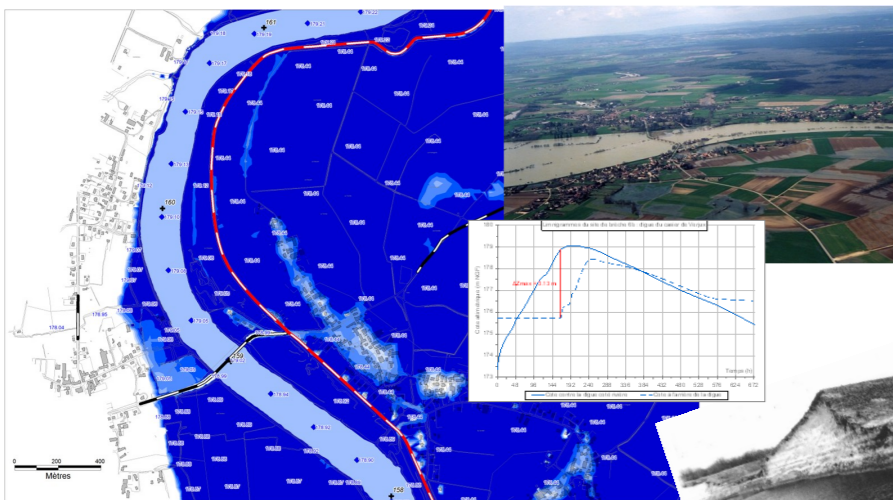


LES RUPTURES DE DIGUES

L'étude devait également analyser les conséquences de ruptures d'ouvrages pour plusieurs raisons :

- l'aléa réglementaire des Plans de Prévention des Risques doit prendre en compte le risque de rupture des ouvrages de protection (*doctrine Rhône*)
- avec l'évolution des textes réglementaires liée aux ruptures d'ouvrages récentes (Rhône 2003, Xynthia 2010), des études de danger sont désormais requises pour certaines catégories d'ouvrages de protection contre les inondations, apportant des informations essentielles sur la sûreté de l'ouvrage et la sécurité des populations de la zone protégée, notamment des simulations de rupture.

6 sites de rupture ont ainsi été simulés sur les digues de Longepierre, Lays-sur-le-Doubs, Verdun-sur-le-Doubs et Verjux. Pour chacun de ces ouvrages, l'emplacement le plus « stratégique » pour une brèche a été retenu, et plusieurs tests ont été pratiqués (longueur et rapidité de rupture). Les résultats (niveaux et vitesses d'écoulement) sont intégrés aux cartes d'aléa réglementaire et seront portés à la connaissance des structures gestionnaires.



La *Doctrine Rhône* est une doctrine commune adoptée en juillet 2006 par le Préfet de bassin, pour l'élaboration des PPRi du Rhône et de ses affluents à crue lente, tels que la Saône. Elle précise les décrets et circulaires en vigueur concernant l'élaboration de ces documents.



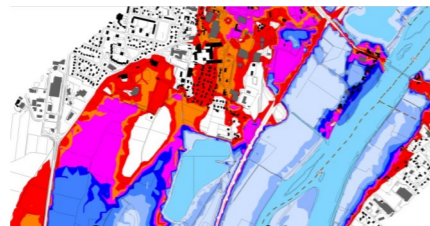
Elaboration des PPR

L'Etat portera à connaissance des communes les cartes d'aléa officielles avec les cotes de référence. Ces informations devront être prises en compte dans toute décision de planification et notamment dans la délivrance des actes d'urbanisme.

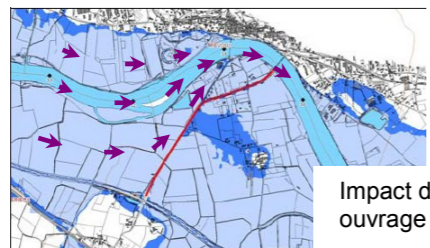
Les Plans seront ensuite prescrits par arrêté préfectoral sur chaque secteur (Chalonnais, Confluence, Doubs) et élaborés en concertation avec les communes (analyse de l'occupation actuelle des sols, détermination des enjeux...).

