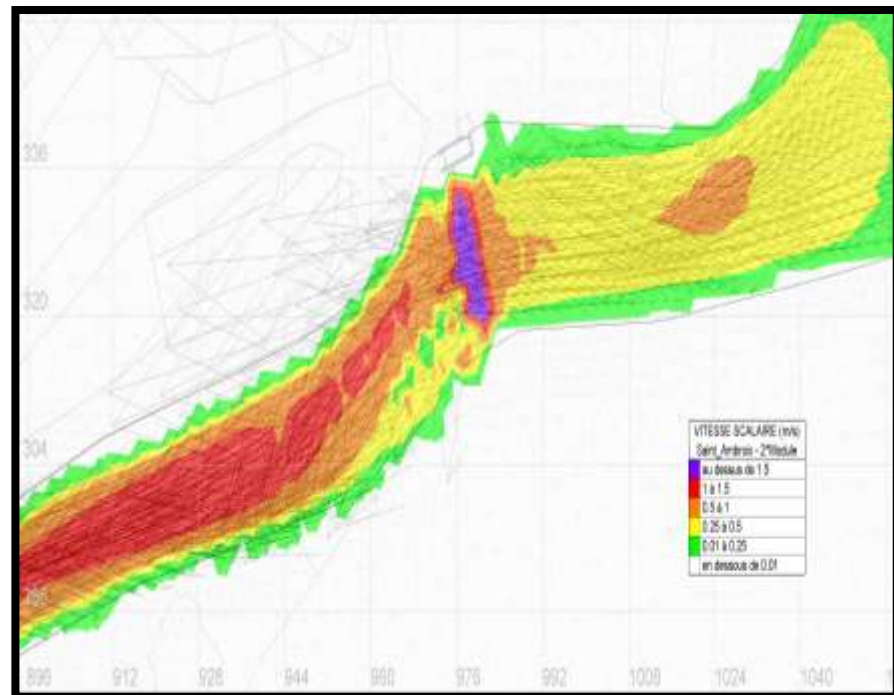


ETUDE D'AIDE À LA DÉCISION RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE YÈVRE MÉDIAN



Restitution et échanges Phases 3 & 4 - Le mercredi 18 septembre 2019

ORDRE DU JOUR



1. Rappel, contexte et phases de l'étude

2. Retours phases 1 & 2, échanges

3. Explications des phases 3, 4 (en cours) et 5 (démarrage)

- Explications de la modélisation hydraulique (phase 3)
- Analyse patrimoniale, historique et paysagère (phase 4)
- Cadre des esquisses de projets à faire développer (phase 5)
- Proposition de réunions de travail / ouvrage

4. Situation pour chacun des 6 ouvrages suivants :

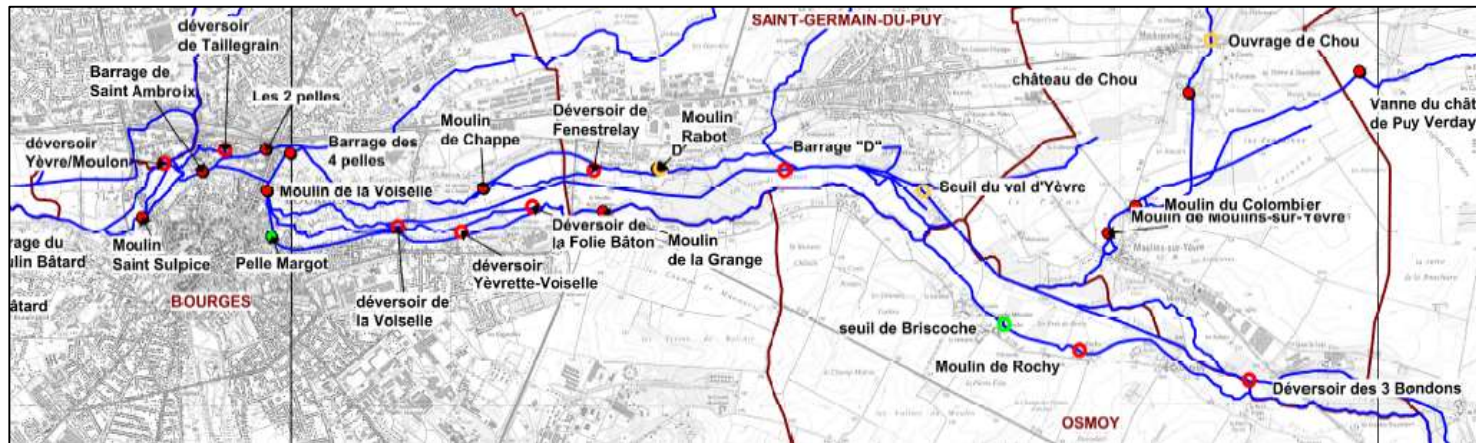
- **3 Bondons** (Osmoy-Savigny-en-Septaine, privé)
- **Moulin Lucas** (Saint-Germain-du-Puy, privé)
- **Barrage D** (Saint-Germain-du-Puy, privé)
- **Moulin de la Voiselle** (Bourges, communal)
- **Clapet Saint-Ambroix** (Bourges, communal)
- **Ancien seuil du Mavois** (Bourges, privé)

I. RAPPEL CONTEXTE & PHASES D'ÉTUDE

Financement de l'étude (170 000 € ttc : 80% Agence de l'Eau / 20% SIVY) = NCA environnement

Démarrage : septembre 2018, durée estimée : 1 an ½

Secteur d'étude



Objectifs de l'étude :

- Démarche de régularisation des ouvrages hydrauliques au titre de la continuité écologique, étude d'aide à la décision menant aux dossiers travaux (6 ouvrages) - (porte d'entrée de l'étude)
- Apport de connaissances sur la situation physique et réglementaire des ouvrages
- Fonctionnement hydraulique et sédimentaire du complexe à différents débits

Le SIVY n'est propriétaire d'aucun ouvrage, tout projet est conditionné à la décision du propriétaire avec un éventuellement financement du syndicat + financeurs.

I. RAPPEL CONTEXTE & PHASES D'ÉTUDE

24 ouvrages (ou complexes d'ouvrages)

Etude en 6 phases :

- | | |
|---|--|
| 1. Etat des lieux général & Analyse de l'ensemble des ouvrages | Phases objet de la réunion du 18 juin, en voie de finalisation |
| 2. Analyse du fonctionnement hydraulique et sédimentaire du complexe | |
| 3. <u>Etat des lieux précis de 6 ouvrages (axe pré-déterminé)</u> | <u>En cours</u> |
| 4. <u>Note sur la valeur patrimoniale, paysagère et économique</u> | <u>En cours</u> |
| 5. Esquisses de scénarii de restauration de la continuité (2 à 4 / ouvrage) | Non démarrée |
| 6. Développement d'un projet (choix d'une esquisse) jusqu'au stade « projet » et « pré-rédaction dossier DLE » | Non démarrée |

TRAVAUX & INVESTISSEMENTS SELON LES CONTEXTES, L'INTERET GENERAL, LES PREVISIONS FINANCIERES, LES SYNERGIES...

**PERIODE ENVISAGEE DE TRAVAUX SI LE SIVY EST MAITRE D'OUVRAGE :
À PARTIR DE 2022 (+/- 1an)**

2. RETOUR PHASES I & 2

Réunion du comité des riverains (18 juin) puis du comité de pilotage (24 juin)

Un vingtaine de remarques réalisées > suites pour une quinzaine d'entres-elles
(dernière version des rapports, fin août) :

Des compléments apportés aux remarques faites par les comités des riverains et de pilotage

- Vulgarisation et lexique d'acronymes (fiches ouvrages + rapports)
- Développement du volet géologique du secteur d'étude
- Description des mesures de sédiments des marais
- Point sur le projet d'aire de protection de captage AEP Saint-Ursin
- Modification du concept de franchissabilité piscicole (oui/non), et ICE
- Précisions usages direct(s) et indirect(s) des ouvrages
- Mise en ligne des données brutes (.DWG) sur le site internet
- Développement du volets espèces protégées / nuisibles
- Développement du volet « transferts » de l'Yèvre au GCDD
- Précisions sur les références topographiques
- Demandes de retraits/ajouts par les propriétaires riverains (fiches ouvrages)
- Complément des données relatives aux mesures thermiques
- Observation liée au comblement du plan d'eau des pré-fichaux (Voiselle)
- ...

Des demandes qui ne sont pas honorées pour le moment :

- Données sur les prélèvements mensuels pour l'irrigation (manque de temps)
- Sollicitation du Tribunal concernant la propriété des ouvrages (réponses de la DDT pour le moment)
- Mise à jour de données physico-chimiques plus récentes que 2015 (pas de données postérieures validées)
- Réponses incomplètes concernant les lâchés d'anguilles dans l'Yèvrette (fin des années 1990)
- ...

3. EXPLICATION DES PHASES 3, 4 ET 5



3. EXPLICATION DES PHASES 3, 4 ET 5

Phase 3 : Complément sur le fonctionnement « hydraulique » de 6 ouvrages

Rapport phase 3 : 209 pages (version provisoire téléchargeable depuis le 11 sept. 2019)

Objectif : construire une modélisation hydraulique qui décrit les hauteurs d'eau, débits, vitesses et contraintes érosives qui seront également des supports pour étudier les scénarios.

1. Modélisation « 1D » (Mike HydroRiver) pour chacun des 6 sous-secteurs pour 5 types de débits :

- QMNA5 (débit d'étiage)
- Q50 (débit médian)
- Module interannuel
- 2x modules
- Débit de crue de période de retour 2 ans

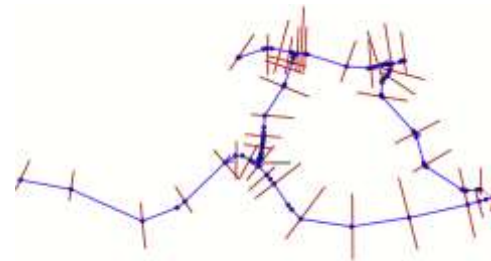
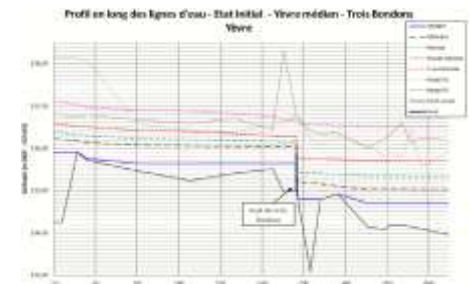
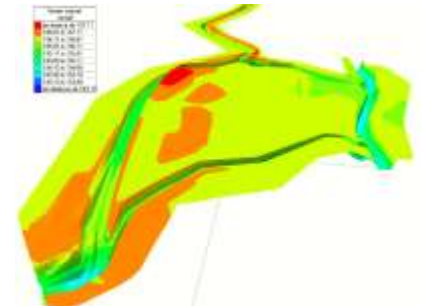
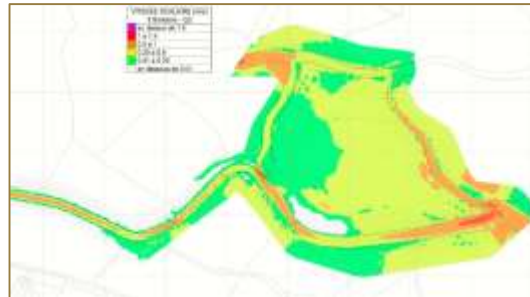
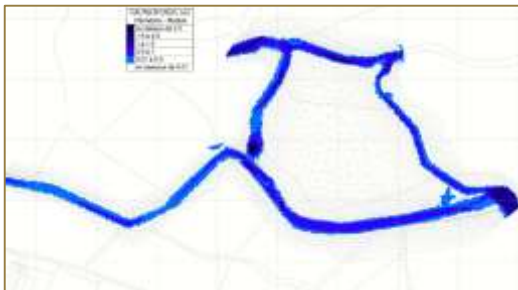


Figure 4: Représentation de l'architecture générale du modèle hydraulique 1D sur le site des Trois Bordenes construit avec le logiciel Mike Hydro River



- Calages réalisés sur la base des mesures 2018/2019 + photographies antérieures
- Paramètres de calage du modèle : coef de perte de charge + coef de rugosité

2. Réalisation de modélisations « 2D » puis « 3D » (TELEMAC)



3. EXPLICATION DES PHASES 3, 4 ET 5

Calage des modèles : un travail fastidieux de représentation informatique de phénomènes hydrauliques réels, complexes !

Tableau 8 : Écarts moyens entre les niveaux d'eau des modèles 1D et 2D pour le débit médian

	Débit médian			
	Amont seuil	Aval seuil	Diffluence Yèvre - Gimone	Diffluence Yèvre - Bras
Modèle 1D (m NGF 69)	136,03	135,19	135,03	136,06
Modèle 2D (m NGF 69)	135,93	135,23	135,04	136,04
Écart de niveau (m)	- 0,10	0,04	0,01	- 0,02



3. EXPLICATION DES PHASES 3, 4 ET 5

Phase 4 : Analyse patrimoniale, paysagère et économique

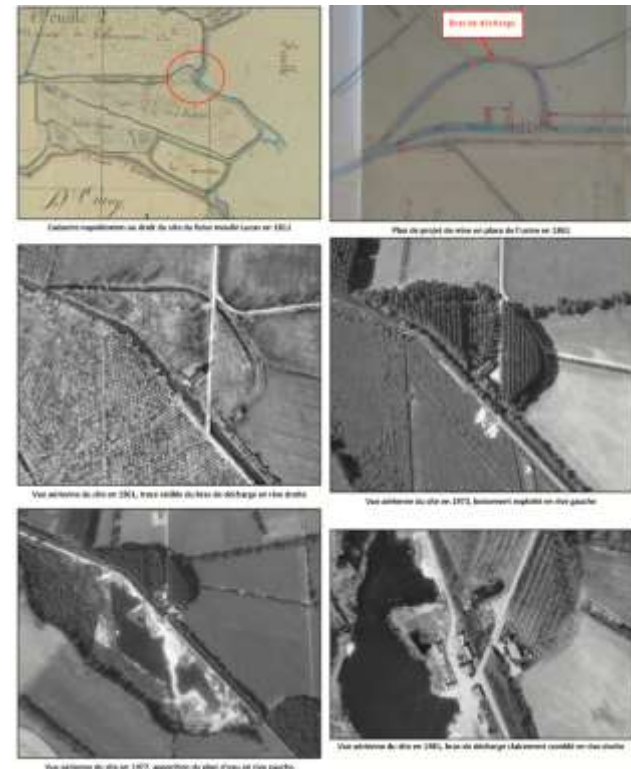
Complément aux fiches « ouvrages », cette phase permet d'apporter des éléments « objectifs ». Permet d'aider les discussions nécessaires dans des choix à prendre concernant des projets.

Suivi de la grille d'analyse et de qualification du patrimoine mise en place par l'Etat en vue des prises de décisions pour la restauration de la continuité écologique.

Rapport phase 4 de 70 pages (téléchargeable sur le site internet depuis le sept. 2019)



Figure 14 : Exemple de paysages aménagés avec pré-façonnage ou rempés à macrogranulés
[Sources : Tronze verte et à base, Baviro, conseils de Graubünden et Ouest-France]



3. EXPLICATION DES PHASES 3, 4 ET 5

Phase 5 : ESQUISSES À FAIRE POUR CHACUN DES 6 SECTEURS (Discussion)

« Esquisse »

Etape de la mission de maîtrise d'œuvre pour la construction d'un projet :

...DIA > ESQ > AVP > PRO > EXE > ACT > ...



Rappel des éléments de l'offre NCA environnement concernant les esquisses :

- Développement de 2 à 4 scénarios / ouvrage
- Viabilité technique et administrative
- Esquisse du scénario « dérasement » à minima

(obligation pour prétendre à une aide financière pour un scénario « aménagements »)

- **Ordre de priorité fixé par le « SDAGE »** : dérasement > arasement > gestion > équipements

Type de scénarios possibles : *dérasement, modification de vanne, échancre, pré-barrages, rampes à macrorugosités plus ou moins rustiques, rivière de contournement, passes à poissons, passes à ralentisseurs, passes à anguilles ...*

3. EXPLICATION DES PHASES 3, 4 ET 5

Phase 5 : ESQUISSES À FAIRE POUR CHACUN DES 6 SECTEURS (Discussion)

Ce que la phase « Esquisse » comprend :

- Descriptif technique sommaire du scénario (avantages, inconvénients)
- Plan de masse sous AUTOCAD (1/1000 à 1/50) selon les cas
- Approche hydraulique (calculatoire et modélisations)
- Impacts : hydrauliques (effet sur les lignes d'eau, effets sur les risques d'inondations, le partage des eaux, ...) écologiques (chutes, habitats, ...), morphologiques (maintien des berges, fuites...), usages, infrastructures, paysager (6 modélisations paysagères dans l'offre NCA)

Coût des photomontages supplémentaires : 300€ HT / photomontage (un angle de vue)

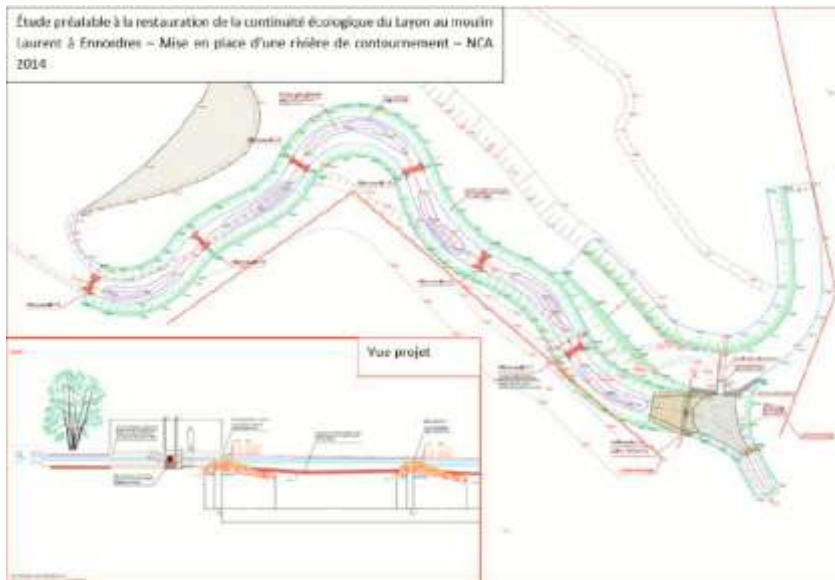


3. EXPLICATION DES PHASES 3, 4 ET 5

Phase 5 : ESQUISSES À FAIRE POUR CHACUN DES 6 SECTEURS (Discussion)

Ce que la phase « Esquisse » comprend :

- Estimation des modalités de gestion
- Estimation des coûts globaux + par poste de travaux
- Analyse des contraintes de mise en œuvre
- Description succinct des travaux + suivi
- Un tableau multicritères de comparaison des scénarios
 ↓
 (aide à la décision et non décisif !)



