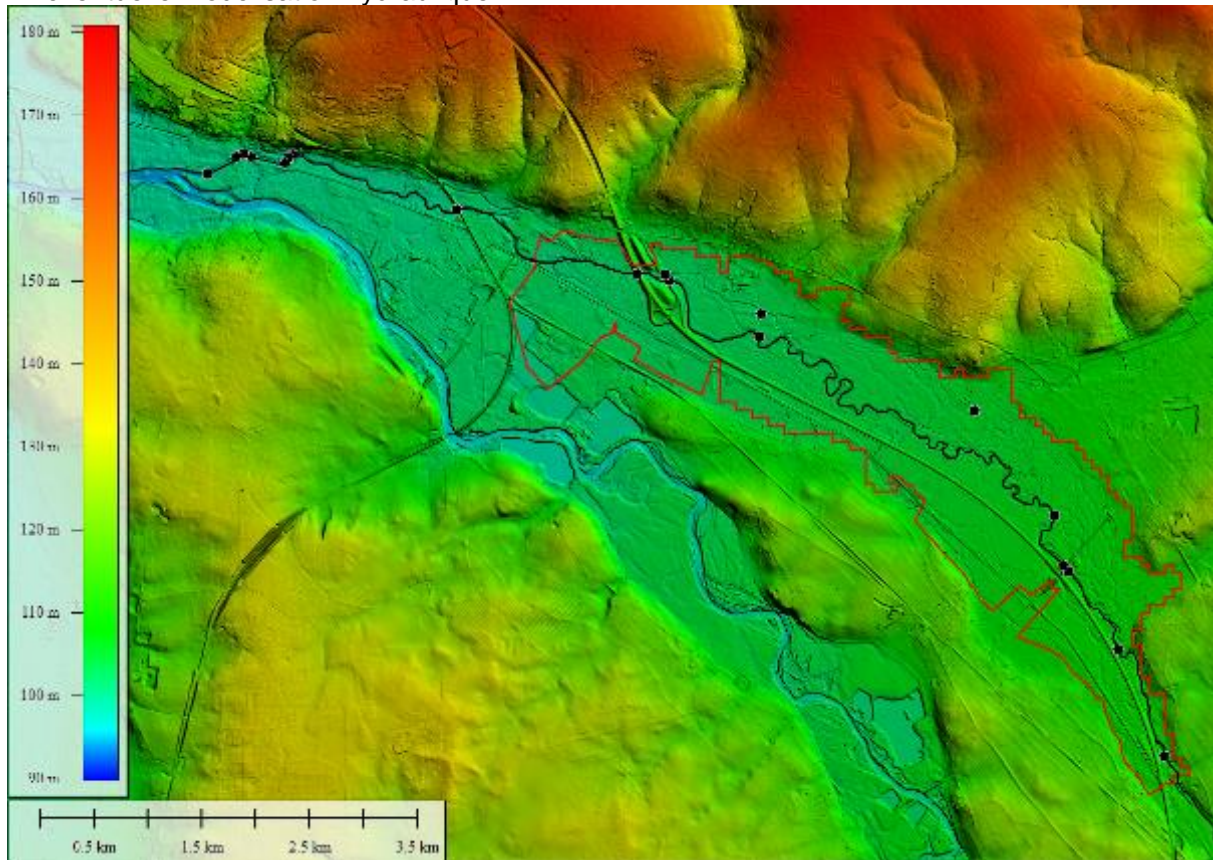
Le Modèle Numérique de Terrain (MNT) RGE alti au pas de 5 m de l'IGN est disponible sur l'ensemble des ZEC à étudier. Ce MNT issu de levés LIDAR ou de corrélation d'images aériennes datant de 2011 procure une topographie du champ majeur de la zone d'étude avec une précision altimétrique variable selon les secteurs, en effet on note que la donnée est moins précise sur l'Yèvre en amont de Bourges et sur l'Auron.

Cette donnée est complétée par divers levés de profils en travers, profils en long et d'ouvrages réalisés dans le cadre de différentes études. Ils sont listés par ZEC ci-dessous :

- ZEC « 1Y Vierzon » : données utilisées dans le cadre de l'extension sur l'Yèvre du modèle hydraulique « Cher – Vierzon – Châtillon » :
 - Profils en travers datant de 1997 : graphiques sous excel non géoréférencés, ces données ne sont pas exploitables ;
 - Profils en travers, profil en long et levés d'ouvrages datant de 2011 ;
 - Profils en travers datant de 2014/2015.



Ces données sont représentées sur la figure ci-après : les points noirs localisent les profils en travers et la ligne noire le profil en long disponibles. On note que les profils en travers sur l'Yèvre sont très espacés, ce qui ne permet pas une bonne représentation du lit mineur pour une éventuelle modélisation hydraulique.

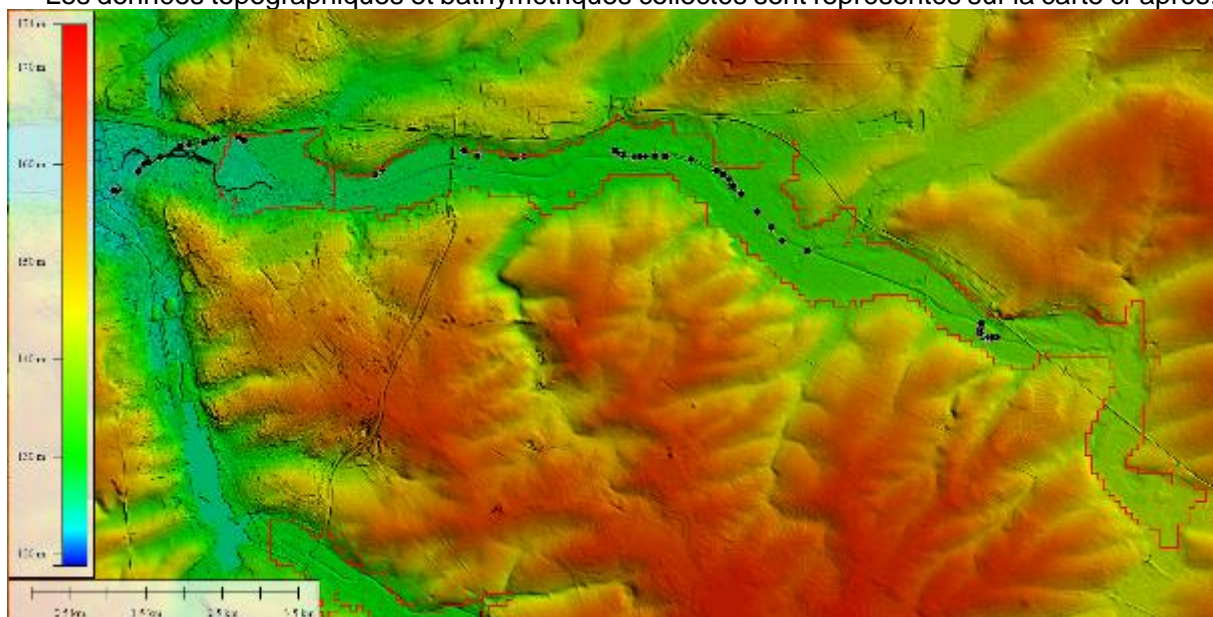


16

Figure 4 : Topographie et bathymétrie disponible sur la ZEC 1Y

- ZEC « 2Y Bourges » : données de l'étude SIVY sur la restauration de la continuité écologique de l'Yèvre médian : profils en travers, profils en long, levés en plan des ouvrages de type seuil et points de bathymétrie au niveau des ouvrages. On note cependant que plusieurs de ces levés sont localisés sur des bras secondaires de l'Yèvre et non sur le cours d'eau principal.

Les données topographiques et bathymétriques collectés sont représentés sur la carte ci-après.



La carte ci-après localise les levés des ouvrages de type seuils.



- ZEC « 3Y Bourges » : aucune donnée disponible sur le lit mineur dans le site de la ZEC. (A noter que des profils du SIAB3A sont disponibles sur l'Auron à l'aval du plan d'eau).

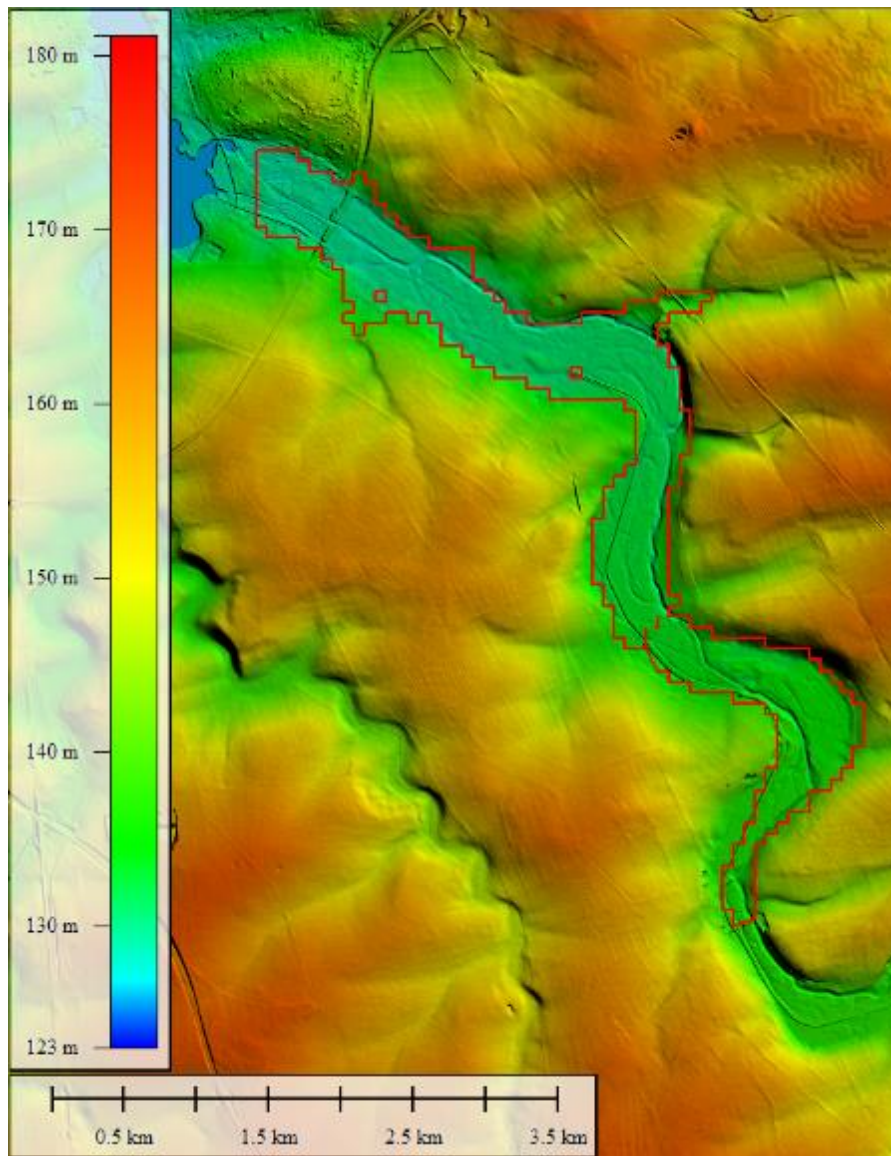


Figure 5 : Topographie disponible sur la ZEC 3Y



2.3.2 Besoins topographiques à prévoir pour la phase 2

Pour les modélisations hydrauliques de phase 2, une représentation détaillée des écoulements en lit mineur est indispensable pour la compréhension des premiers débordements et de la manière dont les champs d'expansion de crue sont sollicités.