Les documents élaborés (carte de zonage, règlement etc.) seront ensuite mis en enquête publique, éventuellement modifiés puis approuvés par arrêté. Ces nouveaux documents seront annexés aux documents d'urbanisme.

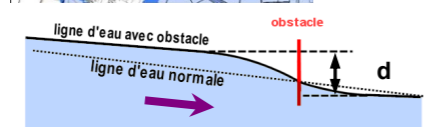
LES SUITES DE L'ÉTUDE



Carte des crues fréquentes



Impact d'un ouvrage

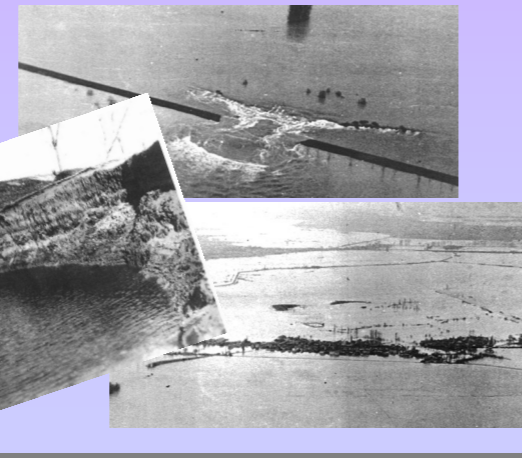


La rupture de 1955 à Verjux

La rupture de la digue du 19 janvier 1955 à Verjux est encore dans les mémoires et a laissé de nombreuses traces et clichés photographiques. A trois heures du matin, la digue est emportée sur 30 à 40 mètres, et la brèche ne cesse de s'élargir, atteignant 100 m, l'eau emportant des morceaux de digue et creusant la terre de la plaine sur plusieurs mètres de profondeur. Aujourd'hui encore l'encoche d'érosion forme un lac d'environ 7 000 m².

La population et le bétail de Verjux et d'une partie de Verdun sont évacués. Les villages sont inondés en quelques heures sous 1 à 2 m d'eau. Un grand nombre de maisons sont détruites ou dévastées.

Le remplissage des zones endiguées entraîne une baisse de niveau quasi-instantanée de 4 cm à Chalon, puis un ralentissement sensible de la montée des eaux pendant 12 h environ, avant que la crue ne reprenne.



Autres utilisations du modèle

L'EPTB Saône Doubs exploitera le modèle construit afin de :

- élaborer des cartes des zones inondables pour les crues fréquentes, qui serviront notamment aux 38 communes pour la gestion de crise. Elles pourront être intégrées aux Plans Communaux de Sauvegarde (rendus obligatoires depuis 2007) pour lesquels l'EPTB propose son assistance.

- Analyse des dysfonctionnements hydrauliques et propositions d'aménagements : les principaux obstacles à l'écoulement seront identifiés grâce au modèle. L'impact de ces ouvrages (généralement remblais d'accès aux ponts) sera analysé et des aménagements seront proposés à leurs gestionnaires.



MODELISATION HYDRAULIQUE DE LA SAÔNE ET DU DOUBS EN AMONT DE CHALON-S-SAONE JUSQU'AUX LIMITES DU DÉPARTEMENT DE SAÔNE-ET-LOIRE

E.P.T.B. Saône et Doubs 220 rue du KM 400 - 71000 MACON — Tél. 03 85 21 98 12 Fax 03 85 22 73 45 - info@eptb-saone-doubs.fr

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DE L'ÉTUDE

Le modèle hydraulique élaboré par l'État et l'EPTB Saône et Doubs sur la Saône et le Doubs à l'amont de Chalon-sur-Saône jusqu'aux limites du département de Saône et Loire, permet de simuler le comportement des deux rivières pour différents types de crues, notamment les crues centennales et la crue historique de 1840 recalculée aux conditions actuelles d'écoulement. Des simulations de ruptures d'ouvrages de protection sont intégrées.