Travaux préliminaires			
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	1,0	Autres	2000,0
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	1,0	Autres	2000,0
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	1,0	Autres	2000,0
Sous-total HT			6000,0 €
Sous-total aménagé HT			10,000 €

Mise en place d'une rivière de contournement			
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	300,0	Autres	75,0
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	300,0	Autres	75,0
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	300,0	Autres	75,0
Sous-total HT			2250,0 €
Sous-total aménagé HT			3750,0 €

Travaux de réhabilitation des berges de la rivière			
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	1,0	Autres	100,0
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	1,0	Autres	100,0
Travaux de réhabilitation des berges de la rivière, pose d'habitat, installation de structures hydrauliques, signalisation, aménagement de berges, aménagement de pontons, autres travaux	1,0	Autres	100,0
Sous-total HT			300,0 €
Sous-total aménagé HT			300,0 €

	Critères d'évaluation des scénarios alternatifs			
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4
Off 1 : moulin Goedras				
1) Fonctionnement biologique (coeff 1)				
Équilibre chimique	0	0	0	0
Équilibre physique	0	0	0	0
Équilibre biologique	0	0	0	0
Équilibre chimique	0	0	0	0
Équilibre physique	0	0	0	0
Équilibre biologique	0	0	0	0
Sous-total HT				
Sous-total aménagé HT				
2) Fonctionnement physique et hydraulique (coeff 1)				
Restauration / maintien	0	0	0	0
Travaux de réhabilitation	0	0	0	0
Travaux de réhabilitation	0	0	0	0
Travaux de réhabilitation	0	0	0	0
Travaux de réhabilitation	0	0	0	0
Travaux de réhabilitation	0	0	0	0
Sous-total HT				
Sous-total aménagé HT				
3) Valeur patrimoniale et fonction des ouvrages (coeff 1,3)				
Services économiques directs	0	0	0	0
Services économiques indirects	0	0	0	0
Services économiques directs	0	0	0	0
Services économiques indirects	0	0	0	0
Sous-total HT				
Sous-total aménagé HT				

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



La suite de la présentation évoque pour chacun des 6 sous-secteur :

1. PATRIMOINE, ECONOMIE ET PAYSAGE
2. POINT SUR L'ANALYSE HYDRAULIQUE
3. PROPOSITIONS D'ESQUISSES

Echangeons, mais attention au respect du temps pour un bon équilibre entre les ouvrages ! Les échanges se poursuivront les réunions de travaux ...

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

PROPOSITION DE TRAVAIL

Réalisation de réunions de travail par secteur en octobre et novembre

Proposition du SIVY conditionnée à l'accord des propriétaires des ouvrages

1. **Barrage des Trois Bondons** : SIVY, Amis des Moulins, Maison de retraite de Nohant, M. BOURET, Mme FIOUX/M. FOUCHET, M. CHAROY, M. SALLE DE CHOU, M. MILLET
2. **Moulin Lucas** : SIVY, Amis des Moulins, M. MESSAGER, M. RETY
3. **Barrage D** : SIVY, Amis des Moulins, M. MILLET, Mme DANCHOT, M. BRISSET, Associations des Marais de la Voiselle, Commune de Saint-Germain-du-Puy, Agglomération de Bourges
4. **Moulin de la Voiselle** : SIVY, Amis des Moulins, Ville de Bourges, Agglo de Bourges, association des Marais de la Voiselle
5. **Clapet Saint-Ambroix** : SIVY, Ville de Bourges, Agglo de Bourges
6. **Mavois** : SIVY, M. FERROS, WFBM, Mme DE ROUGE/Représentant, Représentant d'un ou plusieurs représentants de propriétaires, Agglo de Bourges

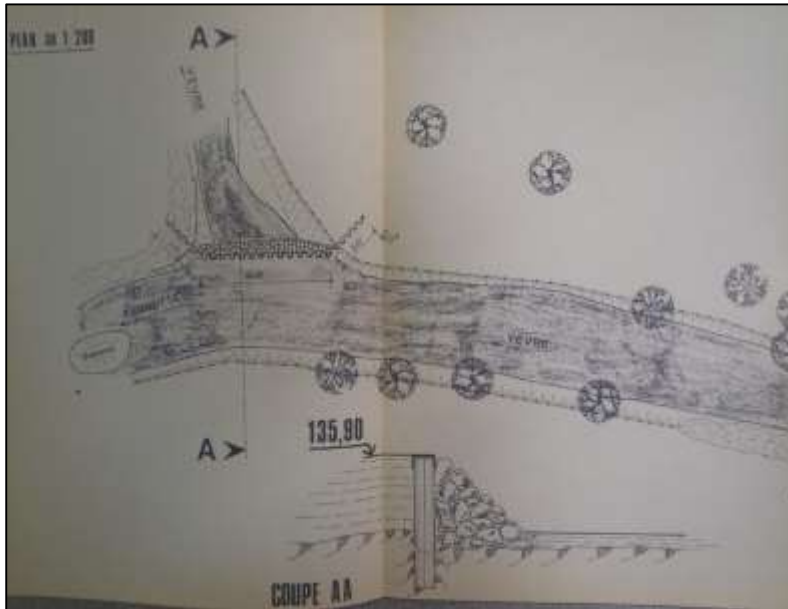
+ échanges constants avec le SIVY.

Vos avis ?

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



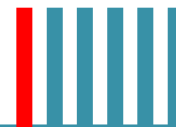
BARRAGE DES TROIS BONDONS



Barrage



**Bras de
contournement**

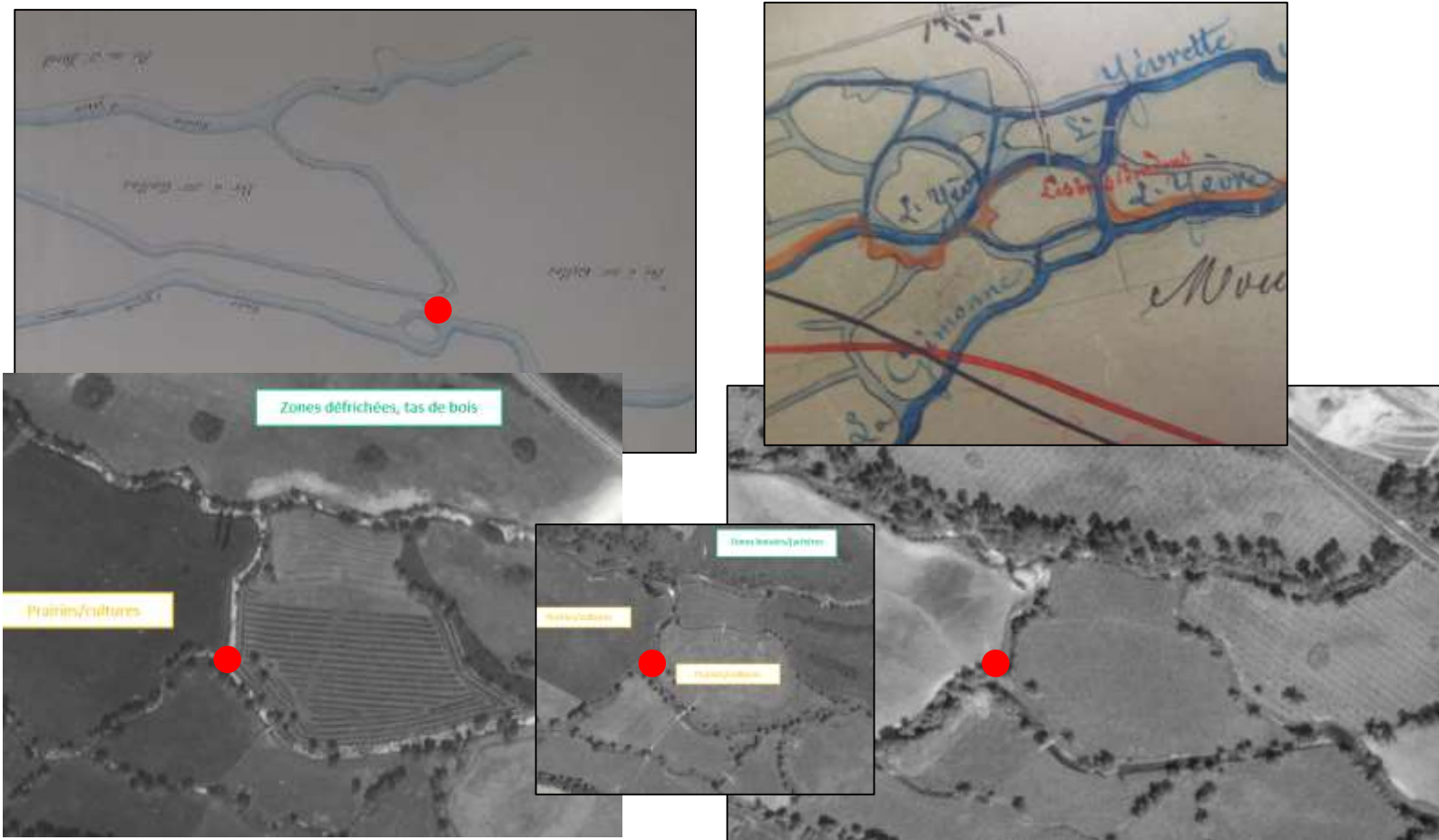


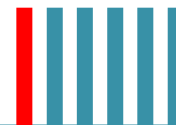
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

BARRAGE DES TROIS BONDONS, patrimoine

Des évolutions du complexe depuis plusieurs siècles, plusieurs destructions/remises en place d'ouvrages différents (rehausse, élargissement, ...) 1892, 1929, 1982, 1987... et des plaines récurrentes.

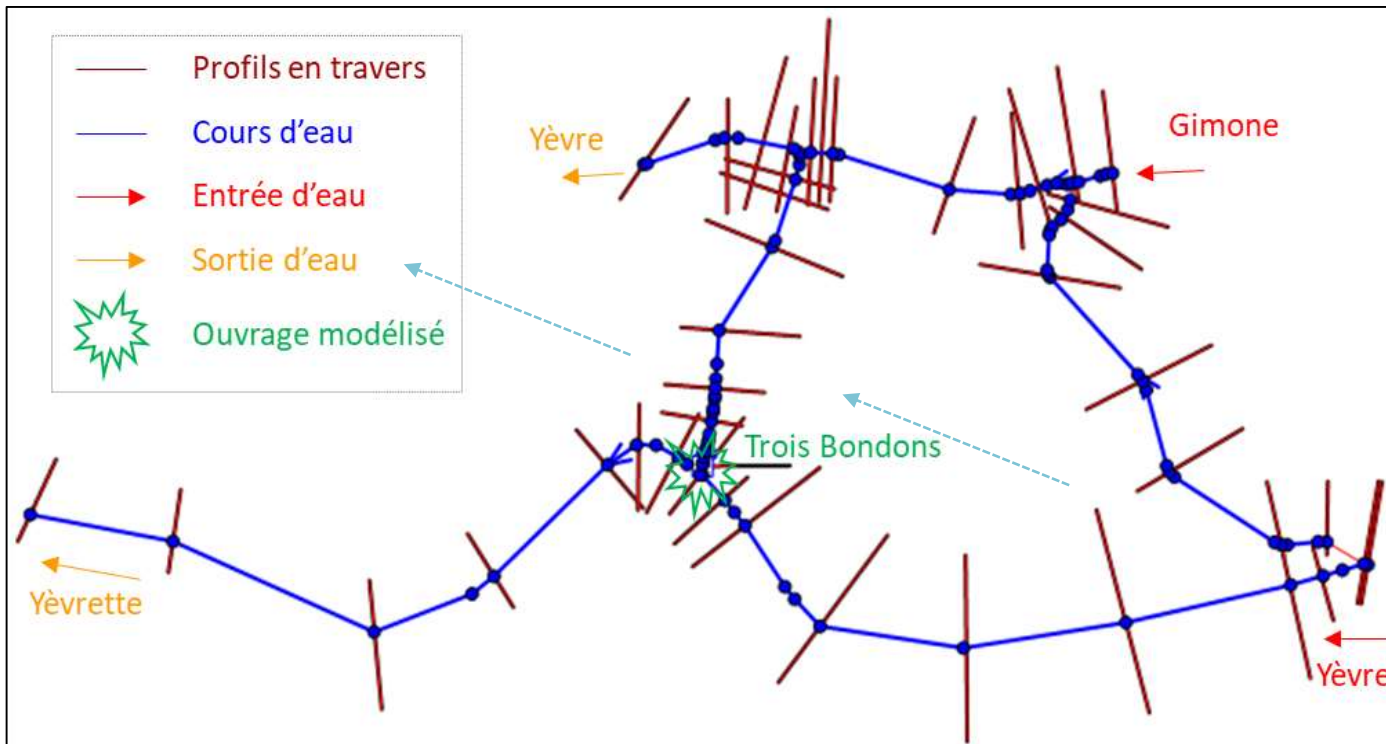
Pas d'importance patrimoniales et économiques « directes », mais le site conditionne de façon importante les écoulements de l'Yèvre – Yèvrette, de la commune d'Osmoy... .





4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

BARRAGE DES TROIS BONDONS, hydraulique

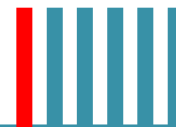


Calage du modèle avec les données terrain :

- octobre 2018,
- janvier 2019,
- février 2019,
- avril 2019
- + photographies et données antérieures

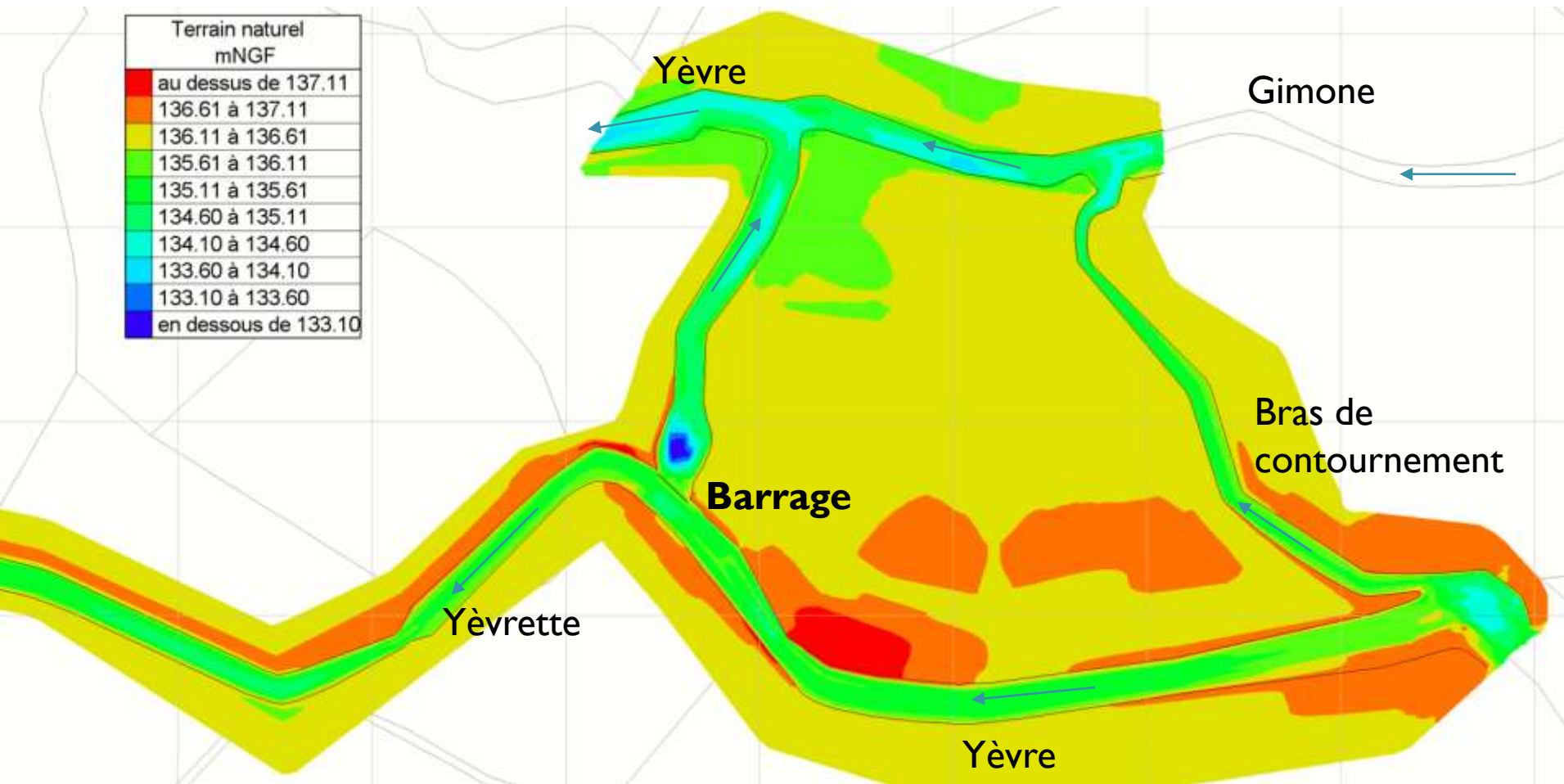
Positionnement	29 janvier au 1 ^{er} février 2019 - Régime de moyennes eaux		
	Débit observé/déduit (m ³ /s)	Débit modélisé (m ³ /s)	Écart de débit (%)
Yèvre amont	1,932	1,932	0
Yèvre en amont du seuil	1,359	1,358	0
Yèvre	0,853	0,819	4
Bras	0,573	0,574	0
Yèvre en aval du seuil	0,730	0,539	26
Gimone	0,288	0,288	0
Gimone après confluence avec le Bras	0,856	0,862	-1
Yèvre aval	1,591	1,401	12