Les tableaux ci-après présentent le linéaire à modéliser et un bilan des besoins topographiques et bathymétriques complémentaires nécessaires pour la modélisation hydraulique des ZEC 2Y et 3Y Bourges et de la zone à enjeux située en aval de celles-ci (définie sur les cartes de l'atlas joint). Une enveloppe budgétaire est fournie en première approche (prix unitaires de 100€HT le profil et 300€HT l'ouvrage).

Sur la ZEC 2Y Bourges, les besoins topographiques et bathymétriques sont présentés selon la découpe possiblement envisagée de la ZEC au niveau de la confluence du Yèvre avec l'Ouatier.

Concernant les levés topographiques pour la ZEC 1Y Vierzon, ils seront réalisés dans le cadre de l'étude 3P menée également par l'EP Loire.

Tableau 16 : Bilan des linéaires à modéliser

ZEC	Linéaire à modéliser (m)			
	total	canal de Berry	Auron	
3Y Bourges	13300	6400	11600	
2Y Bourges amont	total	canal de dessèchement	Yèvrette	Yèvre
	8300			8300
2Y Bourges aval	total	canal de dessèchement	Yèvrette	Yèvre
	12700	4300	12300	12700

Tableau 17 : Bilan des besoins topographiques et bathymétriques complémentaires

ZEC	Topo disponible	Nb de profils en travers à lever			Nb d'ouvrages à lever				Enveloppe budgétaire en €HT
		canal de Berry	Auron		canal de Berry	Auron	autre		
3Y Bourges	Profils en travers sur l'Auron à Bourges (source SIAB3A)	canal de Berry	Auron		canal de Berry	Auron	autre		12000
		7	26		6	13	10		
		33			29				
2Y Bourges amont	divers	canal de dessèchement	Yèvrette	Yèvre	autre	Yèvrette	Yèvre		4900
		-	5	17	3	3	3		
		22			9				
2Y Bourges aval	divers	canal de dessèchement	Yèvrette	Yèvre	canal de dessèchement	Yèvrette	Yèvre	autre	12000
		3	6	15	3	4	11	14	
		24			32				



2.4 ENJEUX, ALEAS

Afin de caractériser les enjeux humains, économiques, patrimoniaux et naturels concernés, les bases de données suivantes ont été exploitées :

- BD Topo de l'IGN,
- Occupation du sol Corine Land Cover (2012),
- Zonages réglementaires concernant les zones naturelles et patrimoniaux protégés (sites Internet INPN, DREAL, atlas des patrimoines),
- Recensement de la population INSEE (carroyage 200x200m),
- Captages (transmis par l'Agence régionale de santé (ARS)).

L'exploitation de ces bases de données d'enjeux est présentée au paragraphe 5.

Concernant la connaissance actuelle de l'aléa inondation, une couche d'assemblage des aléas issus des PPRi et des AZI a été utilisée pour délimiter l'aléa de référence (centennal ou historique suivant les PPRi) ou le champ majeur hydrogéomorphologique (source EP Loire). A noter que le site de la ZEC de l'Auron n'est pas couvert par ce zonage.

Les repères des crues historiques ont été collectés auprès de l'EP Loire et du SPC Loir Cher Indre.

Les aléas et les repères de crue sont figurés sur les cartes hydrauliques de l'atlas cartographique joint.

2.5 VISITES DE TERRAIN

Les visites de terrain permettent de visualiser le réseau hydrographique et les éléments structurants (ponts, seuils, ouvrages hydrauliques, digues, remblais, etc.), et de vérifier si besoin certains éléments marquants de l'occupation du sol et des enjeux ponctuels.

Les 3 ZEC du territoire du SAGE Yèvre-Auron ont donc été parcourues la semaine du 22 au 26 Juillet 2019. Cette visite de terrain a par ailleurs permis de compléter les données topographiques par des levés complémentaires d'ouvrages de franchissement et ouvrages de décharge.

Ces ouvrages et les éléments structurant sont présentés sur les cartes hydrauliques de l'atlas cartographique ci-joint et leurs dimensions sont fournies dans les tableaux de l'annexe 1.

A noter que l'analyse du MNT et les visites de terrain ont permis de hiérarchiser les ouvrages de la manière suivante :

- Ouvrages principaux et secondaires : ouvrages impactant plus ou moins les écoulements de crue,
- Ouvrages annexes : ouvrages non impactant vis-à-vis des écoulements de crue.



3 ANALYSE HYDROLOGIQUE

3.1 CONTEXTE HYDROLOGIQUE

L'Yèvre s'étend sur 80 km dans un paysage de plaine, avec un dénivelé total de 100 m et draine un bassin versant de 2200 km². Elle prend sa source dans la commune de Gron (200 m NGF), puis après un parcours d'une trentaine de kilomètres, elle pénètre dans une zone de marais, avant de traverser Bourges (130 m NGF). Après Bourges, l'Yèvre poursuit son cours sur une cinquantaine de kilomètres pour rejoindre le Cher à Vierzon (100 m NGF).

Sur le plan morphologique, le bassin versant de l'Yèvre est dissymétrique avec des affluents en rive droite moins longs que ceux de la rive gauche, mais présentant des pentes plus marquées.

L'Auron, principal affluent de l'Yèvre, prend sa source dans la forêt de Tronçais sur la commune de Coulevre (300 m NGF). L'Auron s'étend sur 77 km, avec un dénivelé total de 170 m et draine un bassin versant de 720 km² à sa confluence avec l'Yèvre à Bourges.

Les crues de l'Yèvre et de l'Auron sont générées par la circulation de fronts pluvieux en provenance de l'océan Atlantique. Elles se produisent plutôt en hiver et au printemps.

Lors d'événements pluvieux généralisés, en raison de la dissymétrie du bassin versant, la pointe de crue de l'Yèvre passe en général à Bourges avant celle de l'Auron².

Du fait des pentes peu marquées du bassin versant, les crues s'écoulent sur plusieurs jours : généralement la montée des eaux dure 2 jours, le passage de la pointe une demi-journée et la décrue s'étend sur 2 à 3 jours. Toutefois, lorsque les événements pluvieux s'enchaînent, les crues peuvent être bien plus longues.

3.2 LES CRUES DE L'YEVRE ET DE L'AURON

La crue la plus importante dont les archives font état, est la crue de 1910. Cette crue a particulièrement affecté Bourges et Mehun-sur-Yèvre, de nombreuses cartes postales ainsi que des repères de crue permettent de visualiser les niveaux atteints par les plus hautes eaux.

Dans la partie aval de l'Yèvre, vers Vierzon, la crue la plus importante est celle de 1940. En effet, le Cher a débordé dans la vallée de l'Yèvre par-dessus la voie ferrée à la hauteur de la gare des Forges entraînant un surcroît de débit dans l'Yèvre. Là encore, il existe des repères de crues marquant les plus hautes eaux atteintes. Le même phénomène s'est produit en 1958.

Parmi les crues notables de l'Yèvre et de l'Auron, on note également celles de 1856, 1897, 1952, 1982. Enfin, les crues les plus récentes ayant affecté le bassin versant sont celles de 2001, de 2013 et 2016.

Les repères de crue de l'Yèvre et de l'Auron ont été récupérés auprès de l'EP Loire, du SPC Loire-Cher-Indre et dans les diverses études antérieures lorsqu'ils étaient disponibles. Ces repères sont principalement concentrés sur les secteurs urbanisés de Bourges, Vierzon et Mehun-sur-Yèvre et correspondent aux principales crues historiques et récentes de l'Yèvre et de l'Auron mentionnées ci-avant.

Une photo aérienne de haute qualité a également été prise durant la crue de juin 2016, cependant le survol de la zone inondable est centré sur le Cher plutôt que sur l'Yèvre, ainsi la zone inondable de l'Yèvre est partielle.

Les repères de crue sont figurés sur les cartes hydrauliques de l'atlas cartographique joint.

² Source : SLGRI de Bourges



3.3 LES STATIONS HYDROMETRIQUES

Les stations hydrométriques d'intérêt pour l'étude sur le bassin versant de l'Yèvre sont listées dans le tableau suivant.

Tableau 18 : Stations hydrométriques sur la zone d'étude

CODE	LIBELLE	SURFACE (KM ²)	DISPONIBILITE (ANNEES)
K5552300	L'Yèvre à Savigny-en-Septaine	531	1996-2019 (19)
K5702320	L'Yèvre à Saint-Doulchard [Moulin Batard déviation]	1775	2008-2019 (11)
K5712310	L'Yèvre à Foëcy	1970	2000-2019 (9)
K5623010	L'Auron au Pondy	199	1989-2019 (22)
K5653010	L'Auron à Bourges [L'Ormediot]	585	1967-2019 (43)
K5554580	L'Ouatier à Moulins-sur-Yèvre [Maubranche]	112	2004-2019 (15)

La carte ci-après localise ces stations hydrométriques sur le bassin versant de l'Yèvre.

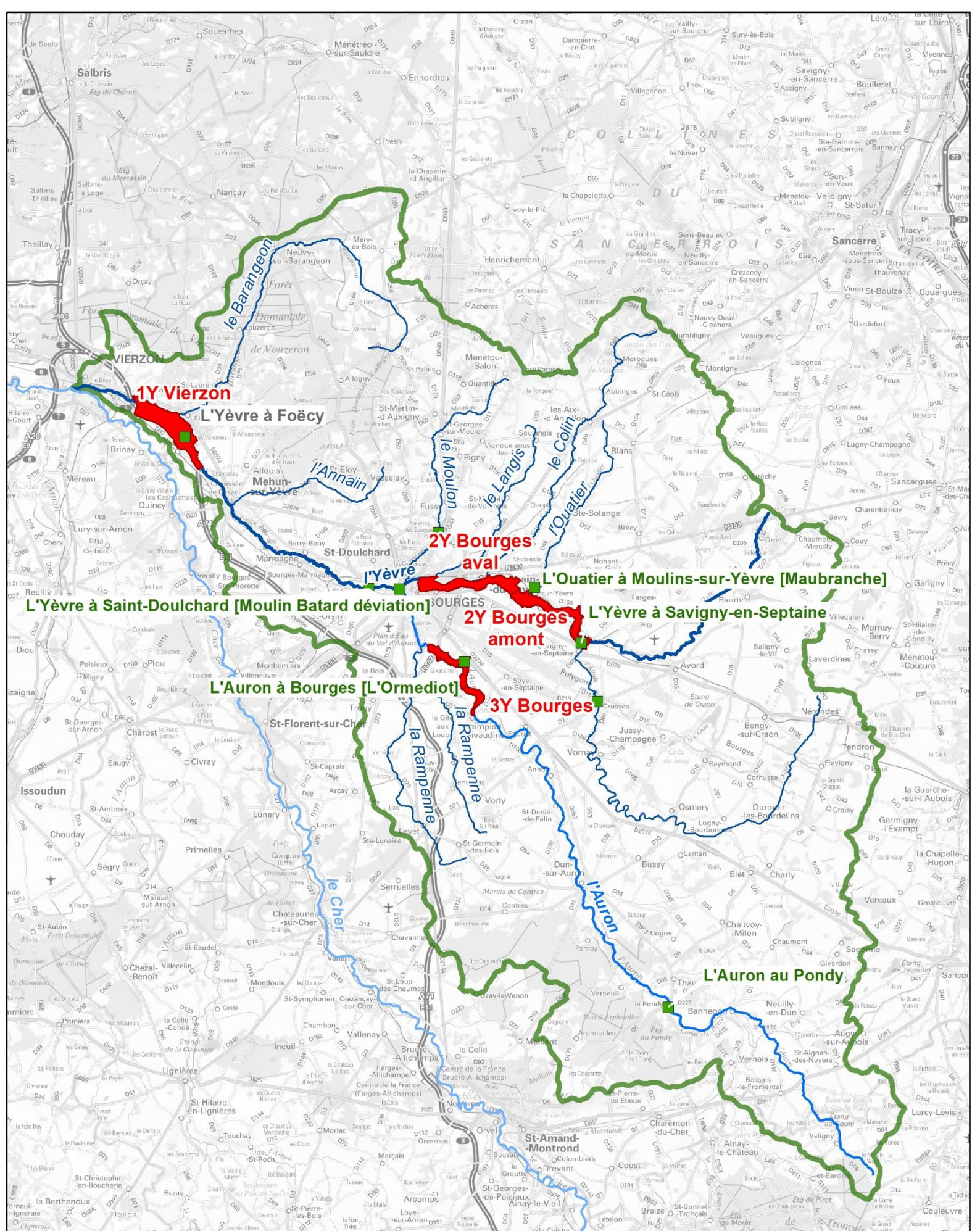
Les analyses statistiques des données enregistrées à ces stations permettent d'estimer les débits de crue pour des occurrences de 2 à 50 ans de manière fiable lorsque la période d'observation est suffisamment importante (source Banque Hydro procédure crucial).