Rappel des objectifs

Suite à l'étude hydraulique entre Chalon et Lyon conduite jusqu'en 2008, l'Etat et l'EPTB ont signé en 2009 une convention de groupement de commande pour la réalisation d'une étude de modélisation de la Saône et du Doubs en amont de Chalon.

Cette étude, rendue notamment nécessaire par la prise en compte des nouvelles cotes de la crue de 1840 aux conditions actuelles d'écoulement, a pour objectifs :

- pour l'Etat (DDT71), permettre l'élaboration ou la révision des Plans de Prévention des Risques d'inondation (PPRI) autour de Chalon et en amont jusqu'aux limites du département.

- Pour l'EPTB, améliorer la connaissance des phénomènes et notamment la gestion des crues faibles et moyennes ainsi que l'impact des ouvrages

L'étude a été décomposée en 3 phases avec des maîtrises d'ouvrage distinctes :

- réalisation de levés topographiques précis à grande échelle (Etat)
- construction et calage du modèle (EPTB Saône Doubs)
- Modélisation de la crue de référence (Etat)

Construction du modèle

Le modèle élaboré s'appuie sur une expertise tenant compte des spécificités du terrain (levés topographiques récents), des ouvrages existants, ainsi que des mesures de niveau et de débit effectués depuis le début du siècle jusqu'à ces dernières années.

Rappel des hypothèses de calcul

Une analyse statistique des valeurs de hauteur et de débit historiques aux sta-

tions existantes a permis de calculer sur chaque cours d'eau le débit d'une crue qui aurait chaque année 1 chance sur 100 d'être dépassée (une crue centennale théorique).

Le débit de cette crue centennale théorique est de **1 854 m³/s** sur la Saône à Le Chatelet, **2 240 m³/s** à Neublans sur le Doubs et **3 240 m³/s** à Chalon (qui correspond au débit estimé de la crue de 1840).

Les tests conduits montrent que l'influence du niveau de la Saône remonte sur le Doubs à plus de 5 km en amont de Navilly

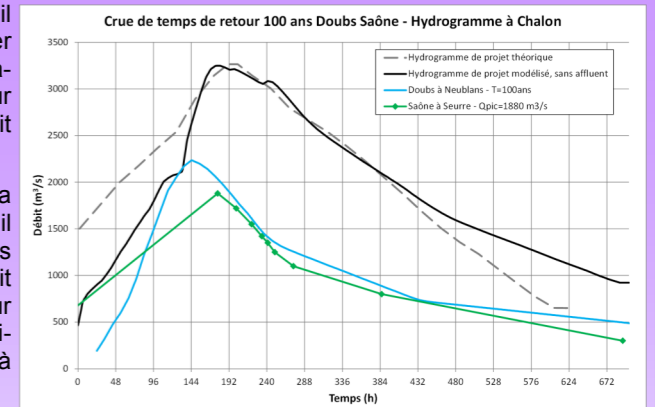
Résultats

Les tableaux et graphiques des pages suivantes présentent les principaux résultats de l'étude.

La crue centennale théorique

Pour chaque cours d'eau, il est possible de déterminer un débit qui présente chaque année une chance sur 100 de se produire (débit centennal).

Compte tenu de la confluence Saône-Doubs, il peut exister plusieurs types de crues atteignant le débit centennal sur le secteur étudié : une crue à dominante Doubs ou une crue à dominante Saône.



Compte tenu des très faibles écarts dans cette zone de confluence entre une crue centennale à dominante Saône et une crue centennale à dominante Doubs, cette dernière a été retenue comme crue centennale unique pour le secteur.