Léger transfert souterrain au niveau des parcelles 293-294 (ancien bras visible sur les cartes anciennes)



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

BARRAGE DES TROIS BONDONS, hydraulique



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

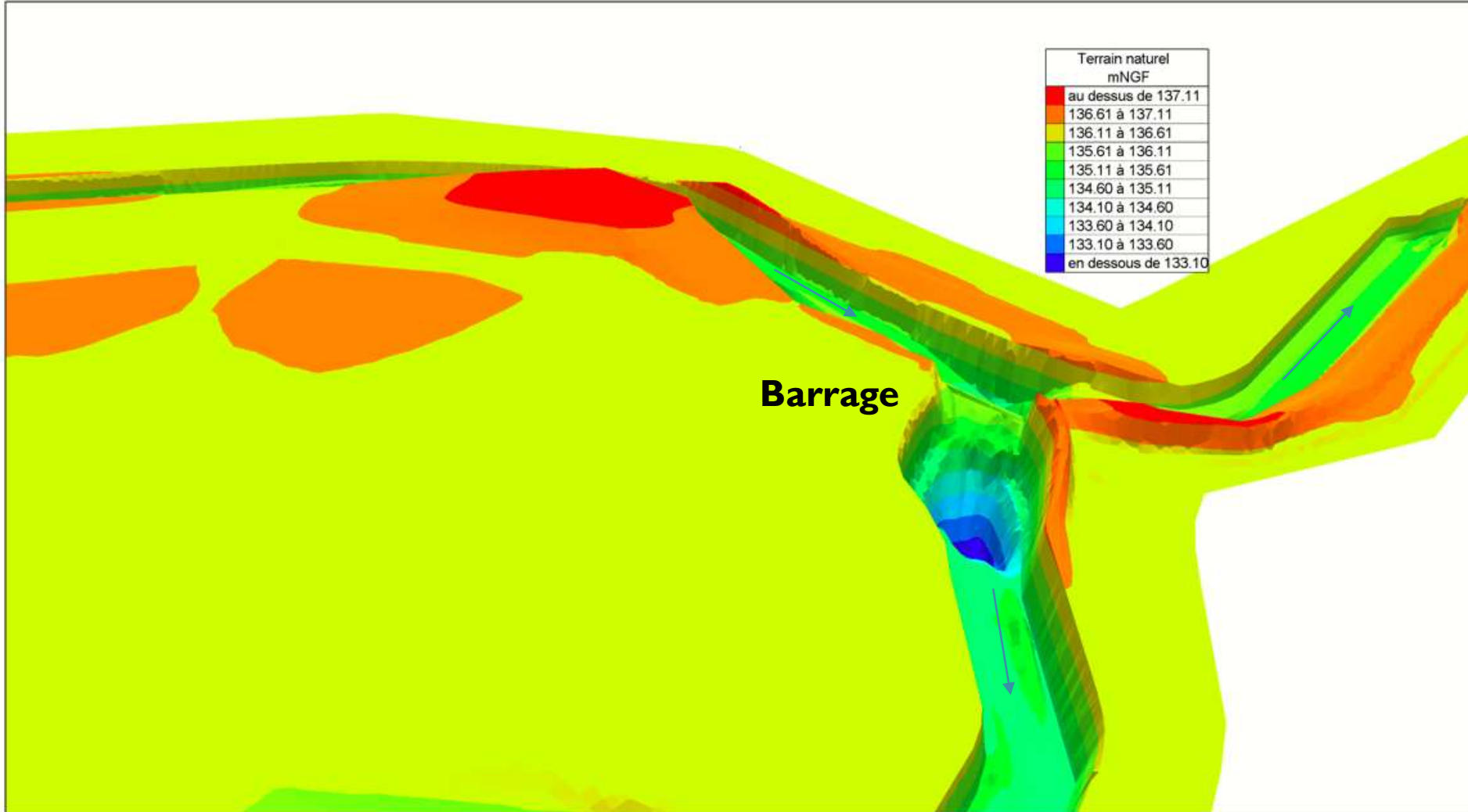
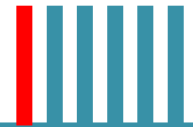


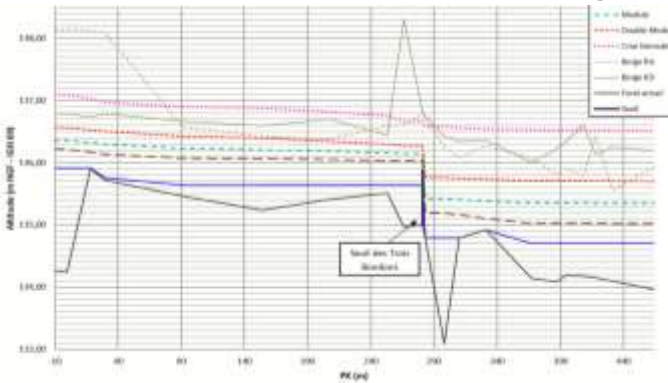
Figure 11 : Représentation 3D du site des Trois Bondons en aval de l'ouvrage – Source : TELEMAC 2D



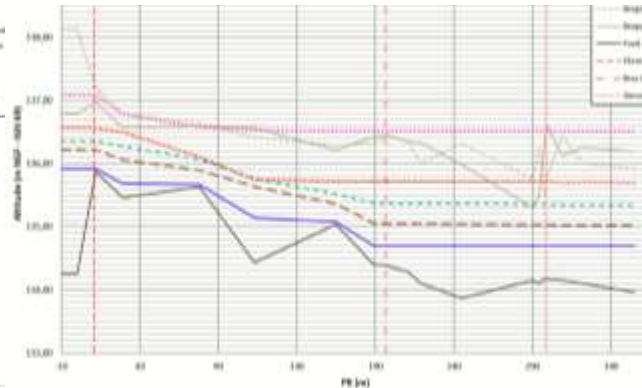
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

BARRAGE DES TROIS BONDONS, hydraulique

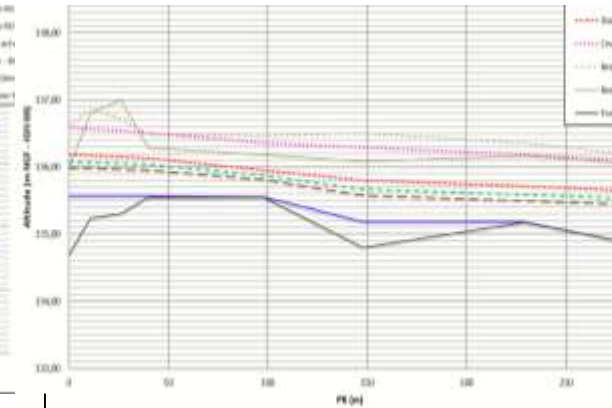
Yèvre au niveau du Barrage



Bras de contournement



Yèvrette

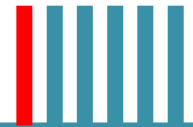


Sur-sédimentation bien visible en amont de l'ouvrage ainsi que chute et fosse d'environ 2 mètres (en + de la chute).

Concernant le bras de contournement, il semblerait que les deux confluences Bras-Gimone et Gimone-Yèvre ont une influence sur les écoulements dans les derniers mètres du Bras.

Pour l'Yèvrette, les assecs d'étiage sont nettement visibles, aucune singularité ne se trouvant sur ce tronçon, les lignes d'eau sont influencées par la pente du fond du lit.

Débit (m ³ /s)	Chute (cm)
QMNA5	(pas de surverse)
Médian	85
Module	72
Double module	51
Crue biennale	8



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

BARRAGE DES TROIS BONDONS, Hydraulique

Étiage – QMNA5

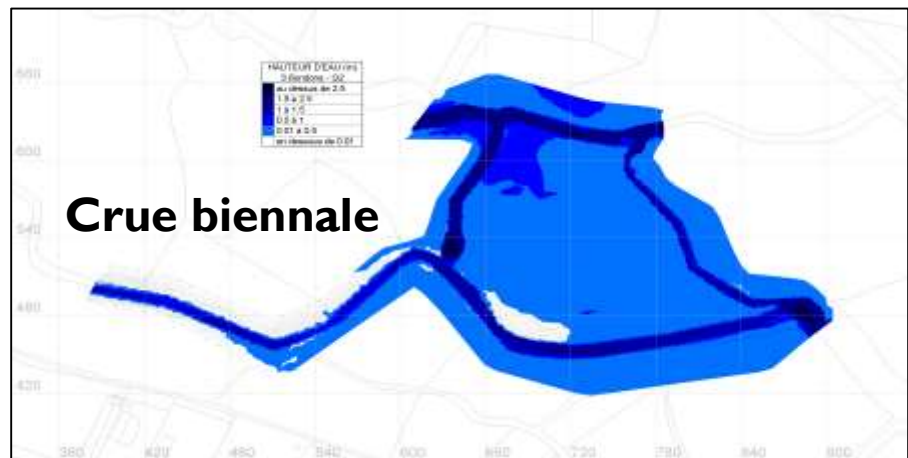
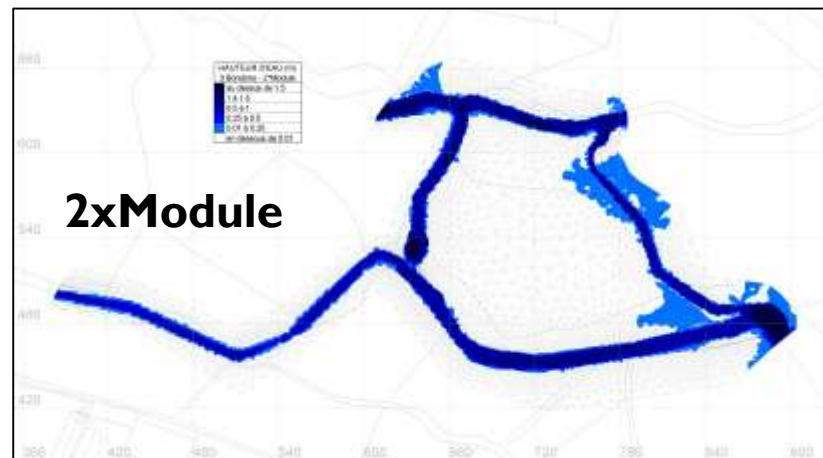
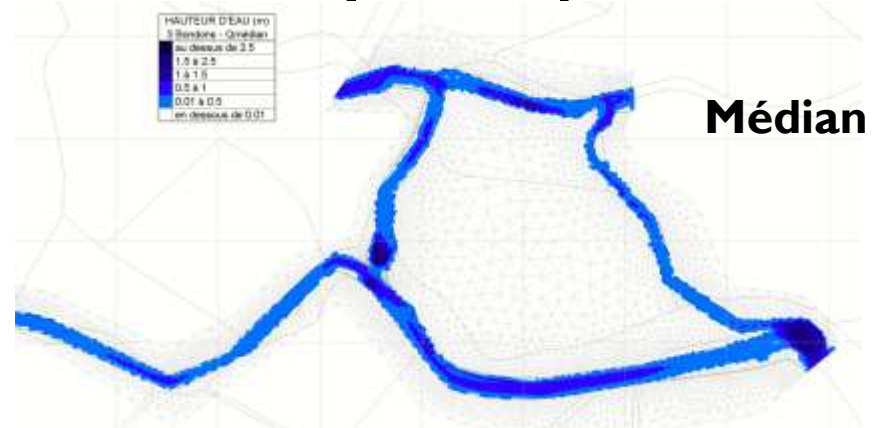
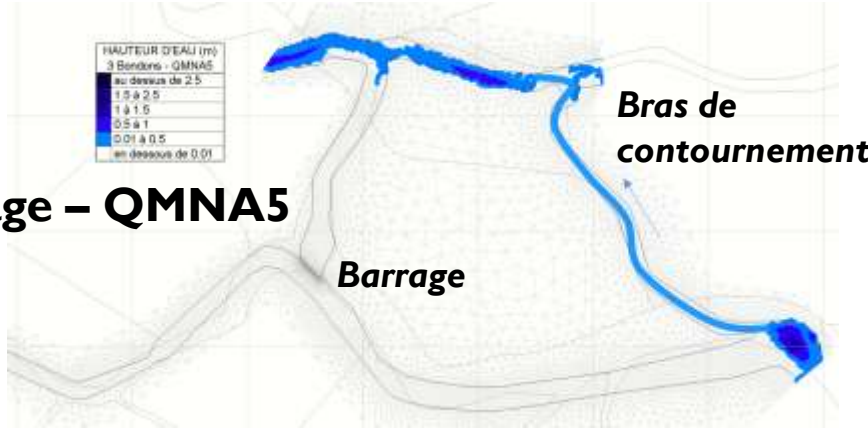


Tableau 11 : Répartition des débits au site des Trois bondons pour les cinq régimes hydrologiques

	QMNA5	Médian	Module	Double module	Crue
Vitesse entrée	0,09	1,41	1,19	0,86	23,09
Vitesse amont	0,091	1,32	1,23	0,86	20,99
Vitesse aval	0,090	0,91	1,19	1,29	30,49
Vitesse sortie	0,007	0,96	1,07	1,57	35,99
Deux	0,099	0,41	0,97	1,29	8,00
Crueuse entrée	0,099	0,18	0,40	0,81	3,75
Crueuse aval	0,007	0,99	1,19	1,42	3,79
Yvrette	0,001	0,71	1,14	1,81	1,77

Le « Bras de contournement » prélève 1/4 du débit arrivant, pour tout débit ! Exception faite à partir du double module (1/3), et de l'étiage où il accapare la totalité du flux ! laissant l'Yèvre puis l'Yèvrette à sec. Concernant l'Yèvrette, attention au double module et à la crue biennale surestimée (7 m³/s au lieu des 5 m³/s réels !).

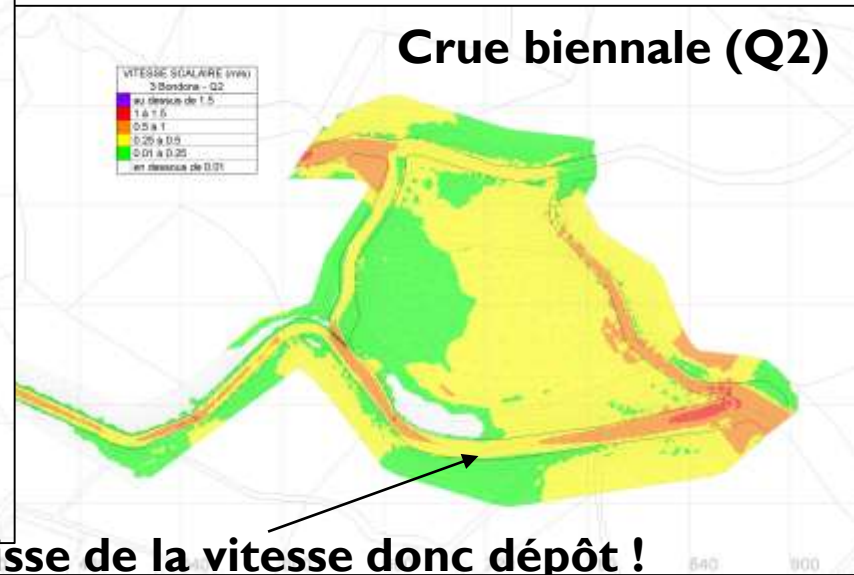
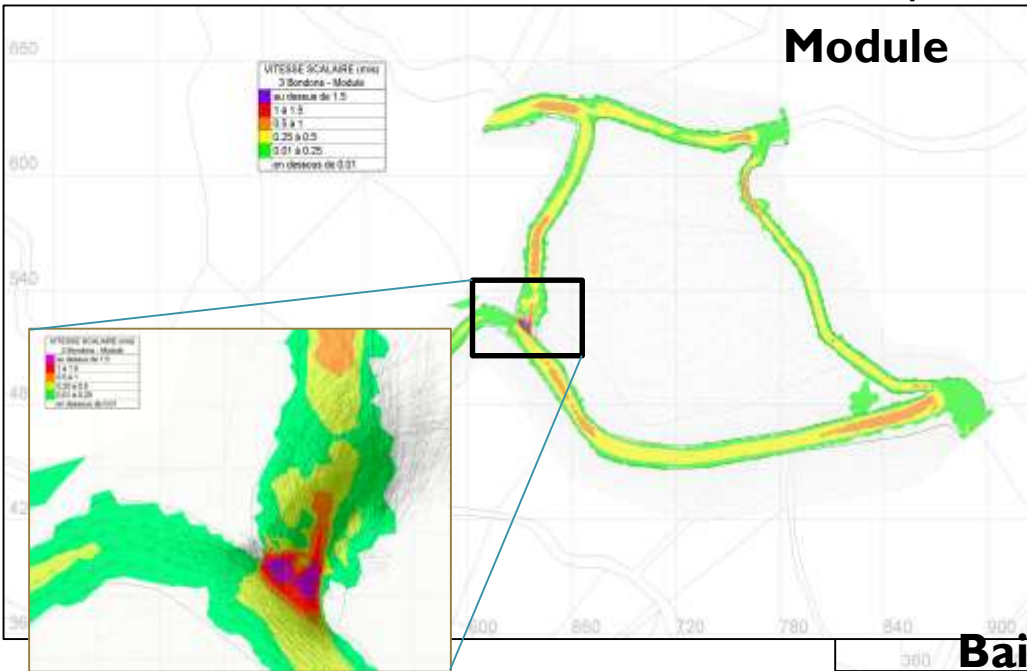