On dispose également des approches expertisées par le SPC Loire Cher Indre.

Les valeurs sont fournies et analysées au chapitre suivant 3.4.

Les ajustements statistiques des données des stations permettent à titre d'information de caractériser les débits moyens et d'étiage.

La DREAL a également fourni les estimations des débits du Moulon, issues de l'étude pour la rocade Nord Ouest de Bourges : 27 m³/s pour le débit décennal et 40 m³/s pour le débit centennal.



Exploitation des potentialités en termes de champs d'expansion de crue sur le bassin versant de l'Yèvre

Stations hydrométriques

- Délimitation ZEC
- Bassin versant de l'Yèvre
- Stations hydrométriques
- l'Yèvre
- l'Auron
- le Cher
- Principaux affluents

Réalisé le : 31/10/2019
 Sources : BRLI, BD Carthage
 Fond : IGN Scan 250
 Echelle : 1/350 000



3.4 DEBITS ET VOLUMES DE CRUE

Les caractéristiques des crues à prendre en compte pour l'étude des ZEC sont les débits de pointe mais aussi le volume des crues. En effet l'étude porte sur la dynamique de propagation, et c'est sur la forme des hydrogrammes que l'écrêtement intervient.

Les paramètres étudiés ci-après sont le volume des crues (chapitre 3.4.4) et les débits de pointe (maximum instantanés), car c'est généralement sur ce critère que l'occurrence des crues est déterminée. Cependant sur le bassin versant de l'Yèvre, les débits de pointe ou instantanés sont inchangés sur de longues durées : la banque hydro fournit pour les 25 plus fortes crues enregistrées aux stations hydrométriques, un rapport de 1,02 à 1,04 entre le débit journalier et le débit instantané (procédure CRUCAL).

3.4.1 Débits de crue issus de la bibliographie

Le tableau ci-dessous synthétise les estimations de débits disponibles à proximité des ZEC.

Tableau 17 : Synthèse des données hydrologiques collectées

ZEC	DONNEES	DEBITS FREQUENTIELS EN M3/s			
		Q2	Q10	Q50	Q100
1Y Vierzon	Yèvre en aval de Bourges (CETE, 1999)		125		200
	Yèvre en aval de Bourges (PPRi, 2014)		125		197
	Yèvre en aval de Bourges (SHYREG)		150		280
	Yèvre en aval du Barangeon (PPRi, 2014)		135		230
2Y Bourges	L'Yèvre en amont de Bourges (CETE, 1999)		63		100
	L'Yèvre en amont de Bourges (PPRi, 2008 - 2011)		61		90
	L'Yèvre en amont de Bourges (SHYREG)		74		145
	L'Yèvre en amont de Bourges (Directive Inondations, 2013)		63		90
3Y Bourges	L'Auron à la confluence avec l'Yèvre (CETE, 1999 et PPRi, 2014)		52		82
	L'Auron à la confluence avec l'Yèvre (SHYREG)		70		135
	L'Auron à la confluence avec l'Yèvre (Directive Inondation, 2013)		52		82
	L'Auron à la confluence avec l'Yèvre (Etude restauration écologique, 2019)	29	52		
	L'Auron à la confluence avec l'Yèvre (Projet de STEP, 2017)		49	67	82



3.4.2 Débits SHYREG

Ces estimations ont été comparées aux estimations de la méthode SHYREG-débit. Il s'agit d'une approche développée pour la connaissance régionale de l'aléa pluvial (SHYREG-pluie) et hydrologique (SHYREG-débit) en tout point du territoire français (Aubert et al. 2014). Elle est basée sur le couplage d'un générateur stochastique de pluies horaires et d'un modèle hydrologique.

La méthode permet d'estimer les quantiles de débits pour des périodes de retour comprises entre 2 et 1000 ans, et sur des bassins versants de 5 à 5000 km².

Cette méthode résulte de plusieurs années de recherche dans le domaine des crues extrêmes et tient compte des dernières avancées scientifiques. Il y a de la part des hydrologues un consensus scientifique sur cette méthode.

3.4.3 Comparaison et synthèse

Les tableaux ci-après et le graphique comparent les différentes approches.

La comparaison des débits met en évidence une bonne cohérence globale entre les estimations SHYREG et les débits de faible occurrence issus des statistiques aux stations hydrométriques (ainsi qu'avec les expertises SPC).

En ce qui concerne les débits plus rares, les estimations des ajustements statistiques, ainsi que les expertises SPC, sont sujet à des incertitudes d'autant plus grandes que la période d'observation est courte. C'est notamment le cas pour les stations de Saint Doulchard et Foëcy, avec respectivement seulement 11 et 9 valeurs de débits.

Le tableau ci-après récapitule les estimations de la méthode Shyreg appliquées aux points de calcul des ZEC :

Tableau 19 : Débits Shyreg au droit des ZEC

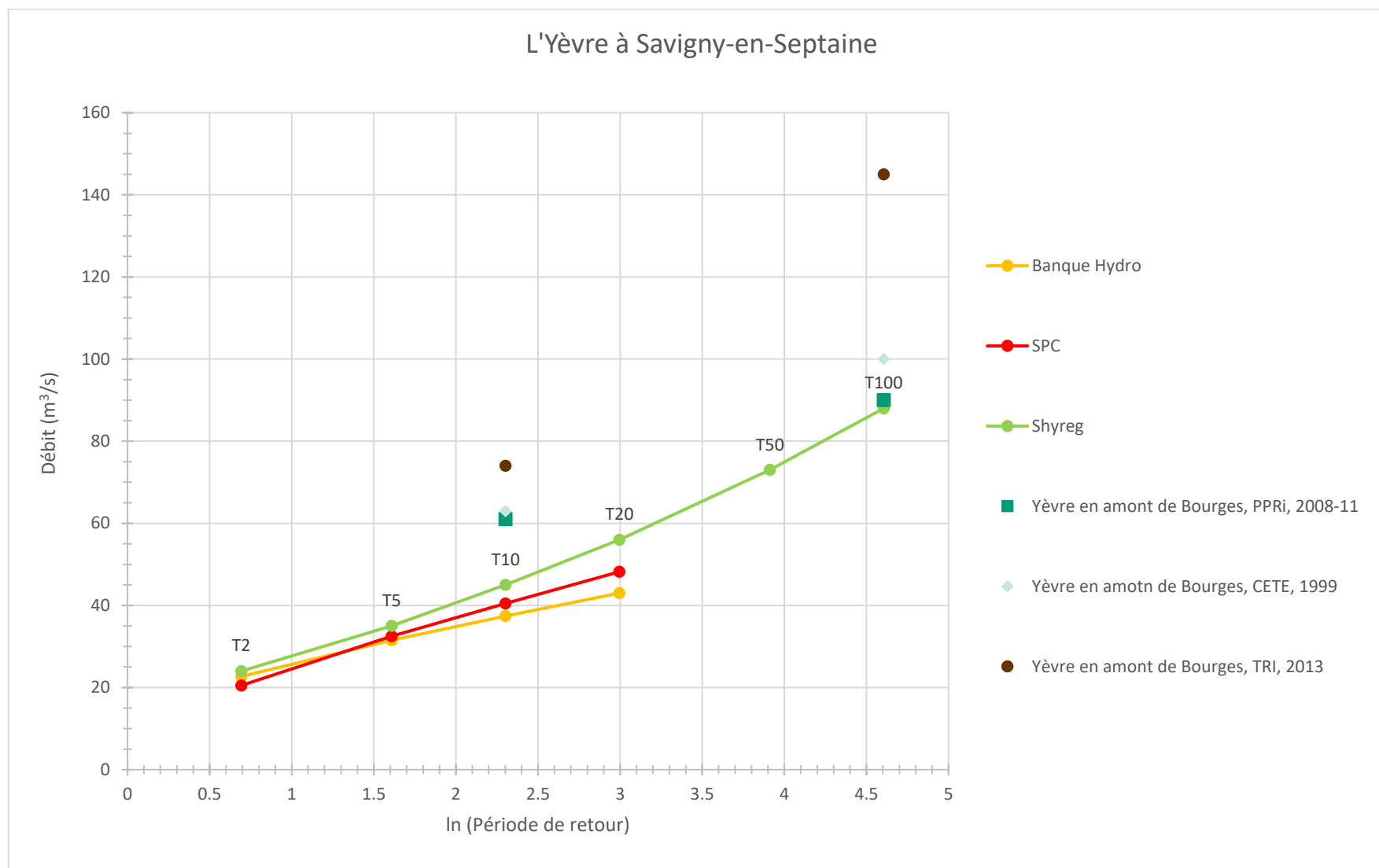
ZEC 1Y								
Point de calcul	Surface (km ²)	Q2 (m ³ /s)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
L'Yèvre à Foëcy	1970	88	123	154	188	240	286	531
ZEC 2Y								
Point de calcul	Surface (km ²)	Q2 (m ³ /s)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
Amont de la confluence Yèvre - Ouatier	531	24	35	45	56	73	88	176
Aval de la confluence Yèvre - Ouatier	746	31	45	57	71	92	111	218
ZEC 3Y								
Point de calcul	Surface (km ²)	Q2 (m ³ /s)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q20 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q1000 (m ³ /s)
L'Auron à Bourges	585	34	49	62	76	98	118	226