Les débits centennaux sur le secteur sont supérieurs aux débits des crues récentes connues :

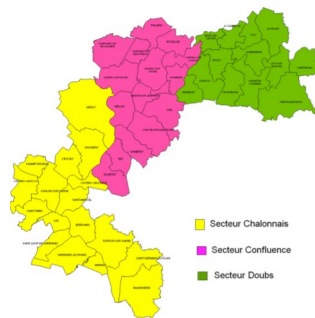
	LeChatelet			Verdun			Chalon			Neublans			Navilly
	H	Q	F	H	F	H	Q	F	H	Q	F	H	
nov. 1840	5.15 m			8.10 m		7.28 m	3240 m ³ /s	100 ans					
janv. 1910				8.37 m					4.65 m			6.70 m	
janv. 1955	5.21 m			8.44 m	45 ans	6.84 m	2850 m ³ /s	34 ans	4.37 m			6.85 m	
déc. 1981	4.88 m	1 610 m ³ /s	30 ans	7.84 m	13 ans	6.78 m	2620 m ³ /s	19 ans	4.92 m	1250 m ³ /s	3 ans		
janv. 1982	4.48 m	1110 m ³ /s	6 ans	8.00 m	18 ans	6.80 m		21 ans	4.44 m	1090 m ³ /s	2 ans		
mai. 1983	5.10 m	1650 m ³ /s	34 ans	8.03 m	19 ans	6.91 m	2950 m ³ /s	44 ans	5.63 m	1760 m ³ /s	22 ans	6.46 m	
fev. 1999	4.43 m	1140 m ³ /s	6 ans	7.38 m		6.79 m			5.24 m	1580 m ³ /s	10 ans	3.61 m	
mars. 2001	4.79 m	1380 m ³ /s	15 ans	7.79 m		7.16 m	2550 m ³ /s	18 ans	4.93 m	1440 m ³ /s	6 ans	6.15 m	
centennale Doubs		1854 m ³ /s	65 ans	8.79 m	100 ans	7.69 m	3240 m ³ /s	100 ans		2240 m ³ /s	100 ans	7.12 m	

Attention dans la comparaison des hauteurs et débits : certaines échelles ont été déplacées depuis les crues anciennes (échelle Port Fluvial à Chalon — Echelle DIREN à Verdun...). Les hauteurs aux échelles sont donc données pour indication — seules les cotes en mNGF sont comparables.

LES NIVEAUX DE RÉFÉRENCE

Les niveaux de la crue de référence calculés par le modèle sont données dans le tableau ci-dessous, à chaque Point Kilométrique (PK) de chaque rivière, en regard avec les cotes en vigueur dans les documents actuels.

Commune	secteur	doc actuel	PK Saône	cote actuelle	nouvelle cote	Commune	secteur	doc actuel
LUX	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône	135	177.30	177.86	EPERVANS	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône
			136	177.30	177.88			
			137	177.40	177.89			
			138	177.40	177.93			
ST REMY	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône	139	177.40	177.97	ST MARCEL	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône
			140	177.50	178.01			
CHALON	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône	141	177.50	178.05	ST MARCEL	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône
			142	177.70	178.19			
CRISSEY	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône	143	177.80	178.23	CHATENOY EN BRESSE	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône
			144	177.90	178.26			
SASSENAY	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône	145	178.00	178.30	CHATENOY EN BRESSE	Chalonnais	PERI ou PPRI Saône
			146	178.10	178.33			
GERGY	Confluence	PERI ou PPRI Saône	147	178.20	178.37	VERDUN	Confluence	PERI ou PPRI Saône
			148	178.30	178.41			
			149	178.40	178.45			
			150	178.50	178.50			
			151	178.60	178.55			
			152	178.60	178.59			
			153	178.70	178.64			
			154	178.80	178.69			
			155	178.90	178.72			
			156	179.00	178.74			
ALLEREY	Confluence	PERI ou PPRI Saône	157	179.10	178.79	VERDUN	Confluence	PSS Saône + Doubs
			158	179.20	178.87			
			159	179.30	178.96			
			160	179.30	179.10			
BRAGNY-S-SAONE	Confluence	PERI ou PPRI Saône	161	179.40	179.18	LES BORDES	Confluence	PSS Saône + Doubs
			162	179.48	179.26			
ECUELLES	Confluence	PERI ou PPRI Saône	163	179.54	179.33	SAUNIERES	Confluence	PSS Saône + Doubs
			164	179.59	179.39			
			165	179.65	179.56			
			166	179.69	179.69			
			167	179.85	179.97			
			168	180.01	180.06			
			169	180.02	180.10			
			170	180.03	180.16			
			171	180.04	180.18			
			172	180.05	180.21			
MONT LES SEURRE	Confluence	PERI ou PPRI Saône	173	180.06	180.23	CHARNAY LES CHALON	Doubs	PSS Saône + Doubs
			174	180.07	180.24			
			175	180.08	180.25			
			176	180.09	180.26			
LONGEPIERRE	Doubs	PSS Saône + Doubs	177	180.10	180.27	PONTOUX	Doubs	PSS Doubs
			178	180.12	180.30			
			179	180.15	180.31			
			180		180.33			
			181		180.35			
			182		180.37			
			148	180.34				
			147	180.39				
CHARENAY VARENNE	Doubs	PSS Saône + Doubs	146	180.44		CHARENAY VARENNE	Doubs	PSS Doubs
			145	180.51				
			144	180.57				
			143	180.72				
			142	180.75				
			141	180.79				
			140	180.85				
			139	180.91				
			138	180.98				
			137	181.16				
136	181.41							
135	181.51							
134	181.56							