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

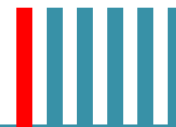
BARRAGE DES TROIS BONDONS, Hydraulique

Vitesses, comportement des flux

Module	Q (m³/s)	V (m/s)	h (m)	h _{max} (m)	h _{min} (m)
1	100	0.5	1.5	1.5	1.5
2	200	1.0	1.5	1.5	1.5
3	300	1.5	1.5	1.5	1.5
4	400	2.0	1.5	1.5	1.5
5	500	2.5	1.5	1.5	1.5
6	600	3.0	1.5	1.5	1.5



Veine d'écoulement préférentielle qui se développe au niveau du bras qui contourne le barrage au détriment de l'Yèvre (jusqu'au barrage) et de l'Yèvrette : la raison principale de ce phénomène (en dehors de la création du bras), est le cumul sédimentaire qui se développe en amont du barrage. **Constat d'agrandissement progressif du bras de contournement qui attirera progressivement de plus en plus de flux à mesure de l'accumulation des sédiments du barrage et de l'agrandissement du bras lié aux fortes vitesses !**

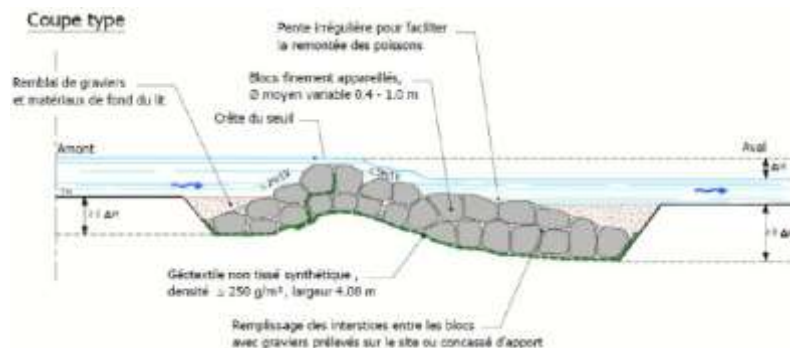
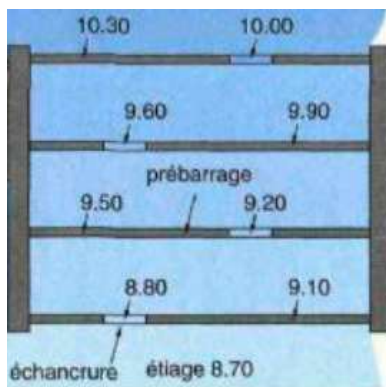


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

BARRAGE DES TROIS BONDONS, les esquisses proposées

3. Réalisation de pré-barrages / micro-seuils dans la continuité de l'ouvrage actuel (fosse et aval de la fosse). Ce scénario nécessiterai également une reprise de la fosse, des berges ainsi qu'un aménagement pour maîtriser la répartition sur le bras de contournement et serait modulable avec un abaissement ou l'échancrure de l'ouvrage.

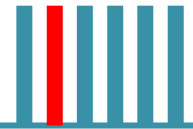
- Re-priorisation à l'axe de l'Yèvre / 3 Bondons



2. Contournement de l'ouvrage par le bras amont. Ce scénario nécessiterai d'aménager l'entrée du bras pour déterminer et maîtriser/stabiliser une répartition + stabilisation de berge et du fond.

1. **Dérasement.** Ce scénario pourrait permettre d'assurer un transit sédimentaire et peut-être plus d'écoulements dans l'Yèvre et l'Yèvrette au détriment du bras de contournement, contrairement à ce qu'on pourrait penser initialement ! Ce scénario nécessiterai des travaux annexes : le réaménagement de la diffluence Yèvre/bras de contournement, l'aménagement possible d'un nouvel ouvrage de type seuil de fond en lieu et place de l'actuel pour maîtriser la répartition Yèvre / Yèvrette, des travaux de confortements de berges.

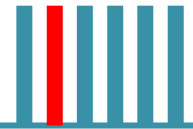
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le MOULIN LUCAS (où Seuil de St-Germain-du-Puy)



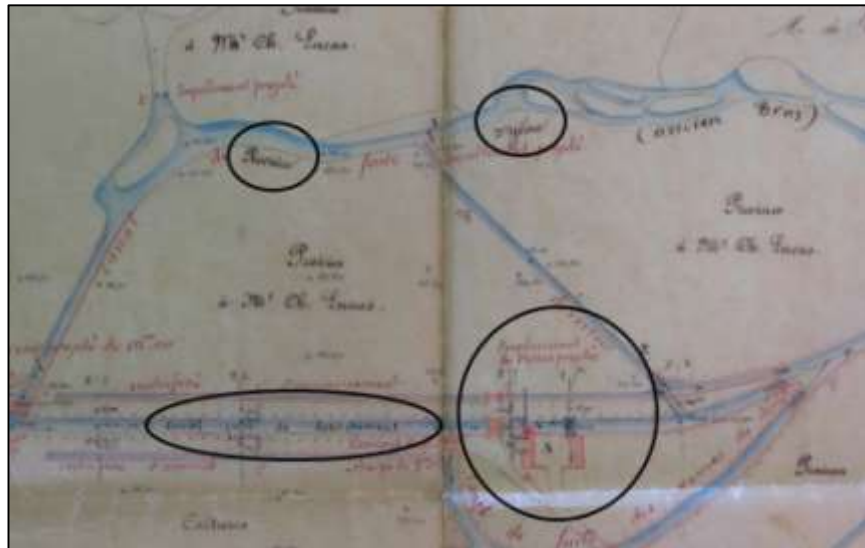
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



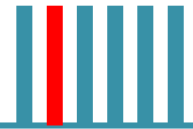
Le MOULIN LUCAS - Patrimoine

Courte vie du moulin qui n'aura jamais été régularisé après plusieurs demandes de l'administration. S'il n'a pas de classement au titre du patrimoine, il représente avec le quartier du Val d'Yèvre un pan de l'histoire de la commune de Saint-Germain-du-Puy et de sa colonie pénitentiaire, attachement des Germinois.

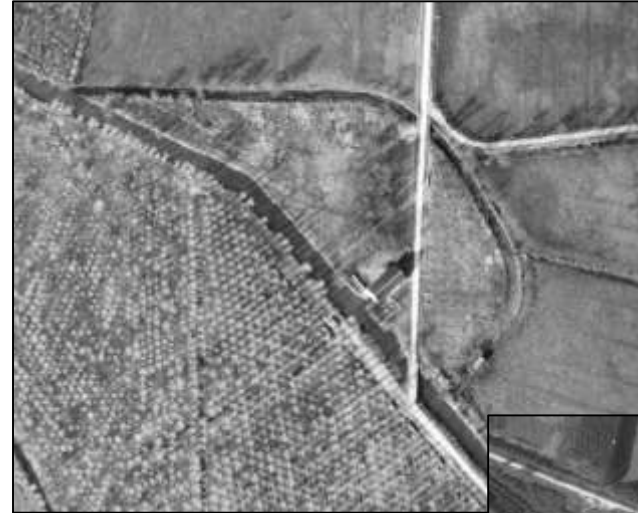
À noter que la dénomination du cours d'eau dont le moulin faisait usage était le Canal de Dessèchement, l'Yèvre passant alors plus au sud et que l'impact paysager du moulin a grandement changé : bras remblayés, peupleraie, étang...



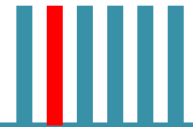
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le MOULIN LUCAS - Patrimoine

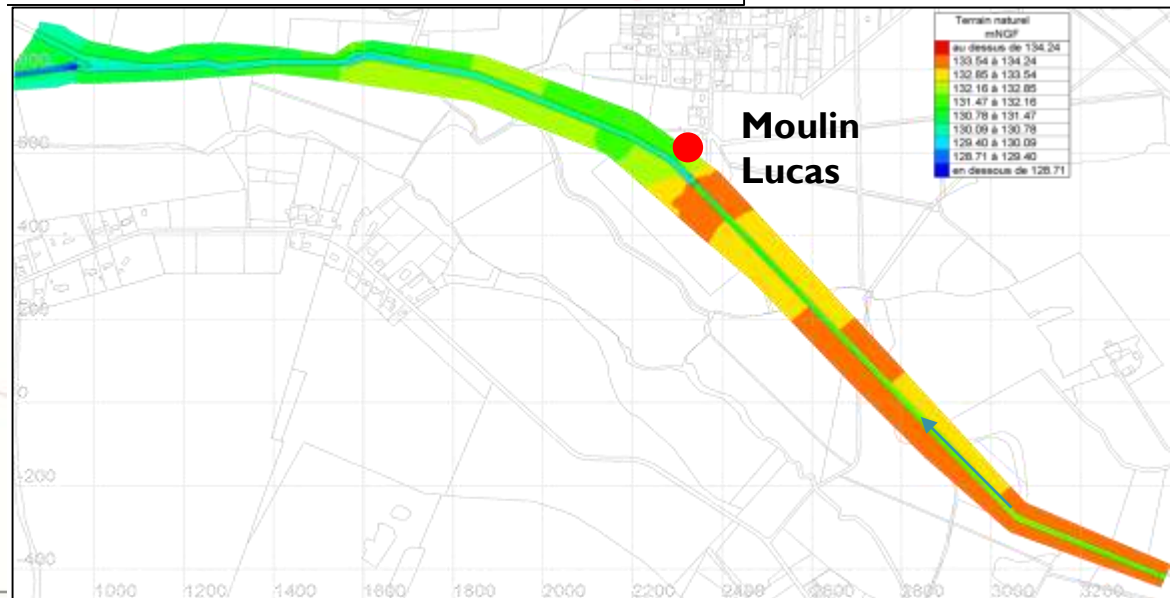
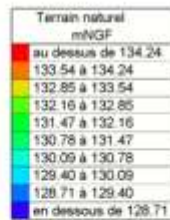
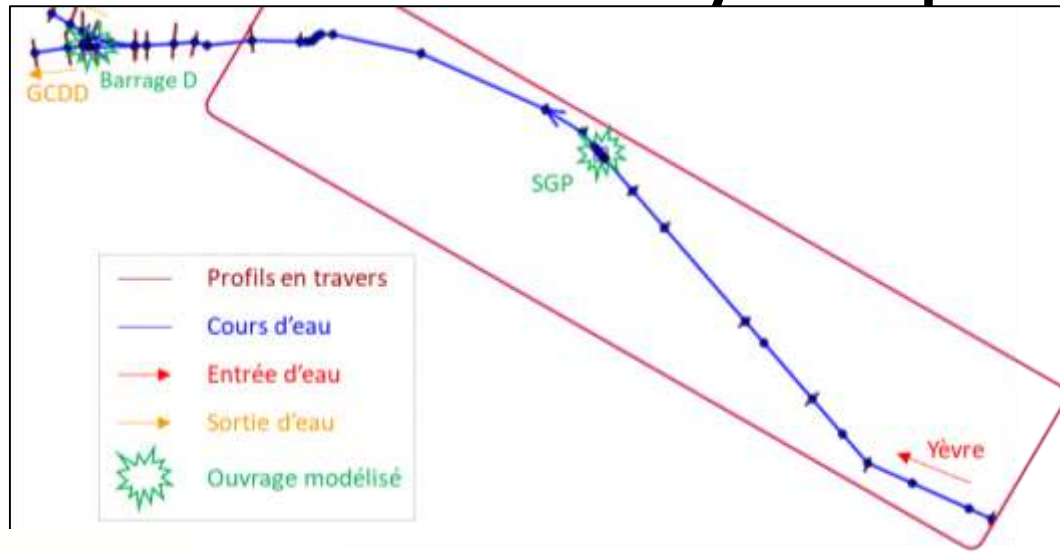


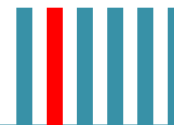
Intérêt économique : pas direct (plus d'activité du Moulin), mais intérêt indirect potentiel (positif et négatif lié au rehaussement de la nappe en amont de l'ouvrage) – Stabilité de pont en amont à démontrer.



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le MOULIN LUCAS - Hydraulique

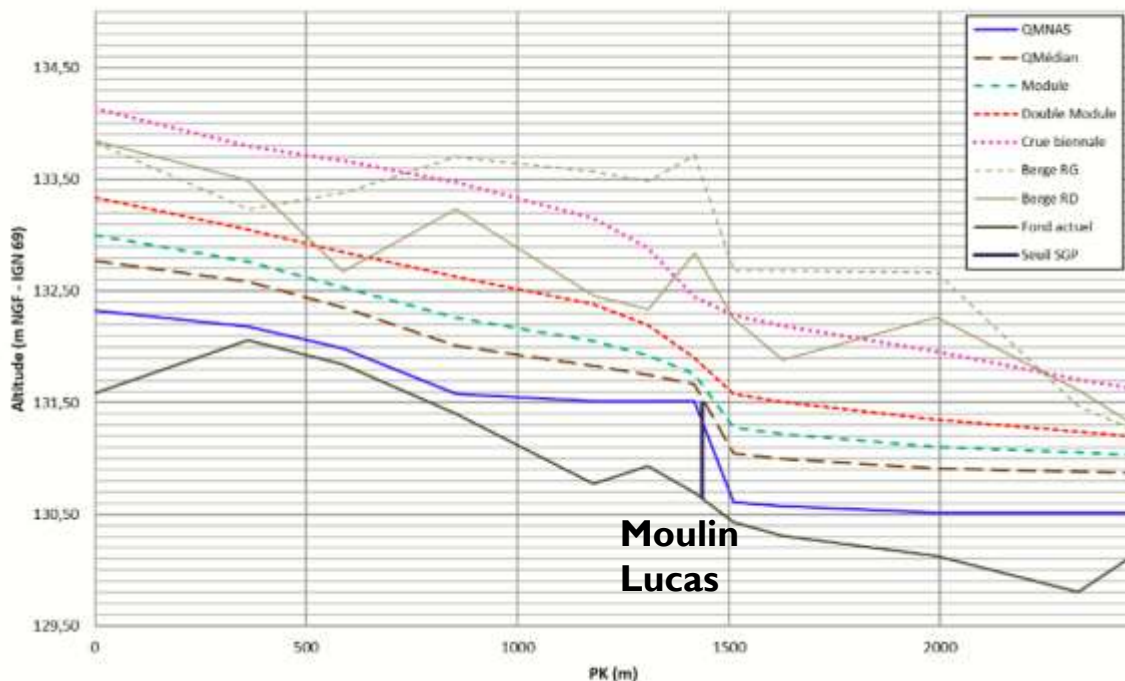




4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

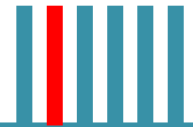
Le MOULIN LUCAS - Hydraulique

Profil en long des lignes d'eau - Etat Initial - Yèvre médian - Seuil SGP
PK 0 - 2456