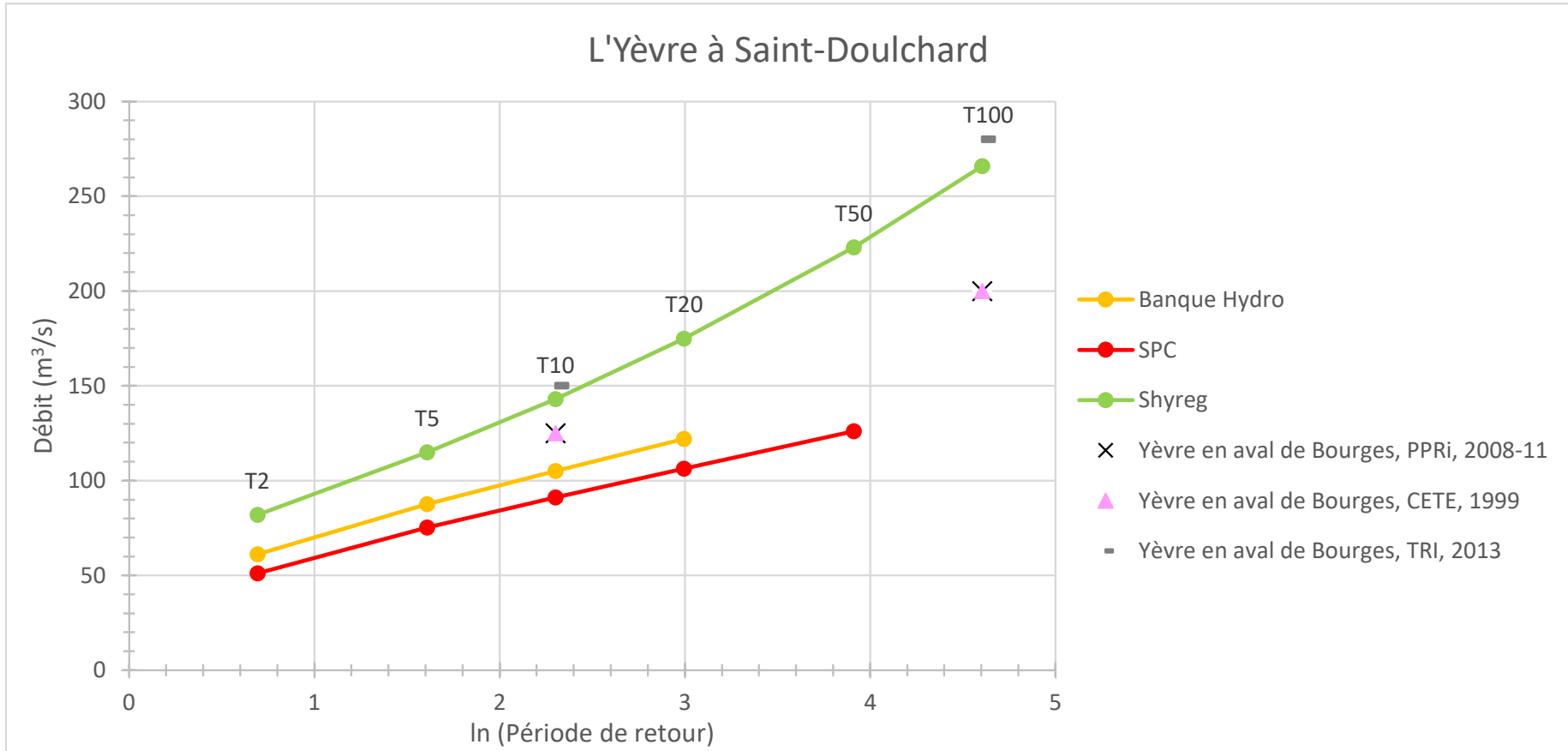
En concertation avec la DREAL, il est proposé de retenir pour la phase 2 :

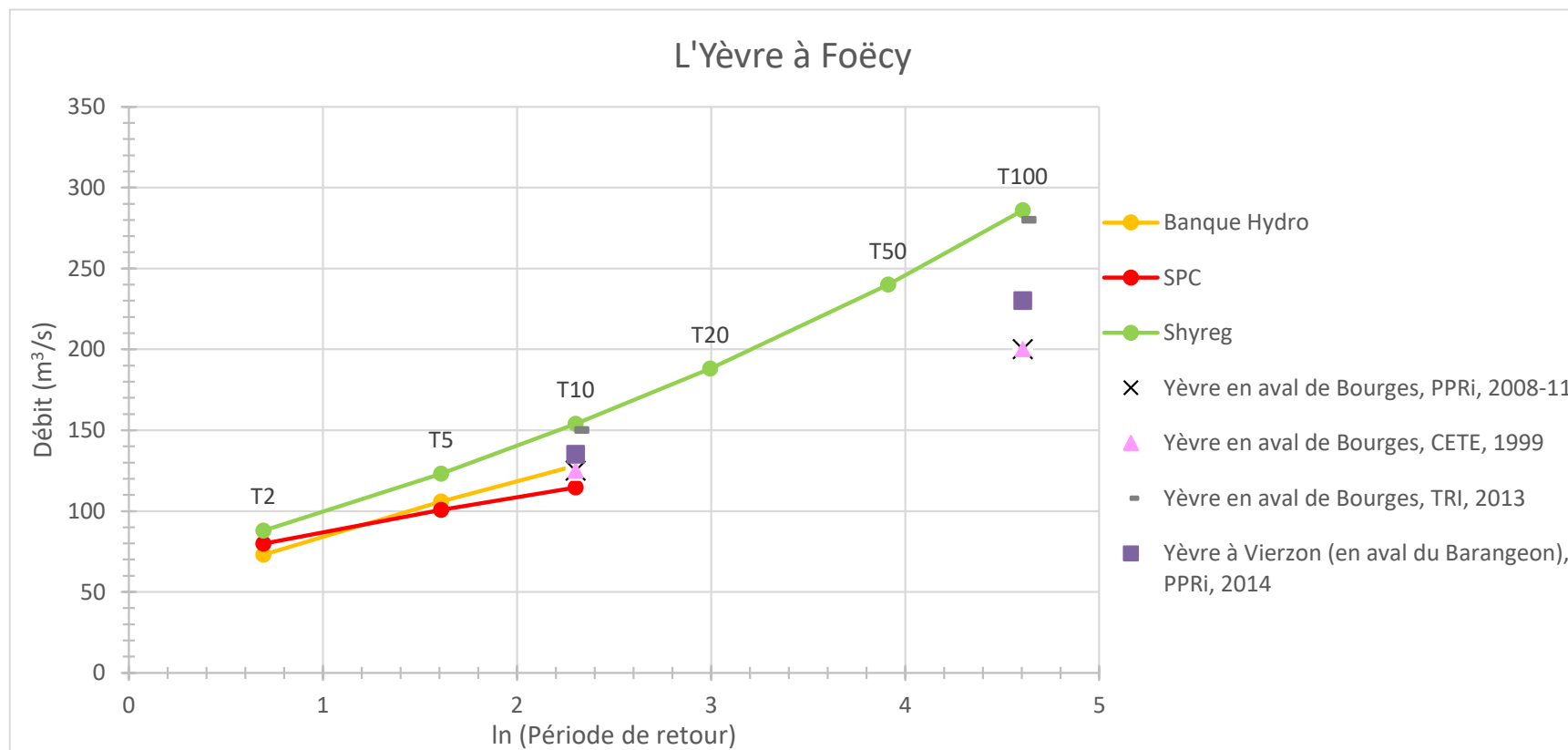
- L'Yèvre au droit de Savigny en Septaine : les débits obtenus par la méthode Shyreg
- L'Yèvre à Saint-Doulchard :
 - utilisation des données issues de l'expertise SPC 2019 pour les crues jusqu'à 20 ans,
 - utilisation des données issues du PPRI pour la crue 100 ans,
 - utilisation d'une valeur cohérente avec celles des 2 points précédents pour celle de 50 ans. La DREAL propose aux environs de 150 m³/s.

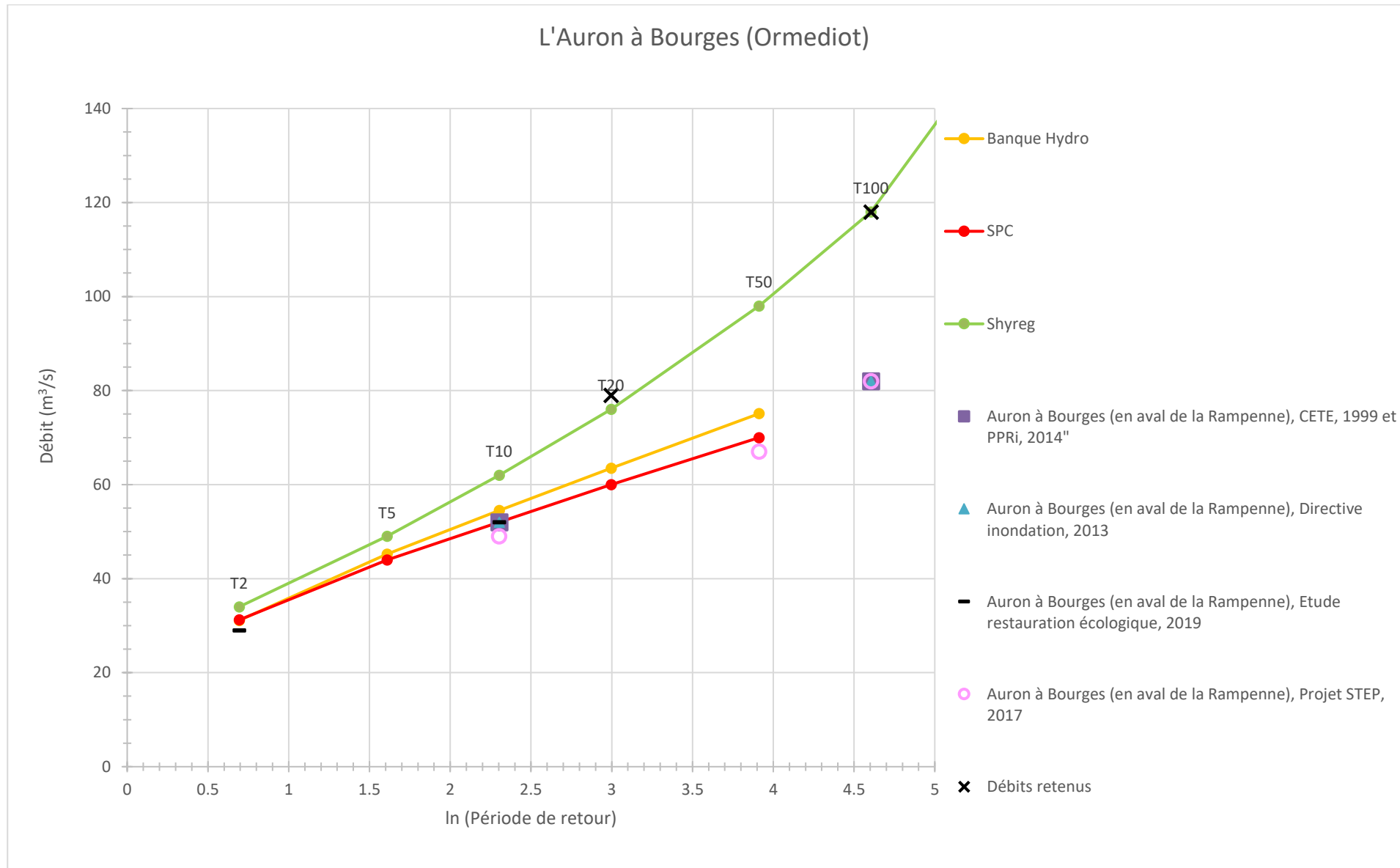
Tableau 20 : Synthèses des données issues de différentes approches hydrologiques