Les secteurs colorés correspondent aux groupes de communes sur lesquels se fera progressivement la prescription puis l'approbation des Plans de Prévention des Risques prévus par l'Etat (Chalonnais, Confluence, Doubs).

Entre le PK156 de la Saône (Damerey) et Chalon-sur-Saône, la crue de 1840 calculée dans les conditions actuelles d'écoulement (avec crue des affluents aval) atteint des niveaux supérieurs à la crue centennale théorique. C'est donc elle qui doit être prise en compte pour l'aléa réglementaire de référence, comme pour l'aval entre Chalon et Lyon.

En amont, la crue centennale théorique doit être retenue.

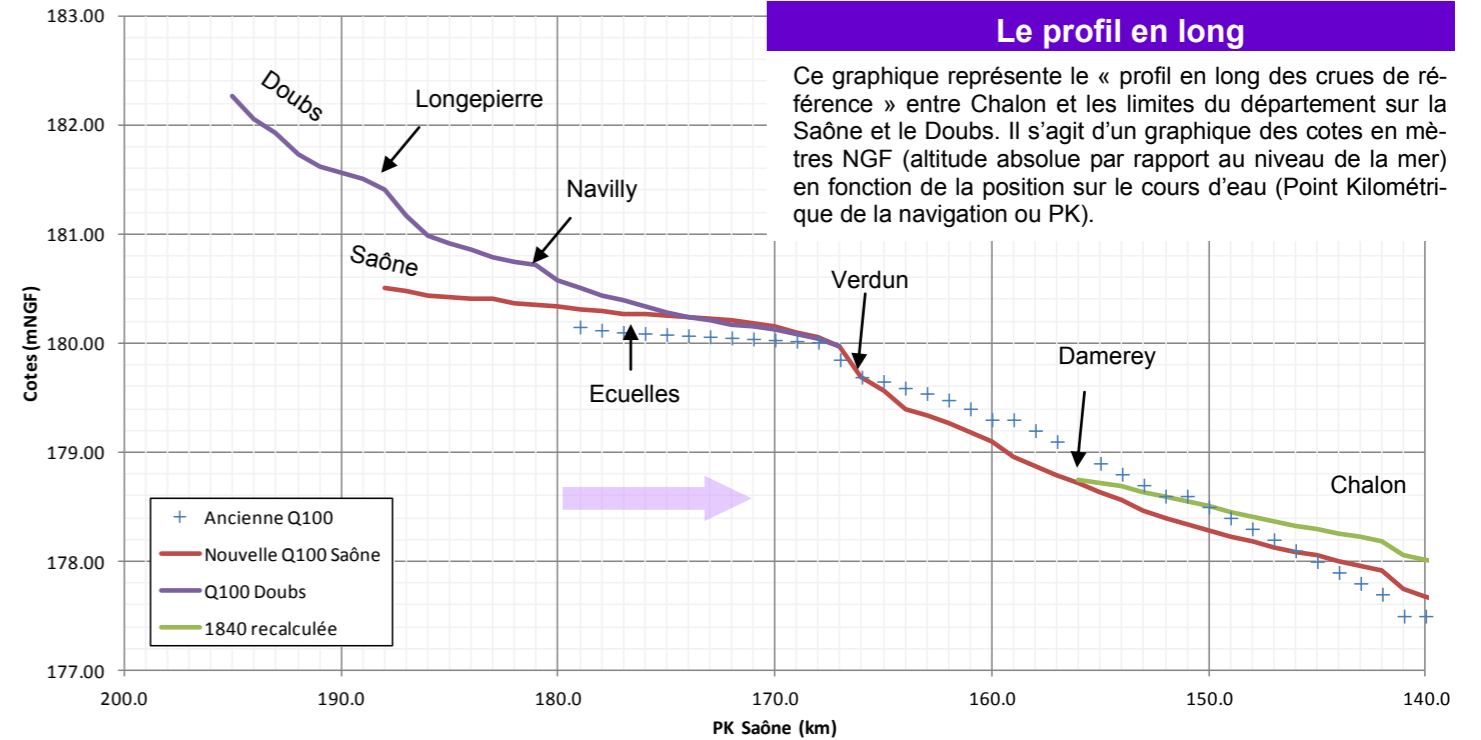
Globalement, ces nouvelles cotes sont plus élevées que les anciennes (56 cm à Chalon en raison de la prise en compte de la crue de 1840, et plus de 15 cm à Ecuelles), sauf autour de Gergy — Damerey (PK 150 à 166) où elles leur sont inférieures jusqu'à 25 cm.