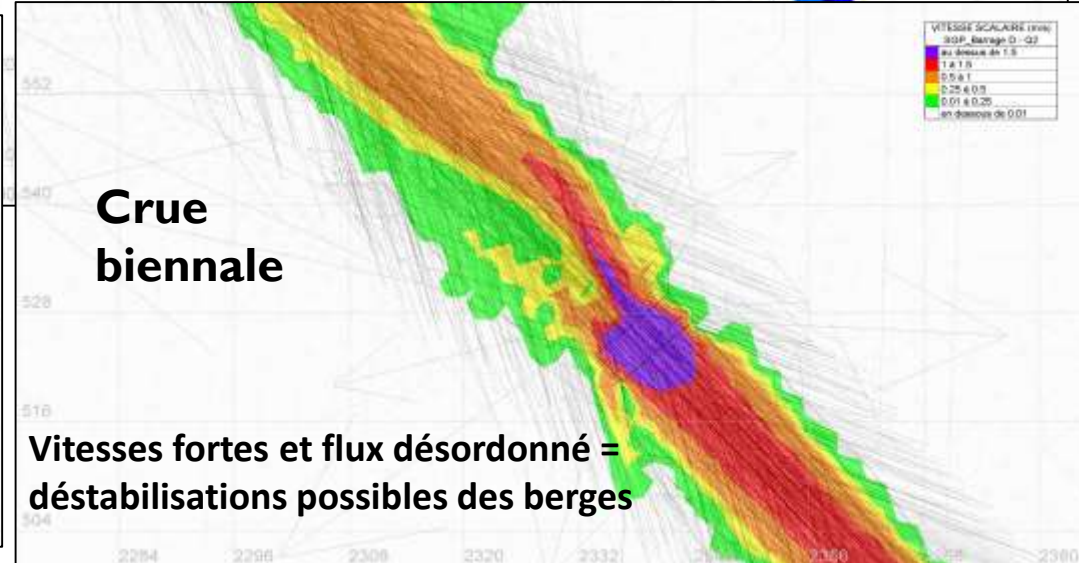
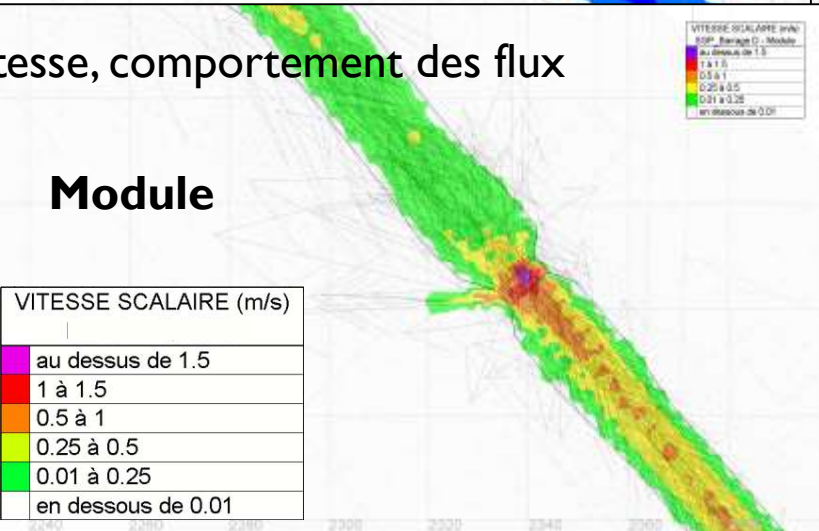
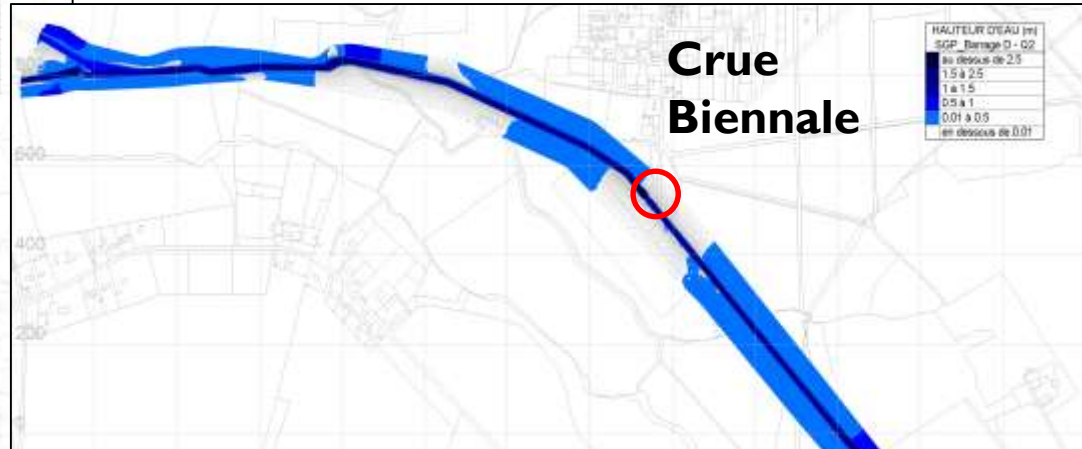
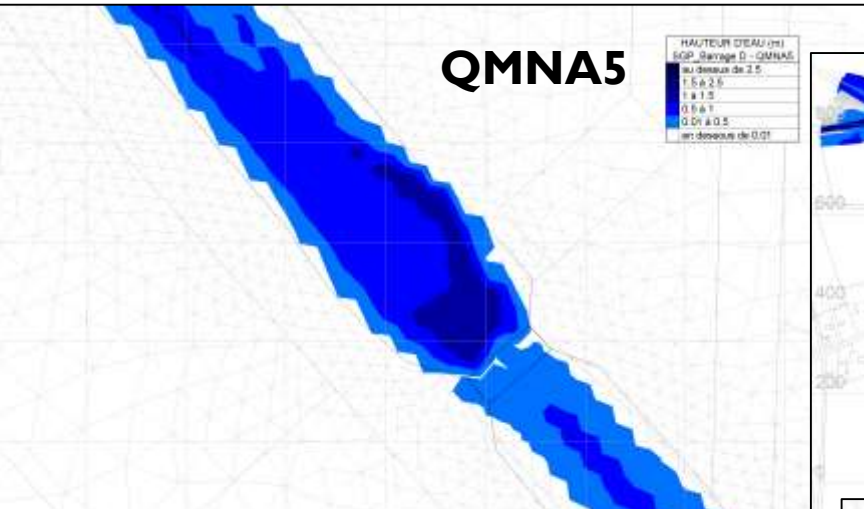
Débit (m ³ /s)	Chute (cm)
QMNA5	90
Médian	62
Module	48
Double module	32
Crue biennale	17

Chute résiduelle en crue à nuancer (seuil transparent). C'est la pente de fond et l'accélération de l'écoulement sur le seuil et le resserrement qui provoquent une turbulence et une chute au niveau du seuil.



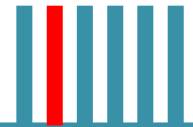
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le MOULIN LUCAS - Hydraulique



Comportement hydraulique proche d'un canal avec faciès très homogènes en amont du seuil, davantage de diversité en aval.

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



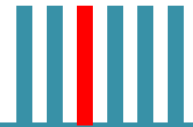
Le MOULIN LUCAS – Les esquisses

1. **Scénario qui module un abaissement (ou une échancrure) associé à des micro-seuils**, pour limiter les aménagements dans le cours d'eau, réduire légèrement la ligne d'eau. Ceci pourrait avoir un effet d'amoinrir le désordre des flux et de protéger les berges. (Calage complexe)
2. **Mise en place de pré-barrage ou micro-seuil**. le réaménagement de la fosse et une stabilisation des berges (Calage complexe)
3. **Le dérasement**. Potentiel écologique plus important, nécessite des travaux de restructuration des berges et une étude géotechnique concernant l'habitation et le pont.



Illustrations sommaires de micro-seuils

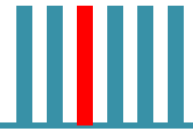
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le Barrage « D »



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le Barrage « D », patrimoine, économie...

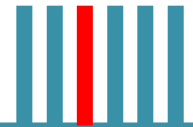
Des remises en causes depuis la conception (en 1833) ! Un rapport de plaintes réalisé dès 1837, juste après la réalisation du barrage « surélevé » pour compenser des manquements sur la profondeur creusée du Canal, élévation arbitraire de la crête du barrage puis abaissement à la suite de plaintes (mais pas à la hauteur primitive), une entaille dans une pierre du moulin Rabot sert de référence...

Affaissement du barrage de 30 mm constaté après quelques années et rehausse en fer de 70mm faite par les meuniers (1877), etc...

Aspect paysager : aspect paysager direct dérisoire (quasi-oublié) ; aspect de structuration du paysage (indirect), important !

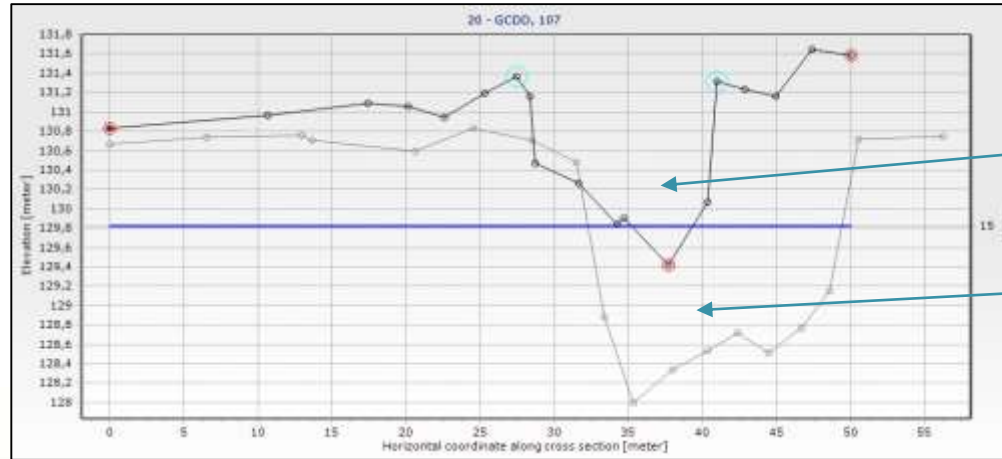
Valeurs économique : pas de valeur économique propre, mais valeur indirecte importante moulins (Rabot, De Chappe, Marais du Haut de la Voiselle...)





4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

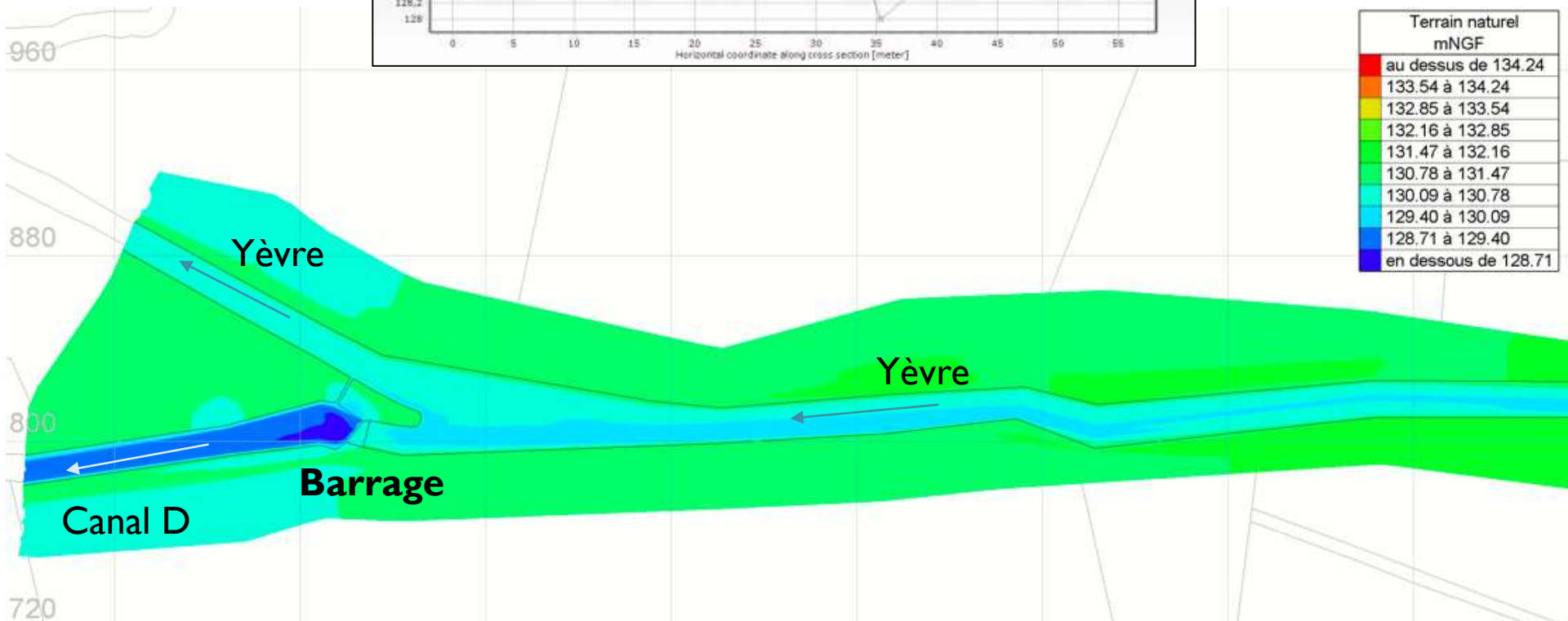
Le Barrage « D », hydraulique

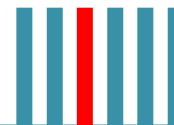


Yèvre

Canal D

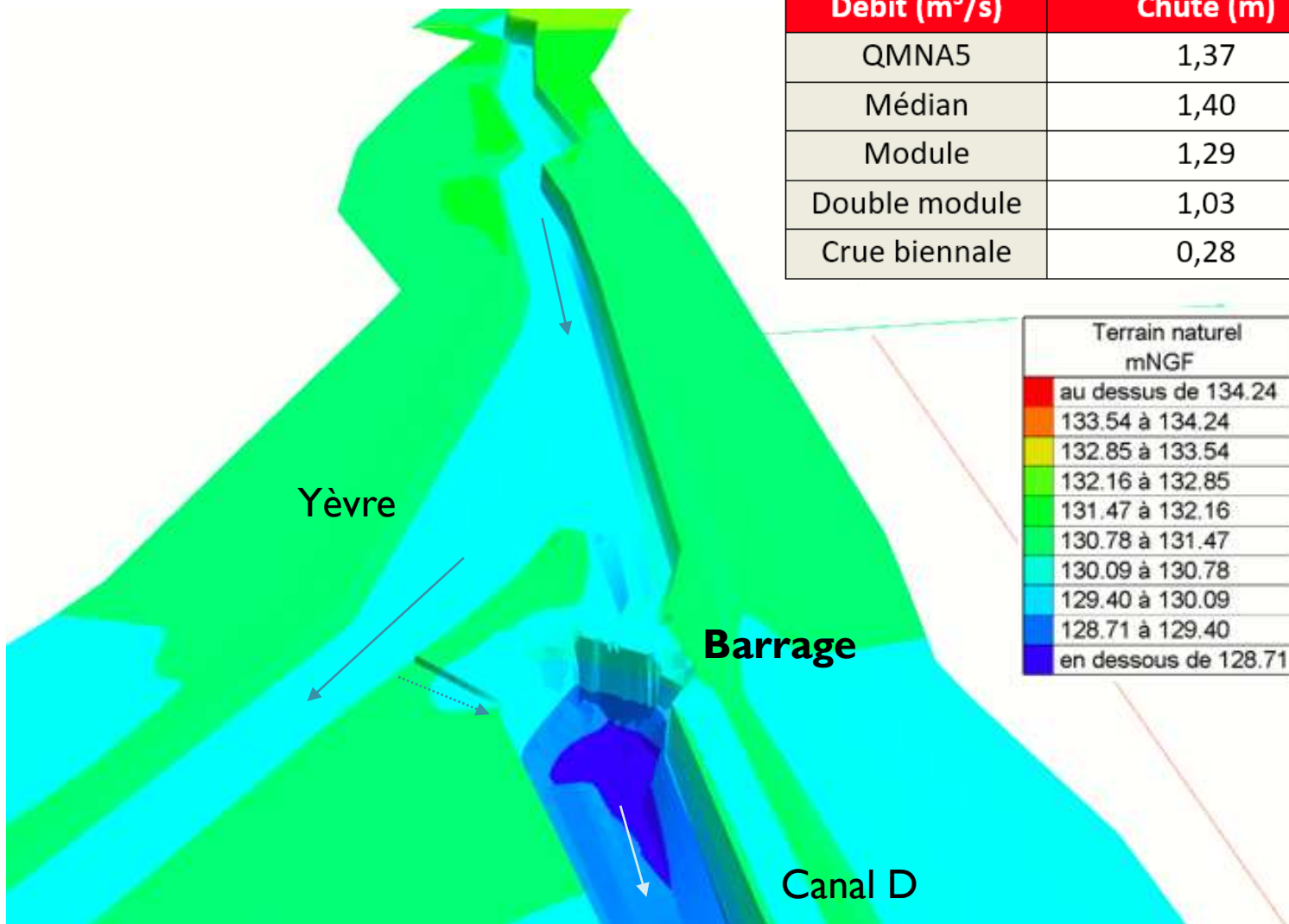
Terrain naturel mNGF	
Red	au dessus de 134.24
Orange	133.54 à 134.24
Yellow	132.85 à 133.54
Light Green	132.16 à 132.85
Green	131.47 à 132.16
Light Blue	130.78 à 131.47
Cyan	130.09 à 130.78
Blue	129.40 à 130.09
Dark Blue	128.71 à 129.40
Dark Blue	en dessous de 128.71

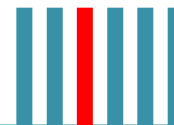




4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le Barrage « D », hydraulique