	Code station	Libellé de la station	Données disponibles	Nombre d'observations ou source	Surface (km²)	Q2 (m3/s)	Q5 (m3/s)	Q10 (m3/s)	Q20 (m3/s)	Q50 (m3/s)	Q100 (m3/s)	date crue max	Q max instantané (m3/s)	Module (m3/s)	Etiage QMNA (m3/s)	Q2 spe (m3/s)	Q5 spe (m3/s)	Q10 spe (m3/s)	Q20 spe (m3/s)	Q50 spe (m3/s)	Q100 spe (m3/s)
Banque hydro	K5552300	L'Yèvre à Savigny-en-Septaine	1996 - 2019	19 valeurs - 22 ans	531	23	32	37	43			2-juin-16	47.9	3.25	0.01	0.04	0.06	0.07	0.08		
Shyreg	K5552300	L'Yèvre à Savigny-en-Septaine			531	24	35	45	56	73	88					0.05	0.07	0.08	0.11		0.17
SPC	K5552300	L'Yèvre à Savigny-en-Septaine			531	21	33	41	48							0.04	0.06	0.08	0.09		
Biblio				PPRi (2008/11)	738			61			90							0.08			0.12
Biblio				CETE (1999)	738			63			100							0.09			0.14
Biblio				TRI (2013)	738			74			145							0.10			0.20
Banque hydro	K5702320	L'Yèvre à Saint-Doulchard	2008 - 2019	11 valeurs - 11 ans	1775	61	88	105	122			4-juin-16	132	12.40	1.50	0.03	0.05	0.06	0.07		
SPC	K5702320	L'Yèvre à Saint-Doulchard			1775	51	75	91	106	126						0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	
Shyreg	K5702320	L'Yèvre à Saint-Doulchard			1775	82	115	143	175	223	266					0.05	0.06	0.08	0.10		0.15
Biblio				PPRi (2008/11)	1750			125			200							0.07			0.11
Biblio				CETE (1999)	1750			125			200							0.07			0.11
Biblio				TRI (2013)	1750			150			280							0.09			0.16
Banque hydro	K5712310	L'Yèvre à Foëcy	2000 - 2019	9 valeurs - 19 ans	1970	73	106	128				8-mai-01	117			0.04	0.05	0.06			
SPC	K5712310	L'Yèvre à Foëcy			1970	80	101	115								0.04	0.05	0.06			
Shyreg	K5712310	L'Yèvre à Foëcy			1970	88	123	154	188	240	286					0.04	0.06	0.08	0.10		0.15
Biblio		Yèvre à Vierzon en aval du Barangeon		PPRi 2014	2200			135			230							0.06			0.10
	Code station	Libellé de la station	Débits - Données disponibles	Nombre d'observations	Surface (km²)	Q2 (m3/s)	Q5 (m3/s)	Q10 (m3/s)	Q20 (m3/s)	Q50 (m3/s)	Q100 (m3/s)	date crue max	Q max instantané (m3/s)	Module (m3/s)	Etiage QMNA (m3/s)	Q2 spe (m3/s)	Q5 spe (m3/s)	Q10 spe (m3/s)	Q20 spe (m3/s)	Q50 spe (m3/s)	Q100 spe (m3/s)
Banque hydro	K5623010	L'Auron au Pondy	1989 - 2019	22 valeurs - 28 ans	199	17	25	30	35	42		1-juin-16	27.2	1.02	0.065	0.08	0.12	0.15	0.18	0.21	
SPC	K5623010	L'Auron au Pondy			199	16	22	25	28							0.08	0.11	0.13	0.14		
Banque hydro	K5653010	L'Auron à Bourges (Ormediot)	1966 - 2019	43 valeurs - 52 ans	585	31	45	55	64	75		6-mai-01	83.8	3.67	0.24	0.05	0.08	0.09	0.11	0.13	
SPC	K5653010	L'Auron à Bourges (Ormediot)			585	37	44	52	60	70						0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	
Shyreg	K5653010	L'Auron à Bourges (Ormediot)			585	34	49	62	76	98	118					0.06	0.08	0.11	0.13	0.17	
				Source																	
				CETE 1999 et PPRi 2014	733			52			82										
				SHYREG	733			70			135										
		L'Auron à Bourges, à l'aval de la Rampenne		Directive inondations 2013	733			52			82										
				Etude restauration écologique 2019	733	29		52													
				Projet STEP 2017	733			49		67	82										
	Code station	Libellé de la station	Débits - Données disponibles	Nombre d'observations	Surface (km²)	Q2 (m3/s)	Q5 (m3/s)	Q10 (m3/s)	Q20 (m3/s)	Q50 (m3/s)	Q100 (m3/s)	date crue max	Q max instantané (m3/s)	Module (m3/s)	Etiage QMNA (m3/s)	Q2 spe (m3/s)	Q5 spe (m3/s)	Q10 spe (m3/s)	Q20 spe (m3/s)	Q50 spe (m3/s)	Q100 spe (m3/s)
Banque hydro	K5554580	L'Ouatier à Moulins-sur-Yèvre	2004 - 2019	13 valeurs - 15 années	112	3	4	5	6			26-janv.-18	5.5	0.80	0.07	0.02	0.04	0.04	0.05		
												Q1000									
Shyreg	K5554580	L'Ouatier à Moulins-sur-Yèvre			112	8	11	14	18	23	28	58				0.07	0.10	0.13	0.16	0.21	0.25











3.4.4 Hydrogrammes de crue

Pour une première caractérisation des volumes de crue, les hydrogrammes de la crue de Juin 2016 mesurée aux stations hydrométriques ont été collectés sur la Banque hydro. Cette crue est estimée, en débit de pointe, comme étant une crue proche de l'occurrence vicennale, aux stations hydrométriques (d'après les ajustements statistiques de 2019 de la Banque Hydro).

Les hydrogrammes extraits sont les suivants (en rouge, la visualisation des débits de base, précisés ci-après) :

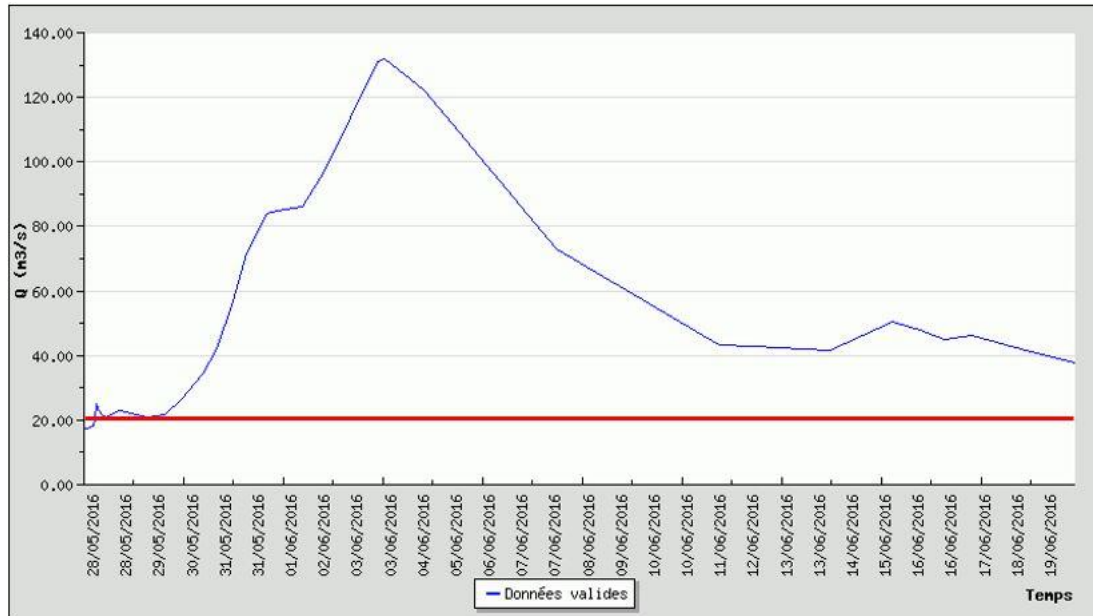


Figure 7 : Hydrogramme de la crue de 2016 à la station hydrométrique du Yèvre à Saint-Doulchard

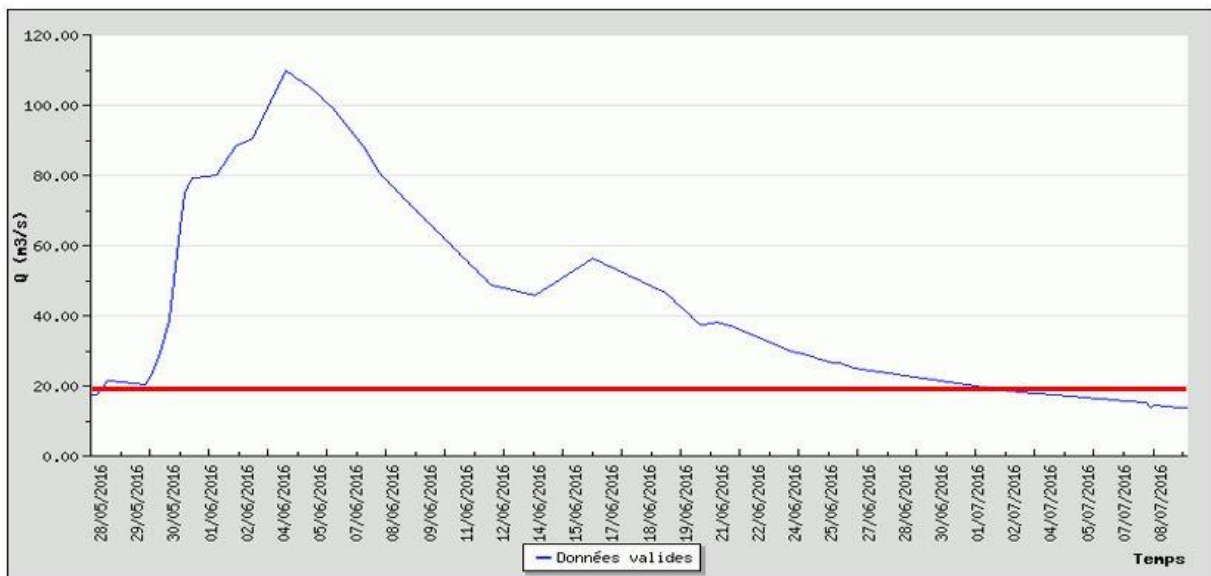


Figure 8 : Hydrogramme de la crue de 2016 à la station hydrométrique du Yèvre à Foëcy

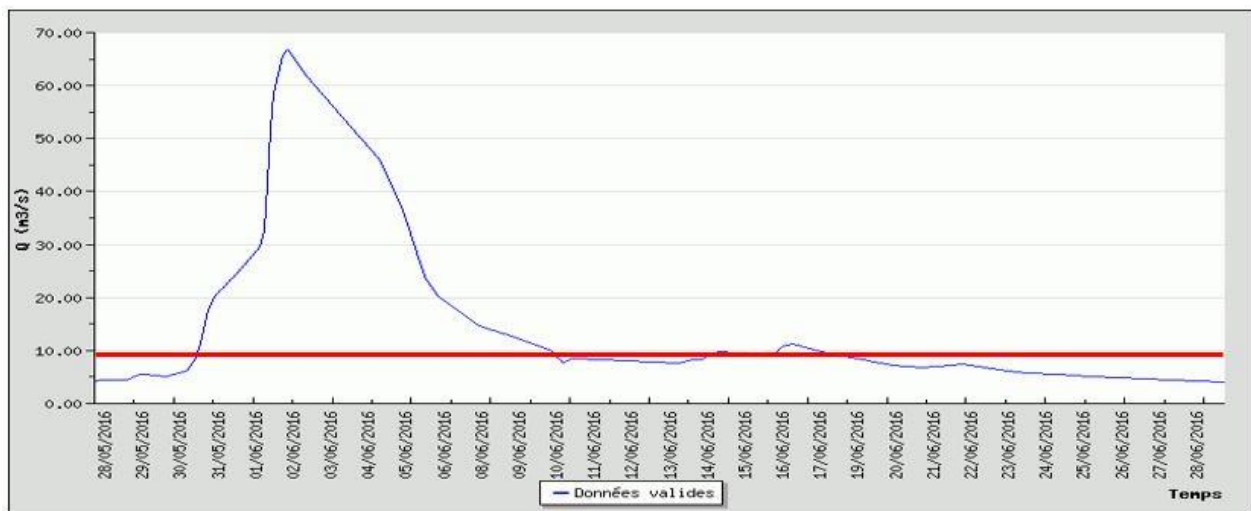


Figure 9 : Hydrogramme de la crue de 2016 à la station hydrométrique de l'Auron à Bourges

De l'observation des hydrogrammes, un débit de base a été estimé, illustré sur les graphiques sous la forme d'une droite rouge. Ce débit correspond à une première approximation du débit débordant dans la ZEC. Au-delà de ce débit, on considère qu'il s'agit du volume de la crue qui doit être ralenti dans la ZEC.