Ces différences avec l'ancienne crue centennale en vigueur peuvent notamment s'expliquer par les débits pris en compte (plus de 30 années de données supplémentaires pour le calcul de la centennale), les hypothèses de calcul sur la rupture des ouvrages, ainsi que des outils mis en œuvre (dans les années 1980, de simples modèles linéaires moins précis étaient utilisés pour les premiers PPR).

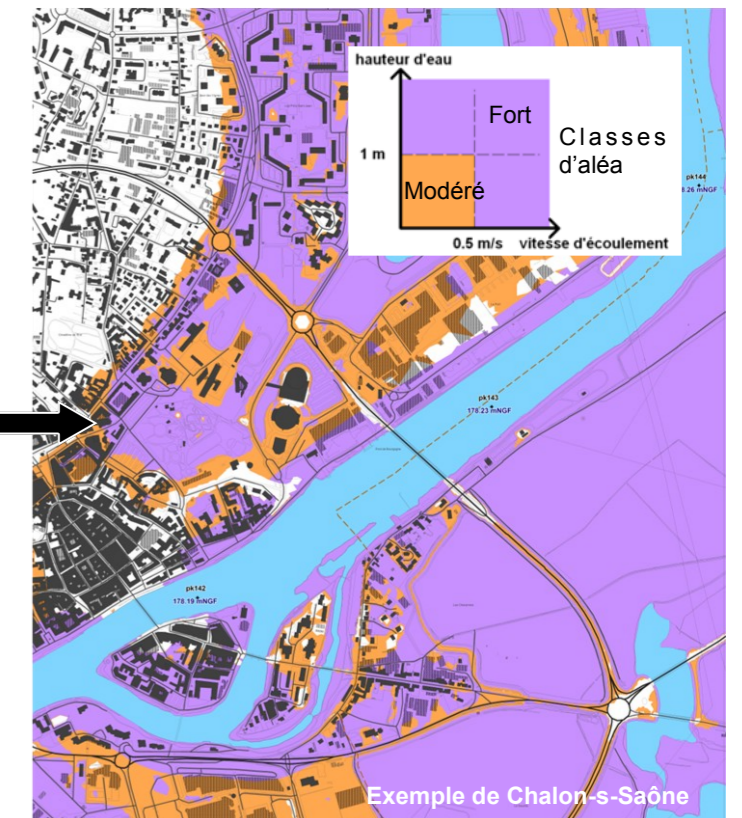
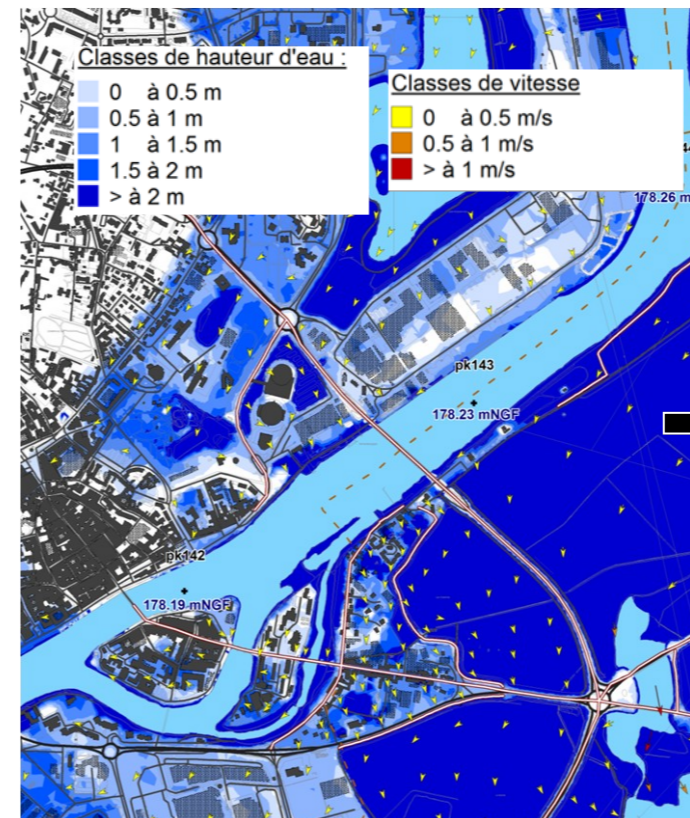
Sur le Doubs, les documents en vigueur actuellement (Plan des Surfaces Submersibles) ne donnaient quant à eux pas de cote réglementaire.

pk Doubs	nouvelle cote	Commune	secteur	doc actuel
157	179.97	CIEL	Conf	PSS Doubs
156	180.04			
155	180.08			
154	180.12	SERMESSE	Doubs	PSS Doubs
153	180.15			
152	180.17			
151	180.21			
150	180.24	PONTOUX	Doubs	PSS Doubs
149	180.28			
148	180.34	NAVILLY	Doubs	PSS Doubs
147	180.39			
146	180.44	CHARENAY VARENNE	Doubs	PSS Doubs
145	180.51			
144	180.57			
143	180.72			
142	180.75			
141	180.79			
140	180.85			
139	180.91			
138	180.98			
137	181.16			
136	181.41			
135	181.51			
134	181.56			

Le profil en long



LES CARTES D'ALÉA



Cette première carte présente un exemple des résultats « bruts » du modèle :

- le dégradé de bleu représente les différents niveaux d'eau
- les petites flèches représentent les directions et vitesses de l'écoulement, en chaque point de calcul (vitesses généralement faibles et <1m/s sur la Saône)

Cette seconde carte issue de la première, présente l'intensité de « l'aléa » réglementaire, c'est-à-dire la gravité des conditions d'écoulement (hauteur et vitesse) en fonction d'une grille donnée par les textes en vigueur (notamment la doctrine Rhône). De manière simple, au-delà d'un mètre d'eau, l'aléa est considéré comme « fort » (couleur violette).

Il ne s'agit pas du zonage réglementaire (bleu / rouge), qui doit encore prendre en compte l'occupation actuelle des sols.