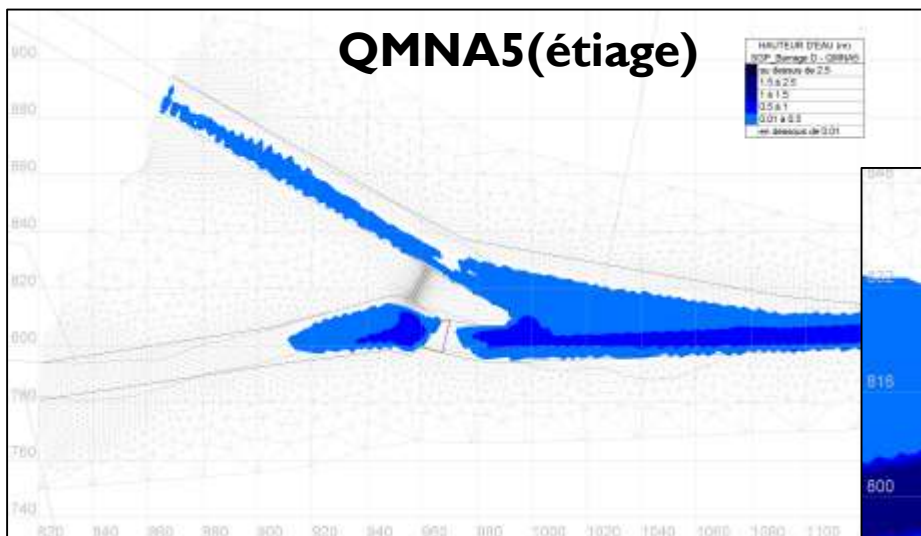


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

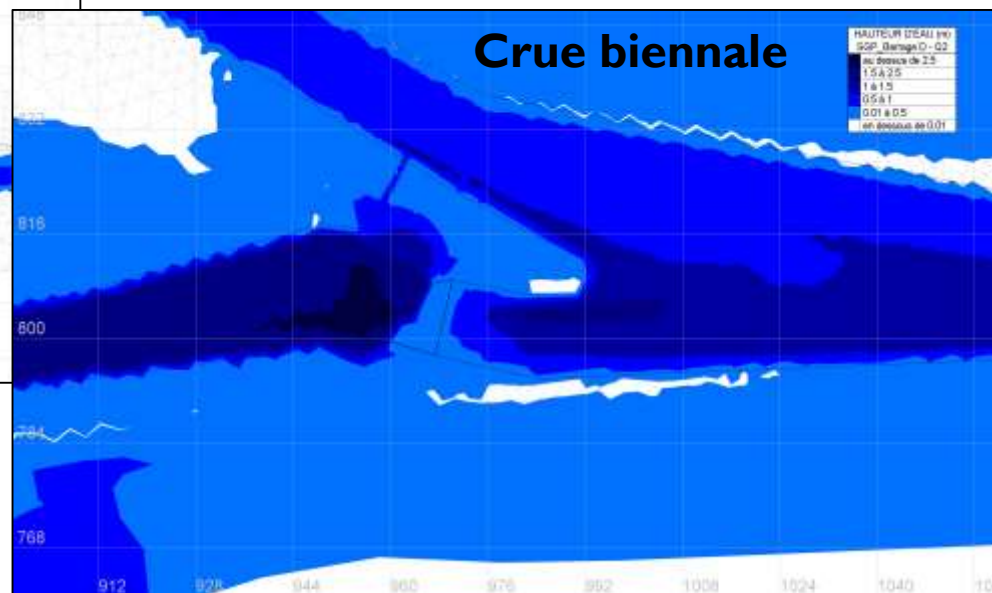
Le Barrage « D », hydraulique

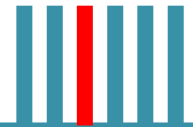
	QMNA5	Médian	Module	Double module	Biennale
Yèvre amont diffluence	0,081	1,69	3,34	6,68	19,37
Yèvre amont renards	0,081	1,08	1,80	4,30	14,36
Yèvre aval diffluence	0	0,73	1,21	1,71	3,75
GCDD amont seuil	0	0,61	1,54	2,38	5,01
GCDD aval seuil	0,081	0,96	2,13	4,97	15,62

QMNA5(étiage)



Crue biennale



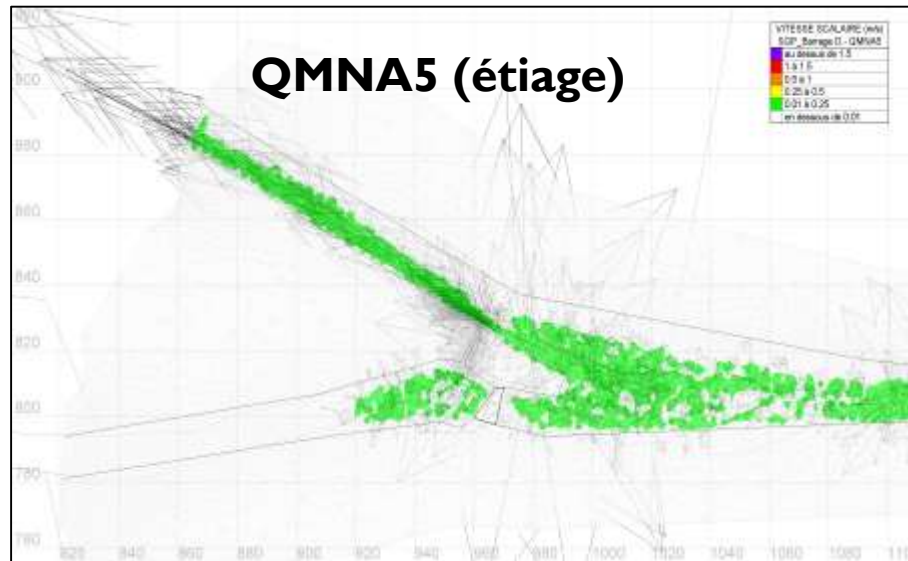


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

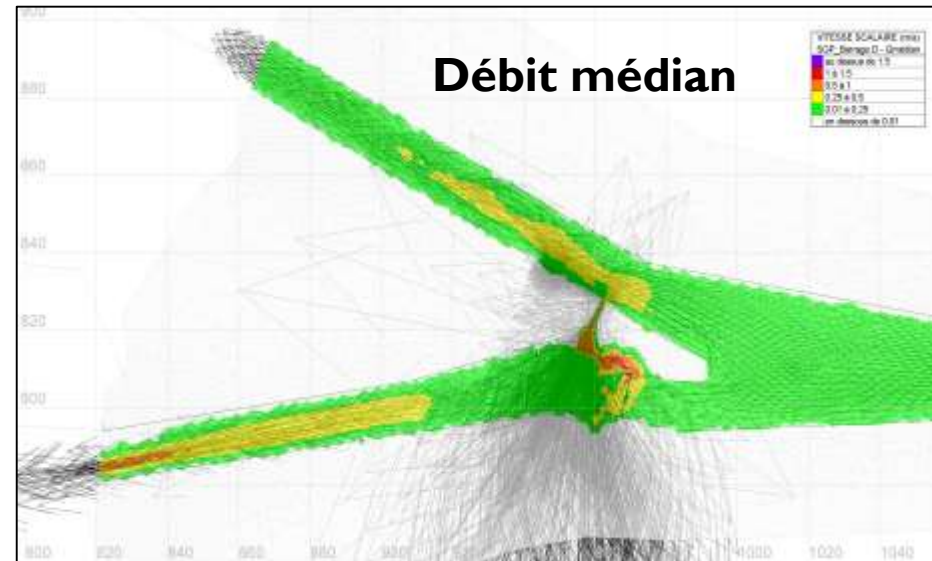
Le Barrage « D », hydraulique

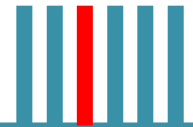
Vitesses, comportement des flux

QMNA5 (étiage)



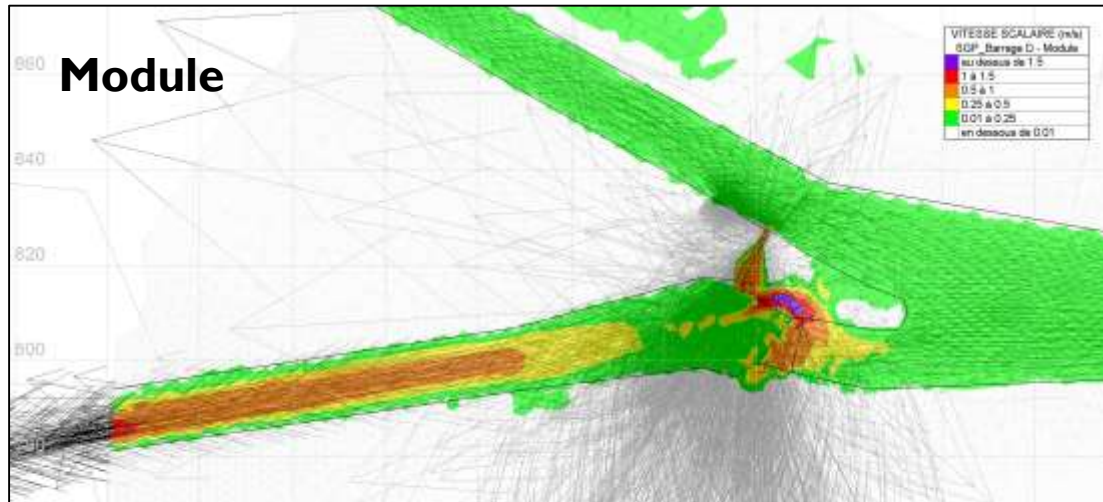
Débit médian





4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le Barrage « D », hydraulique



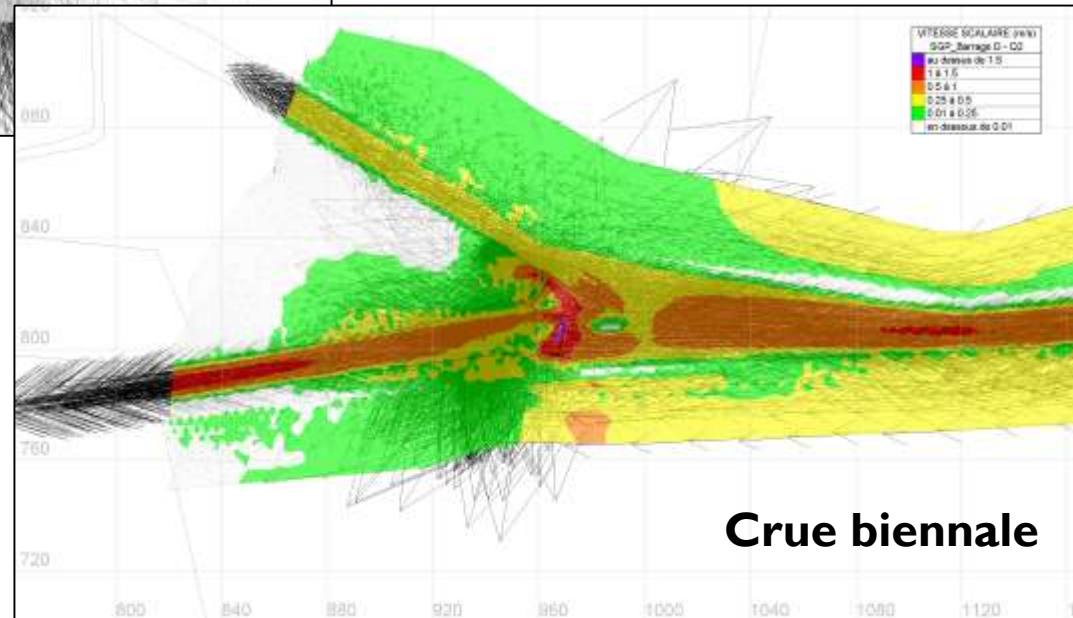
Module

VITESSE SCALAIRE (m/s)	
SGP_Barrage D - Module	
au dessus de 1.5	au dessus de 1.5
1 à 1.5	1 à 1.5
0.5 à 1	0.5 à 1
0.25 à 0.5	0.25 à 0.5
0.01 à 0.25	0.01 à 0.25
en dessous de 0.01	en dessous de 0.01

Importante instabilité au niveau de l'ouvrage et de la difffluence. Dans cette zone, on peut notamment voir un désordre du flux de vitesse.

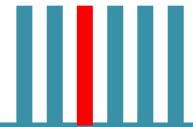
VITESSE SCALAIRE (m/s)
Mavois - QMNA5

au dessus de 1.5
1 à 1.5
0.5 à 1
0.25 à 0.5
0.01 à 0.25
en dessous de 0.01

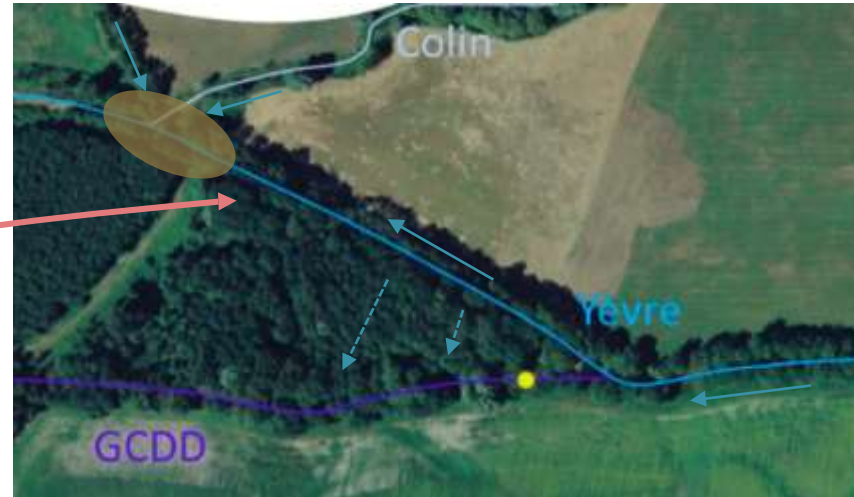


Crue biennale

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



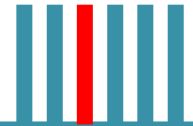
Le Barrage « D », Hydraulique



Le fonctionnement souhaité du seuil est mis à mal par les transferts entre l'Yèvre et le Canal D à l'aval immédiat de l'ouvrage qui vident l'Yèvre de la moitié de ses débits restants juste après la diffluence à l'étiage.

En aval de la diffluence se trouve un long radier sur l'Yèvre, probablement lié à l'insuffisance de débits pour transporter les matériaux peut-être influencé par le Colin ! L'une des explications possibles pourrait être le fait que le Colin semble charrier beaucoup de sédiments et à opposer ses flux avec l'Yèvre > peut induire localement des vitesses moyennes plus faibles propices au dépôt et à l'envasement.

Excepté à l'aval immédiat du seuil, sur ce site, il y a relativement peu d'érosion, concomitance des apports de l'amont suffisants pour répondre à des capacités de transports affaiblies par la dispersion des flux liquides.



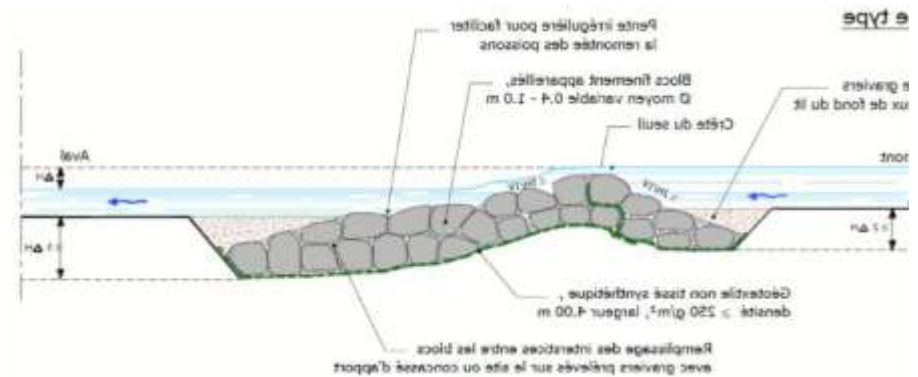
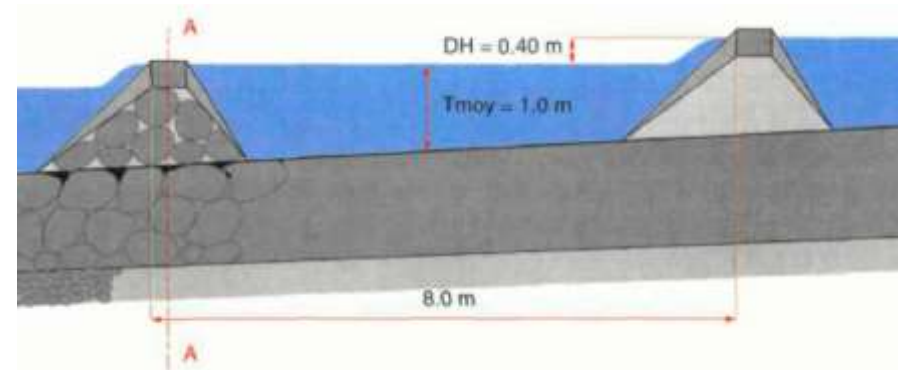
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le Barrage « D » - Les esquisses

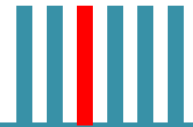
1. scénario de micro-seuils.

Mise en place des aménagements dans le lit du cours d'eau en aval de l'ouvrage.

Nécessitera (entre autres), une parfaite réfection du seuil et un comblement des renards hydrauliques en berge rive droite, un calage optimal, un reprofilage et une stabilisation de certaines portions de berges, un réaménagement de la fosse aval...



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le Barrage « D » - Les esquisses

2. Mise en place d'une rivière de contournement.

Nécessiterai la réfection du seuil, le comblement des renards hydrauliques en berge rive droite.

En rive droite ou rive gauche

Définition d'une répartition des débits

Voir l'éventuelle modulation avec un arasement partiel ou l'aménagement d'une échancrure dans le seuil.



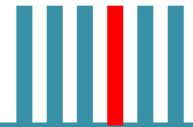
3. Le dérasement.