Les volumes de la crue de Juin 2016 obtenus à partir des hydrogrammes au droit de chaque station hydrométrique sont les suivants :

- Volume (hydrogramme station Yèvre à Foëcy) = 95,6 millions m³
- Volume (hydrogramme station Yèvre à Saint-Doulchard) = 92,2 millions m³
- Volume (hydrogramme station Auron à Bourges) = 20,2 millions m³

En l'absence de station hydrométrique hydrologiquement représentative au droit de la ZEC 2Y Bourges, et donc d'un hydrogramme mesuré de la crue, l'hydrogramme de crue sur cette ZEC a été reconstitué de la manière suivante : à l'hydrogramme de l'Yèvre à la station de Saint Doulchard (station hydrométrique situé à l'aval de la confluence de l'Yèvre avec l'Auron), le volume de la crue de Juin 2016 de l'Auron à la station de Bourges Ormédiot a été soustrait.

Les estimations du volume de la crue de juin 2016, au-dessus du débit de base retenu, au droit de chaque ZEC, sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 21 : Estimation du volume de la crue de Juin 2016 au niveau des ZEC

ZEC	Volume hydrogramme de la crue de Juin 2016 (million m3)
1Y Vierzon	95.6
2Y Bourges (Yevre)	72.1
3Y Bourges (Auron)	20.2

Le volume de crue obtenu à la ZEC 2Y Bourges est cohérent avec le volume obtenu au droit de la station du Yèvre à Savigny-en-Septaine (station hydrométrique située plus en amont de la ZEC) : en effet le volume obtenu au niveau de cette station lors de la crue de Juin 2016 est d'environ 38 million de m³. La différence avec le volume de crue estimée à la ZEC 2Y Bourges provient des apports des affluents de l'Yèvre en rive droite : l'Ouatier, le Colin, le Langis et le Moulon.



4 ANALYSE HYDRAULIQUE PRÉALABLE DU FONCTIONNEMENT DES ZEC

Les cartes hydrauliques de l'atlas cartographique joint présentent les zones inondables (assemblage des aléas de référence des PPRi et des AZI), les repères de crue, les ouvrages structurants (ponts, remblais,...) dans les ZEC et éventuellement dans les zones d'intérêt associées.

4.1 DELIMITATION DES ZEC

A partir de l'analyse de l'aléa, de la configuration des lieux, des éléments structurants les écoulements, les sites sélectionnés ont été re-délimités de la manière suivante :

- Les limites des ZEC ont été ajustées en rive droite et gauche sur l'enveloppe des aléas (à l'exception de la ZEC sur l'Auron, pour laquelle on ne dispose pas de cette information, et dont la limite est restée celle de l'étude globale préalable) :
 - ZEC 1Y Vierzon : l'emprise correspond à l'emprise de l'aléa du PPRi Yèvre aval approuvé en 2008 (approche de l'aléa du PPRi de Vierzon : report des PHE des crues de 1940 et éventuellement 1958).
 - ZEC 2Y Bourges : l'emprise correspond à l'emprise de l'aléa défini sur le TRI de Bourges en 2013 (approche de l'aléa du PPRi de Bourges : modélisation 1D de la crue centennale),
- Les limites amont et aval ont été adaptées en fonction de
 - la présence d'affluents importants afin d'assurer une cohérence hydrologique (Cf. chapitre 2.2.1),
 - la présence d'éléments structurants ou de la topographie du terrain naturel jouant un rôle de compartimentation vis-à-vis des écoulements ou de resserrement des champs d'expansion de crue.

4.2 CARACTERISATION DES ZEC

Les ZEC ont été ensuite caractérisées en superficie et en volume.

Pour le calcul du volume, les enveloppes d'aléa ont été exploitées de la manière suivante :

- Création de profils en travers perpendiculaires au sens de l'écoulement d'après expertise du MNT,
- Estimation de la cote de l'eau égale en rive droite et gauche (hypothèse d'un mode d'écoulement filaire)
- Création de la surface de l'eau dans la ZEC avec les plans d'eau successifs entre chaque profil
- Croisement entre la surface de l'eau et le MNT pour déduire le volume de la ZEC.

Pour les ZEC 2Y amont, c'est l'enveloppe de la ZEC initialement définie dans l'étude globale antérieure (Antea) qui a été utilisée pour approximer le volume de la ZEC.

Le tableau ci-après présente le volume de stockage potentiel des ZEC.

Cette première estimation du volume de stockage potentiel dans la ZEC a été comparée au volume d'une crue réelle (Cf. chapitre 3.4.4), afin d'avoir une première approche de l'efficacité potentielle de la ZEC en termes de ralentissement dynamique.

Dans le cas où les écoulements de crue sont réellement ralentis dans la ZEC (ce qui reste à démontrer par la modélisation hydraulique), on peut considérer à dire d'expert que la ZEC commence à être efficace si le volume stocké représente plus de 20% du volume de l'hydrogramme de crue.



Tableau 22 : Comparaison du volume de stockage potentiel des ZEC avec le volume de la crue de Juin 2016

ZEC	cours d'eau	Surface (ha)	Volume de stockage potentiel (million m3)	Volume de la crue de Juin 2016 (million m3)	part en % du volume potentiel disponible par rapport à l'hydrogramme de la crue de Juin 2016
1Y Vierzon	Yèvre	812	8.2	95.6	9
2Y Bourges (aval Ouatier)	Yèvre	558	3.6	72.1	5
2Y Bourges (amont Ouatier)	Yèvre	524	3.4	72.1	5
3Y Bourges	Auron	357	4.9	20.2	24

De ces résultats, seule la ZEC 3Y présente un volume de stockage potentiel supérieur à 20% du volume de l'hydrogramme de la crue de Juin 2016.

Cette première approche est à prendre avec extrême précaution, car il reste à démontrer que tout le volume potentiel participe bien au ralentissement dynamique en diminuant significativement les vitesses d'écoulement. Seule la modélisation hydraulique permettra de préciser ce point.



5 ANALYSE DES ENJEUX

Les cartes des enjeux de l'atlas cartographique joint présentent les enjeux humains, économiques, patrimoniaux et naturels, dans les ZEC et dans les zones d'intérêt associées.

Une analyse de la population exposée à l'aléa de référence, dans les ZEC, et à l'aval immédiat des ZEC, a été réalisée sur la base des dalles INSEE de recensement de la population. En l'absence d'aléa de référence, c'est l'enveloppe initiale de la ZEC (étude Antea) qui est retenue.

Les enjeux recensés dans les ZEC sont synthétisés dans les tableaux ci-après.

Tableau 23 : Recensement du nombre d'habitants exposés à l'aléa de référence au sein des ZEC

ZEC	Nombre de bâti de type habitat	Nombre d'habitants	Commentaires
1Y Vierzon	194	507	9 lieux dits habités
2Y Bourges (av Ouatier)	296	1981	5 lieux dits habités
2Y Bourges (av Ouatier) hors marais	113	368	
2Y Bourges (am Ouatier)	22	25	3 lieux dits habités
3Y Bourges	36	151	3 lieux dits habités

Tableau 24 : Enjeux exposés à l'aléa de référence au sein des ZEC

ZEC	Gestion de crise	Etablissements sensibles	ICPE	Autres
1Y Vierzon	0	0	0	2 stations de pompage AEP, 2 usines de traitement des eaux, 6 batis industriels
2Y Bourges (av Ouatier)	0	0	0	1 espace public, 1 usine de traitement des eaux, 27 batis industriels, 2 serres
2Y Bourges (am Ouatier)	0	0	0	6 batis industriels, 3 batis agricoles, 1 silo
3Y Bourges	0	0	0	2 batis industriels, 2 batis agricoles

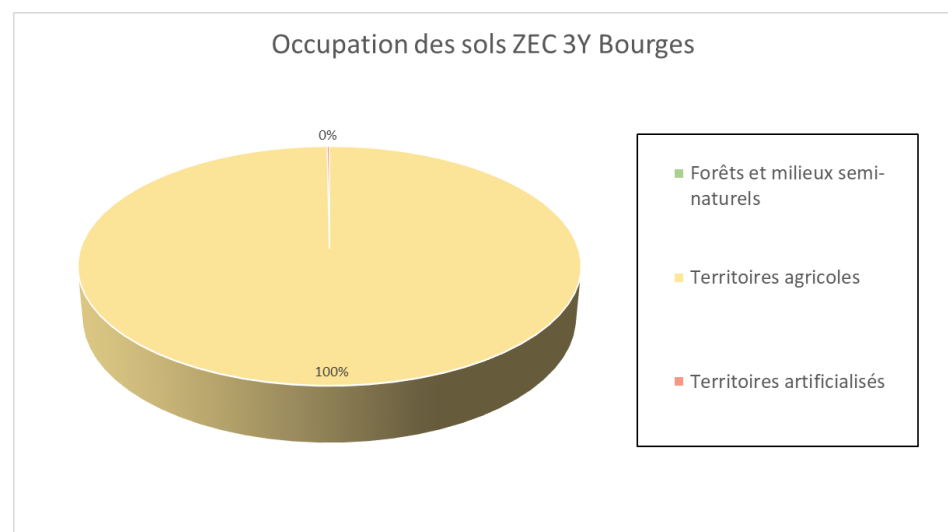
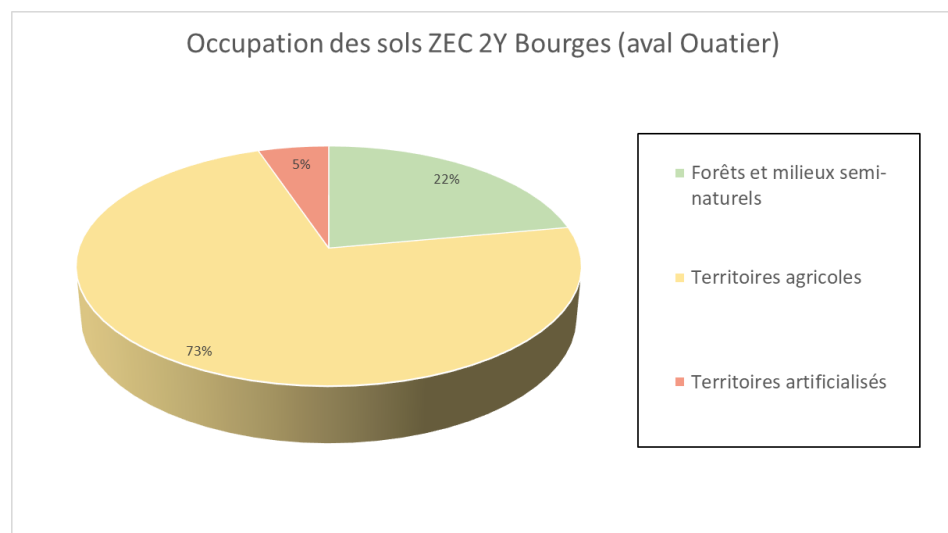
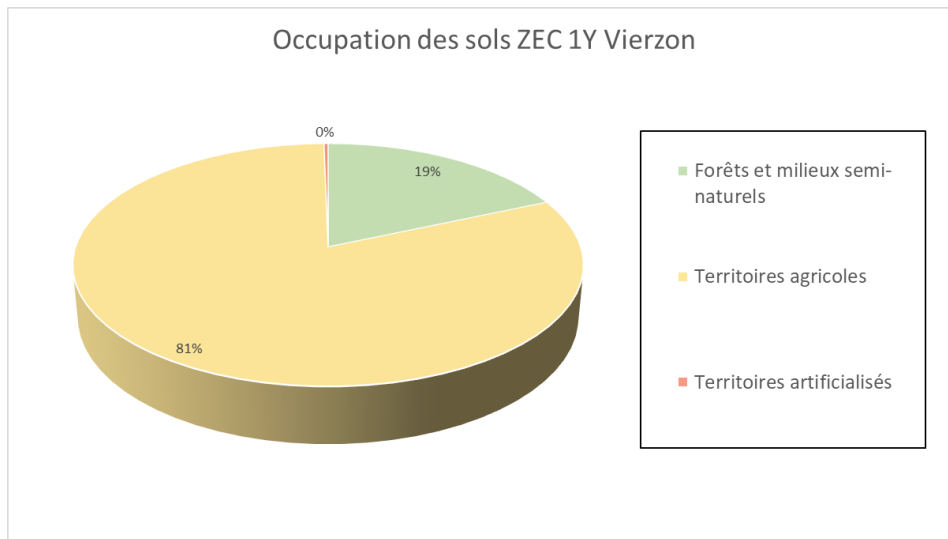
Aucun établissement de gestion de crise (mairie, gendarmerie, pompiers,...), ni sensibles (écoles, crèches, EHPAD,...), ni d'installation classée, ne sont exposés à l'aléa de référence au sein des ZEC.