Scénario de plus grande ambition écologique du point de vue de la continuité (transit sédimentaire et de la continuité piscicole)

Ce scénario nécessitera des mesures d'accompagnement telles que :

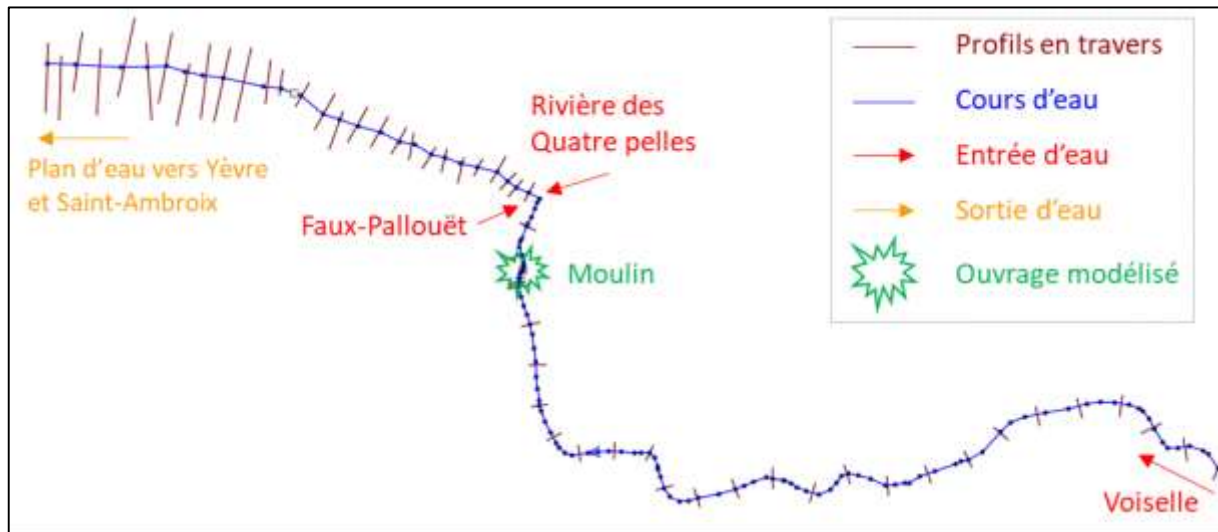
- La stabilisation de certaines portions de berges sur les tronçons en amont et en aval de l'ouvrage,
- un agencement du fond du lit de manière à conserver une répartition des eaux entre les deux bras (mise en place d'un seuil de fond par exemple) ;
- des mesures de comblement des renards hydrauliques en berge rive droite de manière à pérenniser le fonctionnement du site.

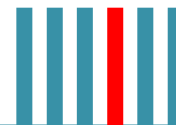




4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le Moulin de la Voiselle - Hydraulique

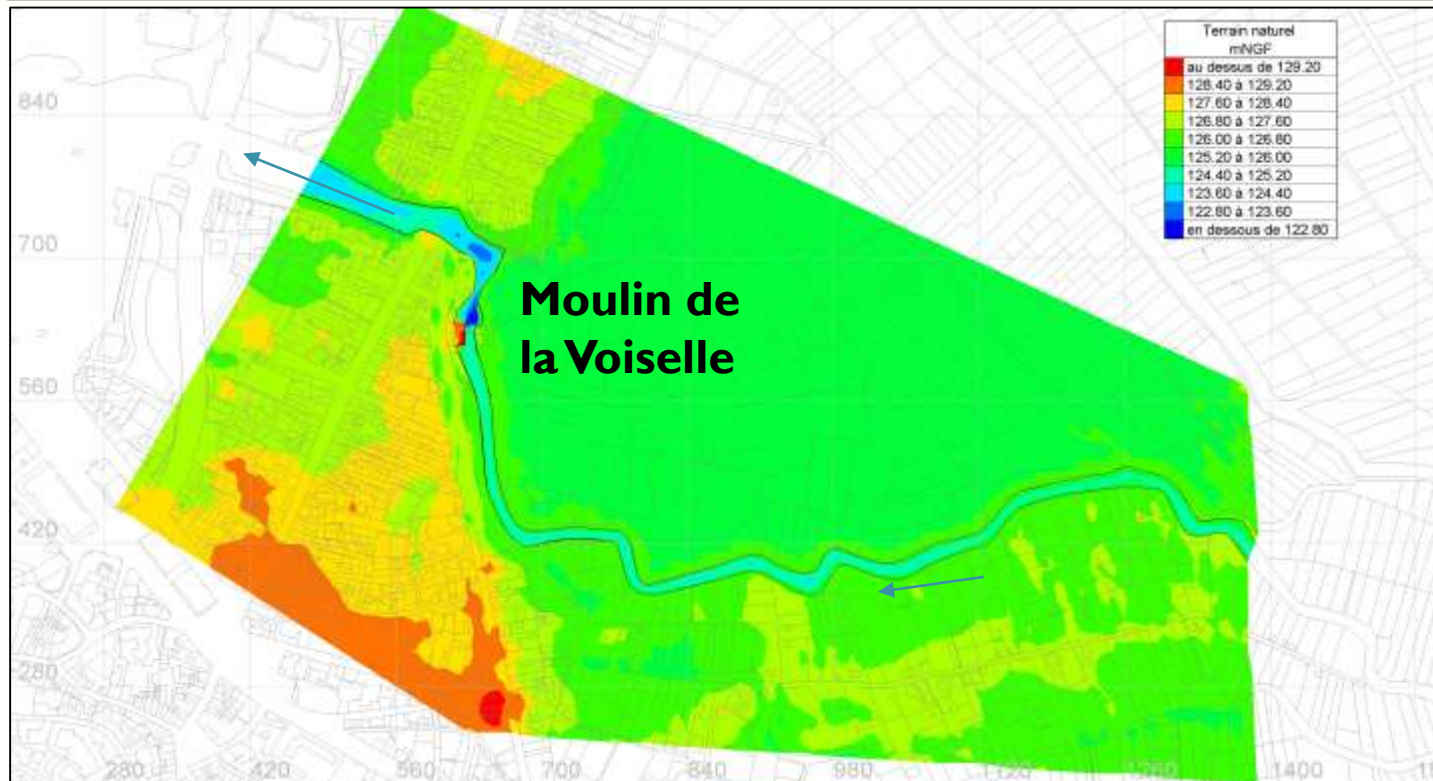




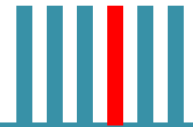
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le Moulin de la Voiselle - Hydraulique

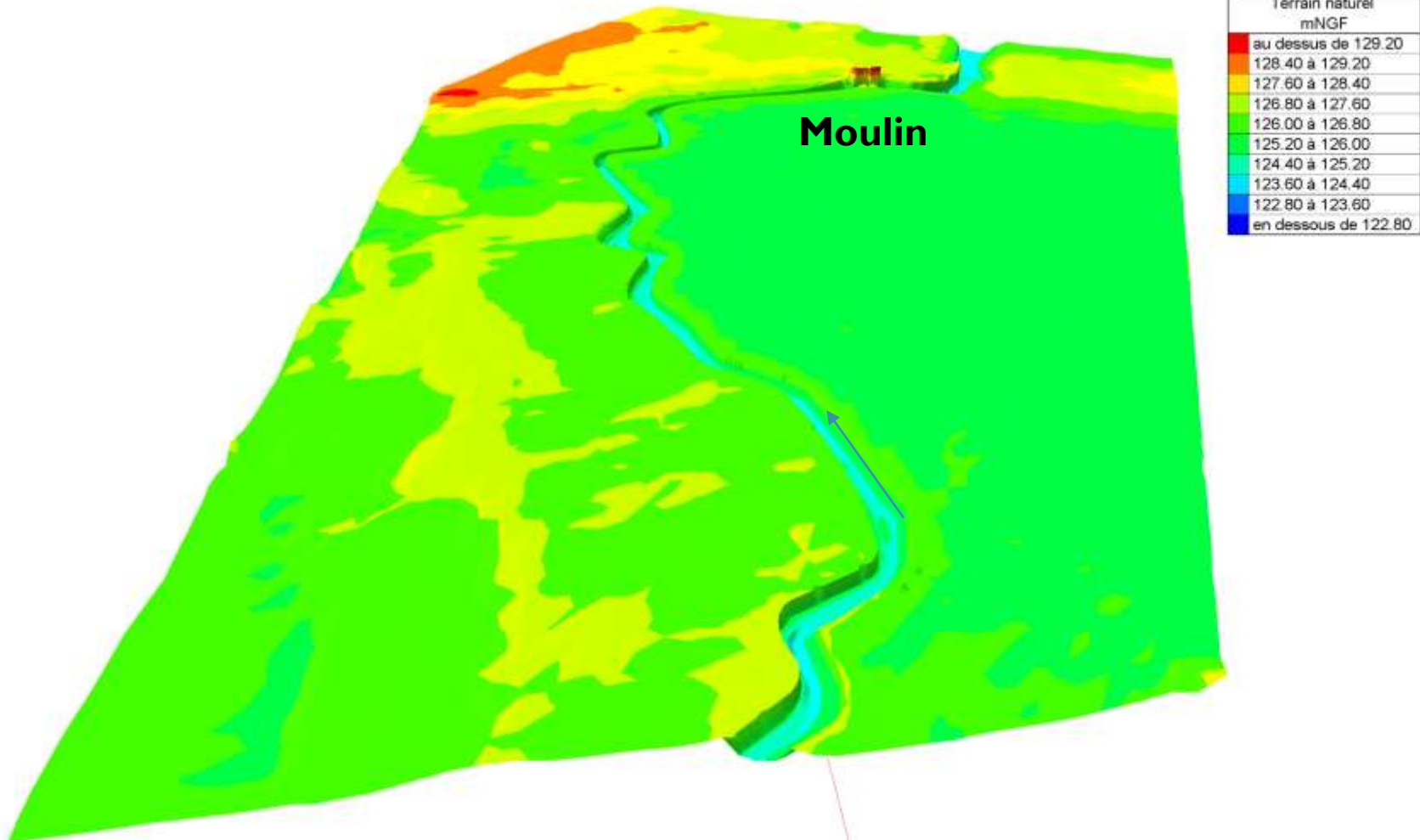
Régime hydrologique	Niveau légal (m NGF 69)	Niveau modélisé (m NGF 69)	Écart de niveau (cm)
QMNA5	126,08	126,09	1
Médian	126,08	126,08	0
Module	126,08	126,08	0
Double module	126,08	126,40	32
Biennale	126,08	//	//

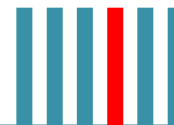


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



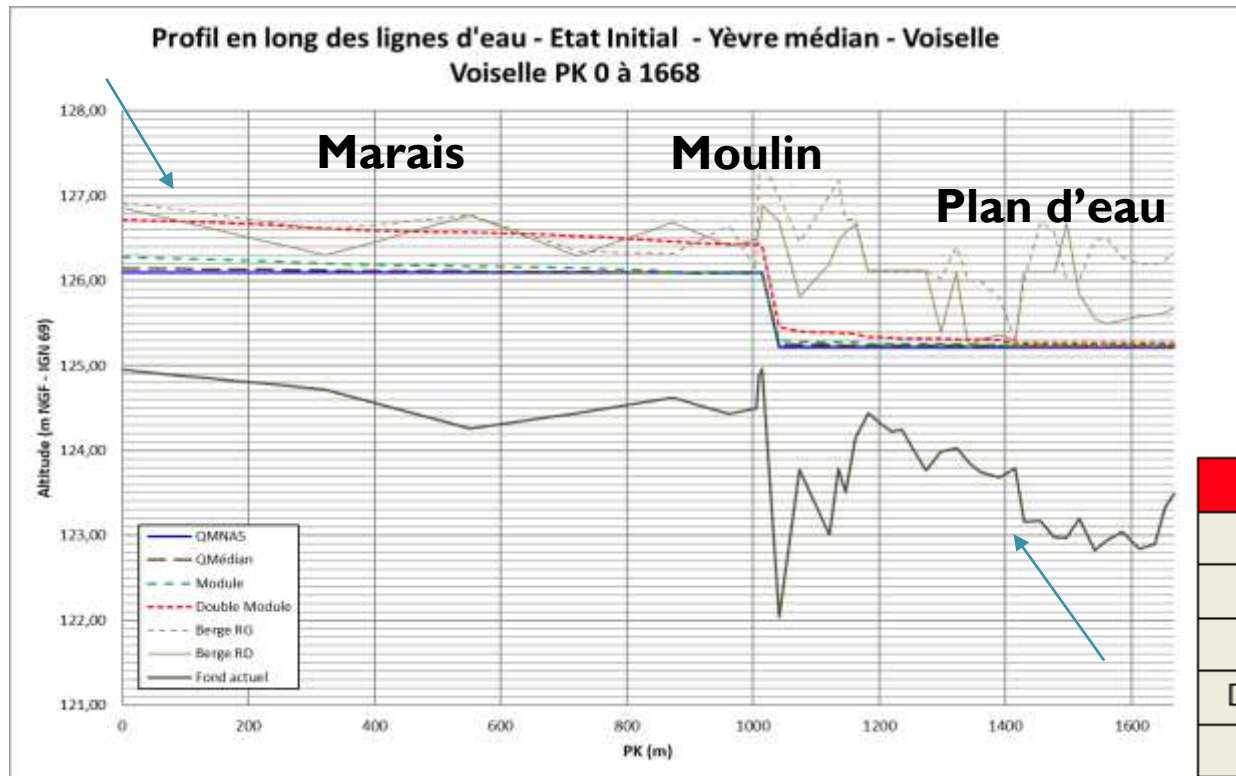
Le Moulin de la Voiselle - Hydraulique





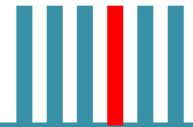
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le Moulin de la Voiselle - Hydraulique



Débit (m ³ /s)	Chute (cm)
QMNA5	87
Médian	84
Module	78
Double module	95 (modél) - 60 (≈ réel)
Crue biennale	//

Pour les basses et moyennes eaux, la modélisation confirme les différents écrits de ces deux derniers siècles, décrivant l'impossibilité de maintenir la cote légale sur un long linéaire en amont du moulin pour l'ensemble des débits.

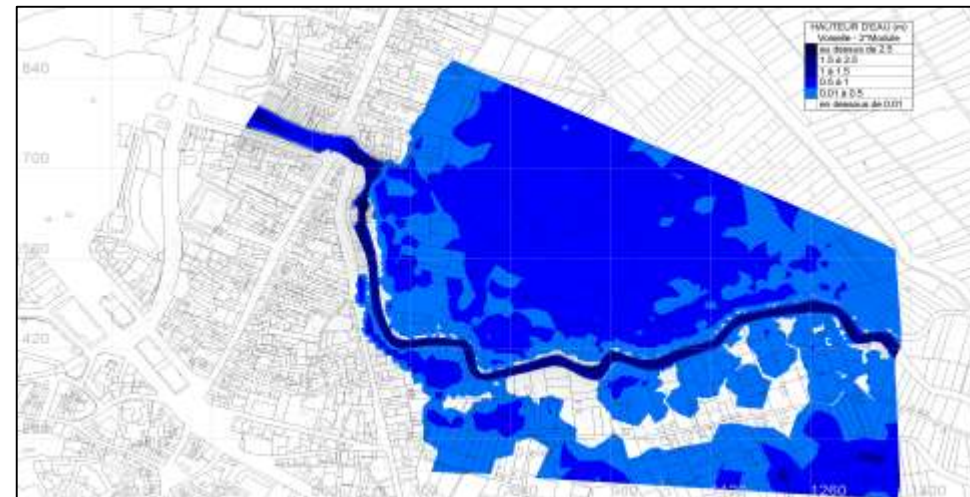


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le Moulin de la Voiselle - Hydraulique



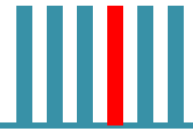
Hauteur d'eau - Module



Hauteur d'eau - 2 x module

Le cours d'eau déborde pour le double module et la crue biennale.

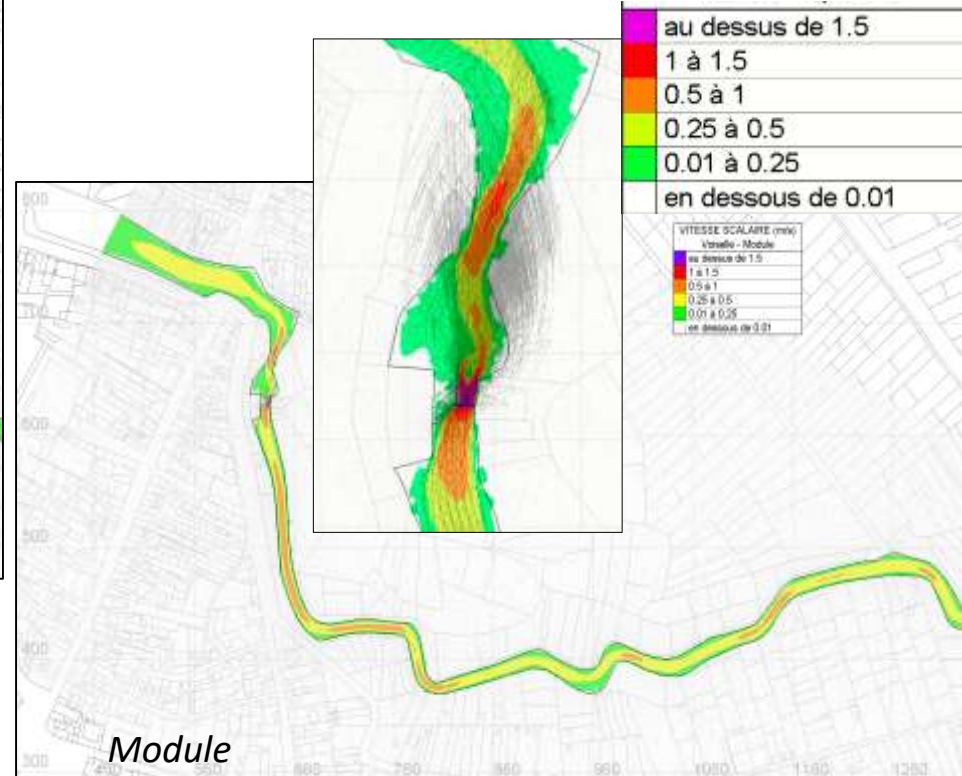
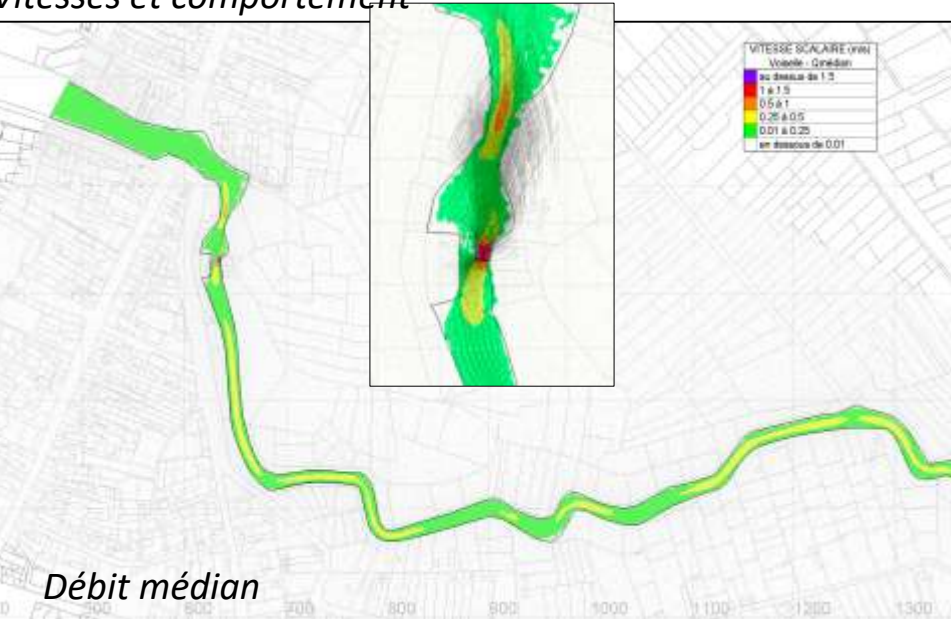
Pour ces deux situations hydrologiques, la cote réglementaire en amont de l'ouvrage est dépassée : d'environ quarante centimètres pour le double module et cinquante pour la crue biennale.