La ZEC Y1 regroupe en son sein un certain nombre de lieux-dits et de bâti habités exposés à l'aléa : des bâtis implantés en rive gauche de l'Yèvre à proximité du cours d'eau de la Chée et du canal de Berry au niveau de la commune de Givry et de Foëcy, ainsi que des bâtis présents le long du canal de Berry. L'analyse met également en évidence deux stations de pompage AEP et deux usines de traitement des eaux.

Dans la ZEC 2Y on note la présence de quelques lieux-dits habités comme celui de Fenestrelay du Val d'Yèvre qui sont exposés à l'aléa.

Dans la ZEC 3Y sur l'Auron, peu d'enjeux exposés à l'aléa sont recensés. Quelques bâtis au niveau du lieu-dit de Lassay à l'amont de la ZEC et celui du Givaudins à l'aval sont toutefois exposés à l'aléa de référence.

En termes d'enjeux économiques, l'analyse de l'occupation des sols avec Corine Land Cover (CLC) de 2012, met en évidence la forte proportion de parcelles agricoles, entre 73 % et 99 % selon les ZEC.





ENJEUX A L'AVAL DES ZEC

Le recensement des enjeux exposés à l'aval des ZEC est effectué de la manière suivante :

- ZEC 1Y : aléa de référence de l'Yèvre dans la zone d'intérêt à l'aval de la ZEC (Vierzon),
- ZEC 2Y (amont et aval de l'Ouatier) : aléa de référence de l'Yèvre dans la zone d'intérêt à l'aval de la ZEC (Bourges),
- ZEC 3Y : aléa de référence de l'Auron dans la zone d'intérêt à l'aval du plan d'eau, jusqu'à la confluence avec l'aléa de l'Yèvre à Bourges.

Enjeux exposés à l'aval des ZEC	Nombre d'habitants	Gestion de crise	Etablissements sensibles	ICPE	Autres
1Y : l'Yèvre à Vierzon	3384	0	1 camping, 2 établissements d'enseignement primaire	6 établissements	1 carrière, 1 gare, 1 hôtel des postes, 1 usine de traitement des eaux, 4 bâtis agricoles, 4 bâtis commerciaux, 153 bâtis industriels (Zones industrielles de Vierzon)
2Y : l'Yèvre à Bourges	2099	0	1 établissement d'enseignement primaire, 1 centre hospitalier	0	1 gare routière, 1 usine de traitement, 76 bâtis industriels (commune de Bourges)
3Y : l'Auron à Bourges, à l'aval du plan d'eau	833	0	1 établissement d'enseignement primaire, 1 centre hospitalier	0	1 musée, 2 châteaux, 2 bâtis commerciaux, 69 bâtis industriels (commune de Bourges)

6 SYNTHÈSE

Les fiches ci-après présentent une synthèse des analyses par ZEC.

Bilan du fonctionnement hydrologique

La ZEC 1Y peut potentiellement écrêter les crues de l'Yèvre à l'amont immédiat de Vierzon. Cependant, Vierzon est situé à l'aval de la confluence avec le Cher, et donc à ce titre également exposé aux crues du Cher. Le débit du Cher à Vierzon est de l'ordre de 400-500 m³/s, alors que le débit centennal de l'Yèvre à l'amont de Vierzon, au droit de la ZEC, n'est que de 150 m³/s. Il n'est alors pas certain que l'écrêtement dans la ZEC, même s'il s'avère significatif, représente un bénéfice vis-à-vis du risque inondation de Vierzon qui est surtout exposé aux crues du Cher.

La ZEC 2Y sur l'Yèvre en amont de Bourges regroupe deux compartiments : en aval et en amont de l'Ouatier. Les apports de l'Ouatier sont assez peu significatifs par rapport à ceux de l'Yèvre (débit décennal de l'Ouatier de 14 m³/s pour 57 m³/s sur l'Yèvre). Cependant en cas de crue de l'Ouatier, le ralentissement dynamique vis-à-vis des zones urbanisées de Bourges est d'autant moins efficace sur la ZEC amont que sur la ZEC aval. L'étude détaillée de la ZEC amont nécessite une étude des concomitances entre l'Ouatier et l'Yèvre.

La ZEC 3Y sur l'Auron à l'amont de Bourges est influencée par le fonctionnement hydraulique du plan d'eau du Val d'Auron. On note que les débits de pointe de l'Auron sont très proches de ceux de l'Yèvre. Les 2 ZEC sont donc théoriquement aussi intéressantes vis-à-vis de la protection des enjeux de Bourges à l'aval de la confluence, mais le plan d'eau joue peut être un rôle tampon supplémentaire. D'après les informations collectées (source étude Antéa), le plan d'eau de 73 ha aurait un rôle limité, les clapets de contrôle du niveau du plan d'eau s'effaçant en cas de crue. Lors de la crue de 2016, des débordements ont été observés, les clapets défectueux ne s'étant pas effacés.

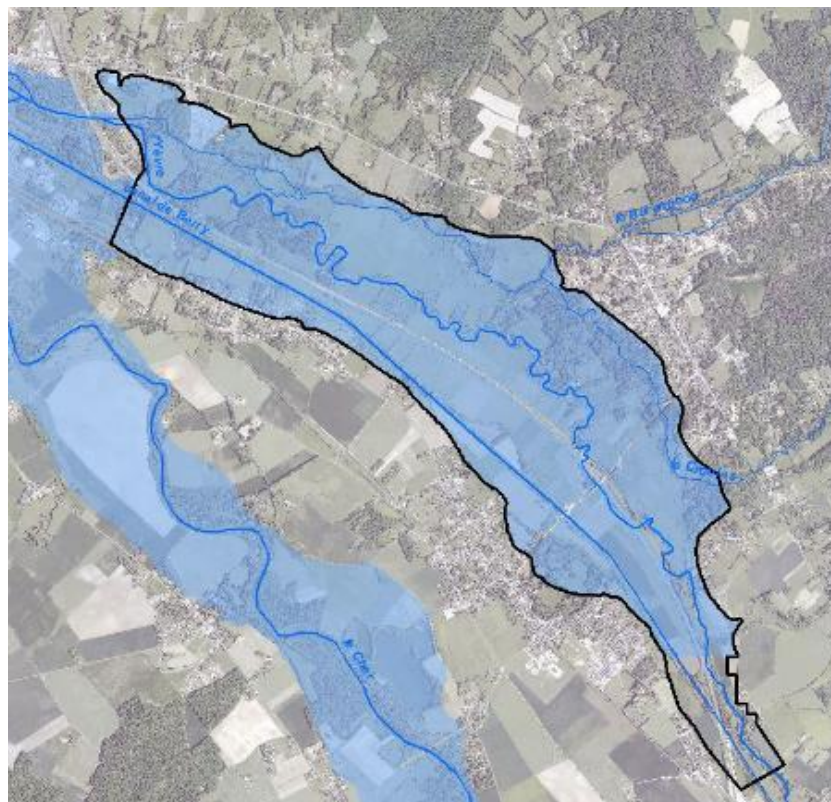
Bilan global

On recense dans toutes les ZEC un nombre significatif d'habitants, ce qui compromet les aménagements permettant la surinondation. L'efficacité hydraulique est a priori plus forte pour la ZEC3Y, mais cela reste à conforter par la modélisation hydraulique. Quant aux enjeux à l'aval susceptibles d'être protégés, ils sont plus importants pour la ZEC1Y de Vierzon.

	Enjeux dans la ZEC	Efficacité hydraulique	Enjeux à l'aval de la ZEC
1Y Vierzon	- - -	+	+ + +
2Y Bourges (aval Ouatier)	- -	+	+ +
2Y Bourges (amont Ouatier)	-	+	+ +
3Y Bourges-Auron	- -	+ +	+ +



6.1 ZEC 1Y VIERZON



38

ADMINISTRATIF

COURS D'EAU	CODE ZEC BRLI	REGION	DEPARTEMENT	COMMUNES	EPCI
Yèvre	1Y Vierzon	Centre-Val de Loire	Cher (18)	Vierzon, Foecy, Vignoux-sur-Barangeon	CC Vierzon-Sologne-Berry, CC Cœur de Berry et CC les Villages de la Forêt

CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES

- Surface : 812 ha
- Volume potentiel de stockage, évalué en approche simplifiée : 8,2 million m³
Représente 9% du volume de la crue de 2016

ENJEUX

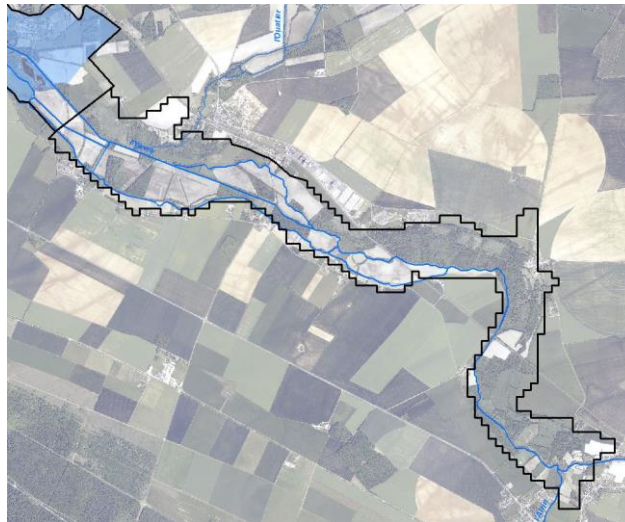
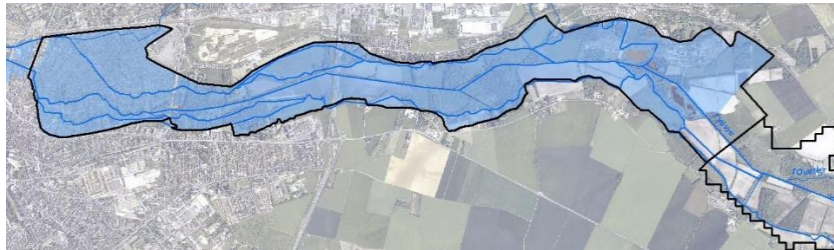
Enjeux dans la ZEC :

- 9 lieux-dits habités, 500 habitants
- 2 stations de pompes AEP, 2 usines de traitement des eaux

Enjeux à l'aval :

- zone urbanisée sur la commune de Vierzon, dont la zone industrielle des Forges
- 3380 habitants, 1 camping, 2 établissements d'enseignement primaire, 6 ICPE.

6.2 ZEC 2Y BOURGES



ADMINISTRATIF

COURS D'EAU	CODE ZEC BRLI	REGION	DEPARTEMENT	COMMUNES	EPCI
Yèvre	2Y Bourges	Centre-Val de Loire	Cher (18)	Bourges, Saint-Germain-du-Puy, Moulins-sur-Yèvre, Osmoy	CA Bourges Plus, CC Terres du haut Berry et CC La Septaine

CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES

- Surface : aval Ouatier : 558 ha, amont Ouatier : 524 ha
- Volume potentiel de stockage : 3,6 million m³
Représente 5% du volume de la crue de 2016.

ENJEUX

Enjeux dans la ZEC aval Ouatier :

- 5 lieux-dits habités, 1980 habitants (368 habitants hors marais de Bourges)
- 1 usine de traitement des eaux

Enjeux dans la ZEC amont Ouatier :

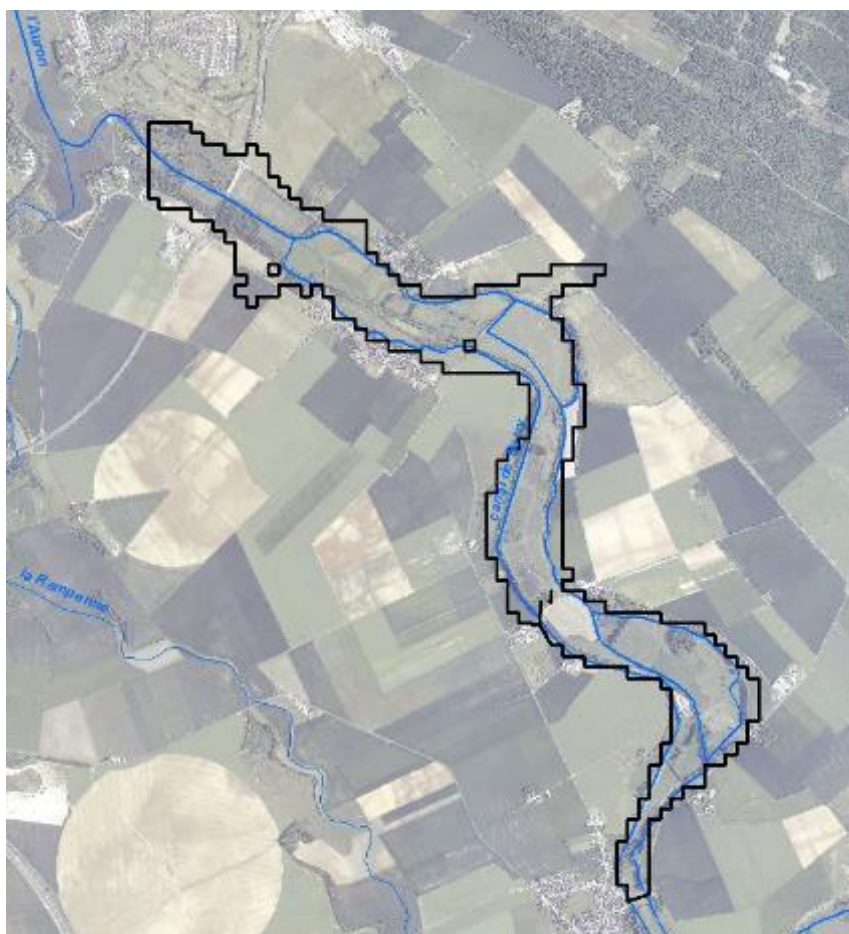
- 3 lieux-dits habités, 25 habitants

Enjeux à l'aval :

- secteurs urbanisés inondables de Bourges : 2100 habitants, 1 établissement d'enseignement primaire, 1 centre hospitalier.



6.3 ZEC 3Y BOURGES



40

ADMINISTRATIF

COURS D'EAU	CODE ZEC BRLI	REGION	DEPARTEMENT	COMMUNES	EPCI
Yèvre	3Y Bourges	Centre-Val de Loire	Cher (18)	Bourges, Soye_en-Septaine, Plaimpied-Givaudins	Ca Bourges Plus

CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES

- Surface : 357 ha
- Volume potentiel de stockage : 4,9 million m³
Représente 24% du volume de la crue de 2016.

ENJEUX

Enjeux dans la ZEC (enveloppe approximative, les aléas n'étant pas connus) :

- 3 lieux dits habités, 150 habitants

Enjeux à l'aval du plan d'eau

- Secteurs urbanisés de Bourges inondables par l'Auron : 833 habitants.

ANNEXES



Annexe 1. Caractéristiques des ouvrages hydrauliques

ZEC	Numéro Ouvrage	Type	Classe de l'ouvrage	Dimensions des ouvrages	Observations de terrain
1Y Vierzon	1	Pont	Principal	Largeur de 120m (MNT)	
1Y Vierzon	2	Barrage	Principal	Pas d'ouverture au MNT	Vanne fermée, envasement important, ouverture possible que si canal totalement sec, écoulement seulement par déversement au-dessus des vannes
1Y Vierzon	3	Pont	Principal	Largeur (L)=5m	
1Y Vierzon	4	Pont	Principal	Lpile = 40cm, L=7m	3 ouvertures rectangulaires sous remblai routier, 2 piles
1Y Vierzon	5	Pont	Secondaire	Pas d'ouverture au MNT	
1Y Vierzon	6	Barrage	Principal	Pas ouverture au MNT	Vanne en bois toujours fermée, aucun système d'ouverture, observation en rive gauche du canal cours d'eau de la Chée
1Y Vierzon	7	Pont	Secondaire	Largeur de 17m (MNT)	
1Y Vierzon	8	Pont	Principal	Largeur de 62m (MNT)	
1Y Vierzon	9	Pont	Principal	Largeur de 75m (MNT)	
1Y Vierzon	10	Barrage	Principal	Lvanne = 1.2m	Vanne fermée, canal sec à l'aval, retenu d'eau à l'amont, des écoulements le long du canal uniquement par déversement au-dessus des vannes
1Y Vierzon	11	Pont	Secondaire	Largeur de 7m (MNT)	
1Y Vierzon	12	Pont	Principal	Buse de diamètre de 1m	
1Y Vierzon	13	Pont	Secondaire	Largeur de 30m (MNT)	
1Y Vierzon	14	Seuil	Secondaire	Largeur de 11m (MNT)	
1Y Vierzon	15	Barrage	Secondaire	L=4m	Barrage toujours fermé, déversement au-dessus de la vanne environ 5 à 7 fois par an, ouvrage bientôt réaménagé pour une passe à poisson



ZEC	Numéro Ouvrage	Type	Classe de l'ouvrage	Dimensions des ouvrages	Observations de terrain
2Y Yevre-Bourges	1	Pont	Principal	L=5m	Sur le Yèvre, eau stagnante, peu d'écoulement
2Y Yevre-Bourges	2	Pont	Principal	Largeur de 30m (MNT)	
2Y Yevre-Bourges	3	Pont	Principal	Lpile=1m, H=60cm	2 ouvertures rectangulaires, 1 pile, sur le cours d'eau du Yèvre
2Y Yevre-Bourges	4	Pont	Principal	Largeur de 10m (MNT)	
2Y Yevre-Bourges	5	Pont	Principal	Lpile=1m, H=60cm	2 ouvertures rectangulaires, 1 pile, sur le cours d'eau de la Voiselle
2Y Yevre-Bourges	6	Pont	Principal	L=5-6m	3 ponts successifs, pas de piles, ouvertures rectangulaires, 2 ponts successifs, au milieu présence d'une grille, le pont plus en aval présente une cote sous poutre plus élevée
2Y Yevre-Bourges	7	Pont	Principal	Largeur de 180m (MNT)	
2Y Yevre-Bourges	8	Pont	Principal	Largeur de 35m (MNT)	
2Y Yevre-Bourges	9	Pont	Principal	Largeur de 40m (MNT)	
2Y Yevre-Bourges	10	Pont	Principal	Largeur de 30m (MNT)	
2Y Yevre-Bourges	11	Pont	Principal	Largeur de 34m (MNT)	
2Y Yevre-Bourges	12	Pont	Principal	L=7m, H=40cm	1 ouverture rectangulaire
2Y Yevre-Bourges	13	Pont	Secondaire	Pas d'ouverture au MNT	
3Y Auron-Bourges	1	Pont	Principal	Largeur de 31m (MNT)	
3Y Auron-Bourges	2	Pont	Principal	Largeur de 19m (MNT)	
3Y Auron-Bourges	3	Pont	Principal	Largeur de 8m (MNT)	
3Y Auron-Bourges	4	Pont	Principal	Largeur de 34m (MNT)	
3Y Auron-Bourges	5	Pont	Secondaire	Largeur de 14m (MNT)	
3Y Auron-Bourges	6	Pont	Secondaire	Pas d'ouverture au MNT	

ZEC	Numéro Ouvrage	Type	Classe de l'ouvrage	Dimensions des ouvrages	Observations de terrain
3Y Auron-Bourges	7	Barrage	Principal	Ouvrage bouché, extrémité du canal	Fin du canal, le canal a été totalement remblayé à l'aval de l'ouvrage
3Y Auron-Bourges	8	Pont	Secondaire	Largeur de 17m (MNT)	
3Y Auron-Bourges	9	Pont	Secondaire	L=12m	Ouverture rectangulaire, au niveau du cours d'eau de l'Auron
3Y Auron-Bourges	10	Barrage	Principal	Pas d'ouverture au MNT	vanne fermée, canal totalement à sec
3Y Auron-Bourges	11	Barrage	Principal	Pas d'ouverture au MNT	
3Y Auron-Bourges	12	Pont	Secondaire	Pas d'ouverture au MNT	
3Y Auron-Bourges	13	Pont	Principal	L = 15m, H=1.30m	Pont sur Auron, ouverture rectangulaire, pas de piles, Eau stagnante peu d'écoulement
3Y Auron-Bourges	14	Pont	Principal	L = 20m, H=1.8m	Ouverture rectangulaire, pas de piles, pas au niveau d'un cours d'eau, ouvrage de décharge
3Y Auron-Bourges	15	Pont	Principal	buse de diamètre de 50cm	Petite ouverture sur canal de Berry déclassé
3Y Auron-Bourges	16	Pont	Principal	buse diamètre de 1m	Au niveau d'un petit canal en rive gauche du Canal de Berry, Aménagements en cours à l'aval de l'ouvrage (piste cyclable, passerelles en bois,...)



BRL
Ingénierie



www.brl.fr/brli

*Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19*

1105, avenue Pierre Mendès-France
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5
FRANCE
Tél. : +33 (0) 4 66 87 50 85
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
e-mail : brli@brl.fr