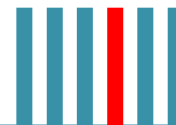
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le Moulin de la Voiselle - Hydraulique

Vitesses et comportement



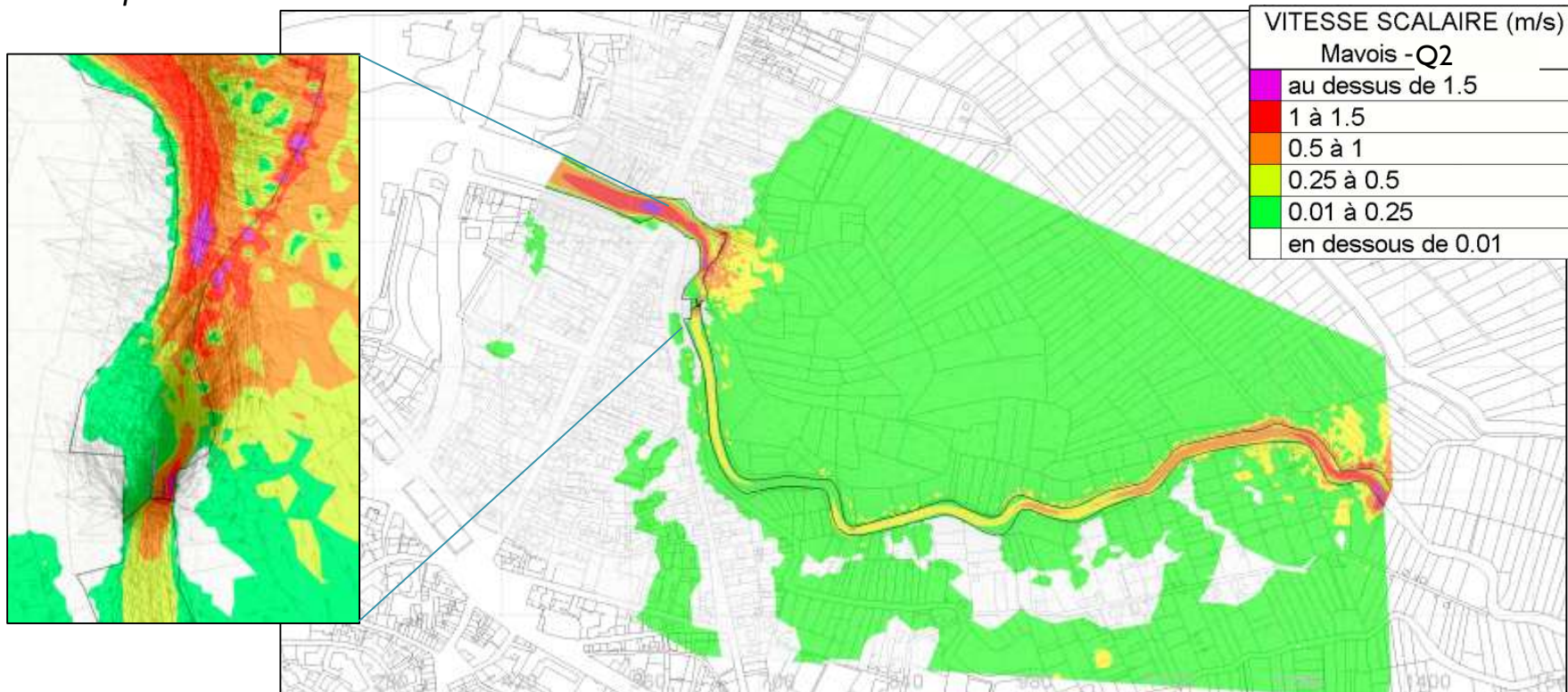
L'obstacle que forment les vannes et la canalisation au sein des marais contraignent la Voiselle amont à un écoulement très linéaire et plutôt lentique, sans capacités d'érosion importantes. Une sédimentation est générée sur le profil.



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

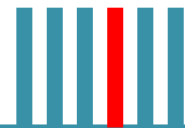
Le Moulin de la Voiselle - Hydraulique

Vitesses et comportement



La veine d'écoulement suit fidèlement le lit du cours d'eau pour les faibles et moyens débits hormis au niveau du seuil où elle est très désordonnée ! Pour les hautes eaux, on observe que l'écoulement tend à se diriger vers la rive droite.

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le Moulin de la Voiselle, patrimoine, économie...

Le moulin de la Voiselle existait au XII^e siècle. Il a fait l'objet de divers règlements d'eau depuis le début du XIX^e siècle. Actuellement, l'énergie hydraulique n'y est plus valorisée et n'a qu'un rôle de régulation des niveaux d'eau dans la Voiselle et donc les marais d'en bas, site classé depuis le 24 juillet 2003.

Sur son site internet, monsieur Denis Jeanson indique avoir trouvé des références à ce moulin sur des documents datant de 1182, 1221, 1223 (x2), 1344, 1360, 1583, 1705, 1814 et 1967.

France Camuzat précise que sa date de création n'est pas connue mais qu'un acte de location de mars 1221 précise qu'il était la propriété du Chapitre de l'Église de Bourges, arrêt de l'activité de mouture en 1911, production d'huile de 1913 à 1978 puis rachat par la ville de Bourges en 1980.

Le moulin maintient toujours aujourd'hui un niveau, l'infrastructure a été peu modifier, elle accueille des réunions, associations...

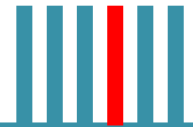
Activité économique : indirect

Structure le paysage des marais du bas



Extrait cartes d'archives

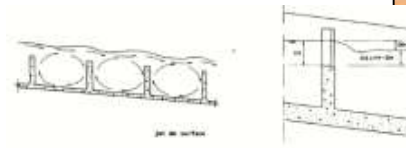
4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le Moulin de la Voiselle, esquisses...

1. Mise en place d'une passe à poisson (passe à bassins en génie civil)

- Fonctionnement écologique limité + gestion contraignante à assurer
- Permet de maintenir des ouvrages et des cotes actuelles
- Mise en place de la passe sur des espaces à disposition, tel que l'ancienne voie d'eau usinière sous les bâtiments du moulin en rive gauche par exemple.



2. Effacement de l'obstacle (retrait d'1 ou 2 vanne(s))

Ambitieux, ce scénario nécessiterait des mesures d'accompagnement telles que :

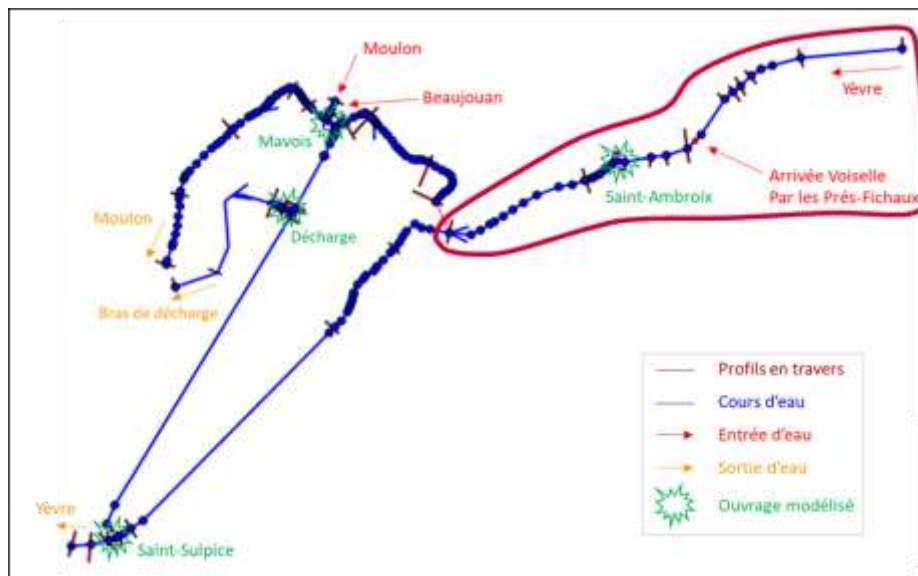
- la définition précise des nouvelles lignes d'eau en amont et les impacts sur l'alimentation des marais (mesures de compensation) ;
- des études géotechniques complémentaires pour analyser les éventuels risques pour le bâti proche au niveau de l'ouvrage et dans le linéaire d'influence.



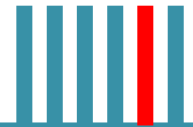


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le clapet Saint-Ambroix



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le clapet Saint-Ambroix, le patrimoine

Construit en 1967, le clapet Saint-Ambroix assure le maintien du plan d'eau des Prés Fichaux. Il est automatisé de manière à assurer un niveau d'eau de 125,23 m NGF 69 fixé par l'arrêté préfectoral du 17 mai 1995.

La création du plan d'eau s'est accompagnée de la disparition d'un terrain de sport en rive gauche de la Voiselle et de la création d'un centre nautique toujours existant sur le terrain entre la Voiselle (actuellement plan d'eau) et l'Yèvre.

Dans le périmètre de plusieurs monuments classés

Vocation est paysagère, peu d'intérêt économique particulier (permis bateau)



Photographie aérienne 1966



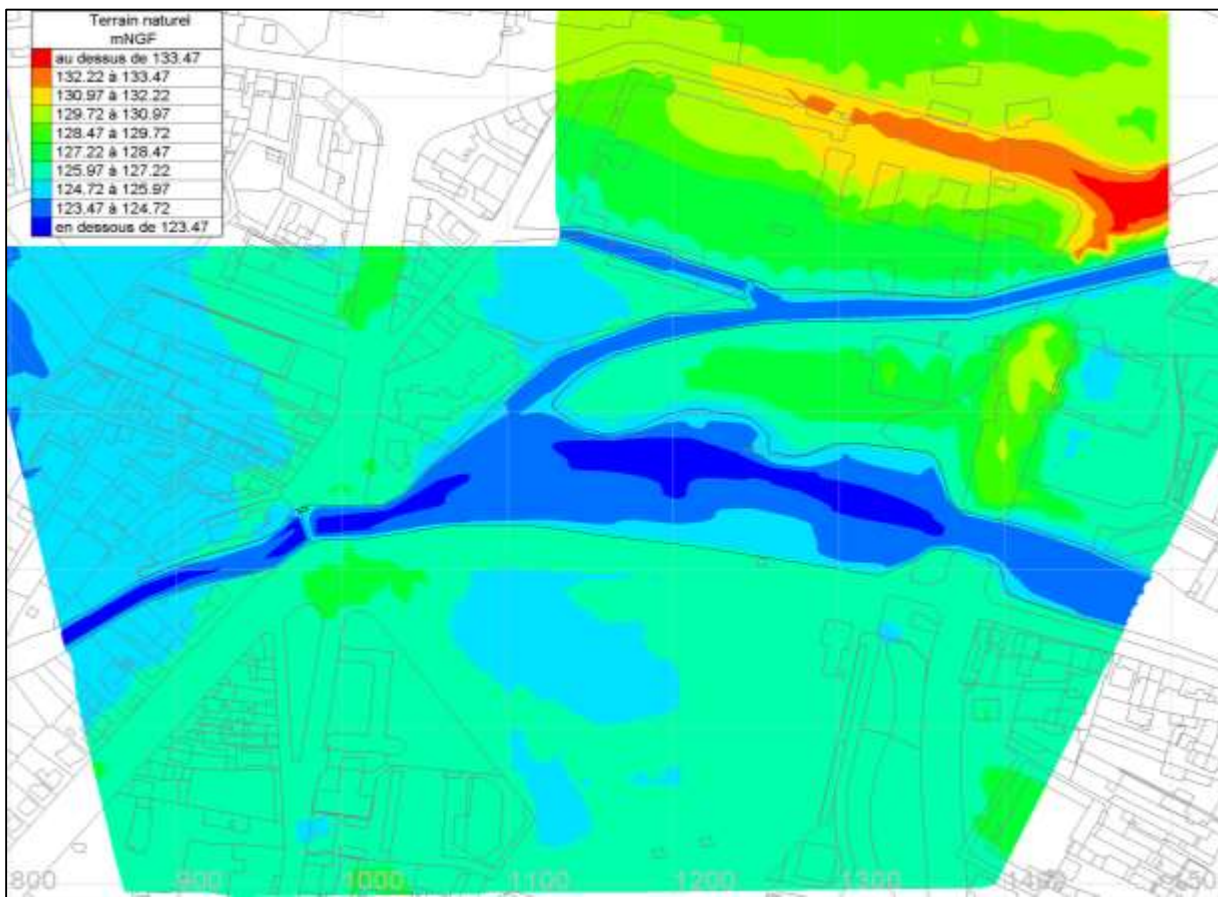
Carte postale



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le clapet Saint-Ambroix

Régime hydrologique	Niveau légal (m NGF 69)	Niveau modélisé (m NGF 69)	Écart de niveau (cm)
QMNA5	125,230	125,232	0,2
Médian	125,230	125,228	-0,2
Module	125,230	125,230	0
Double module	125,230	125,228	-0,2
Biennale	125,230	125,36	0,13

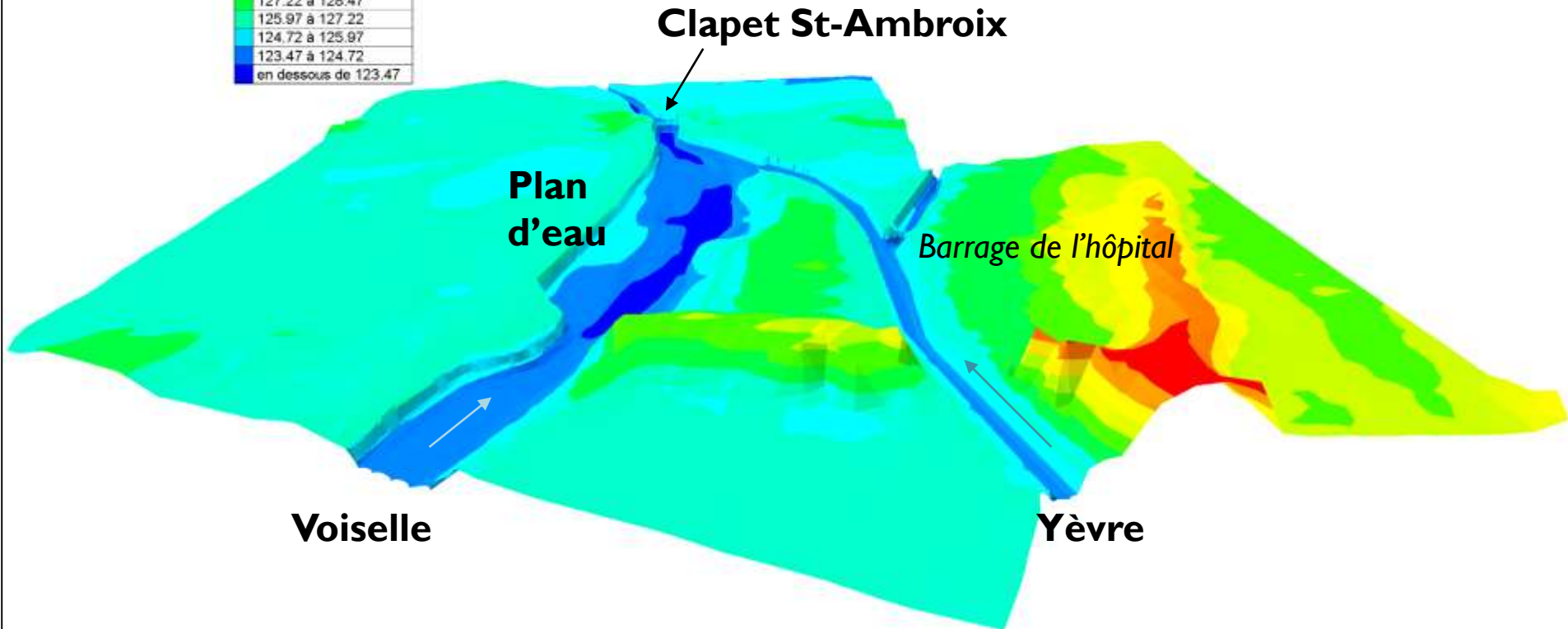




4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le clapet Saint-Ambroix

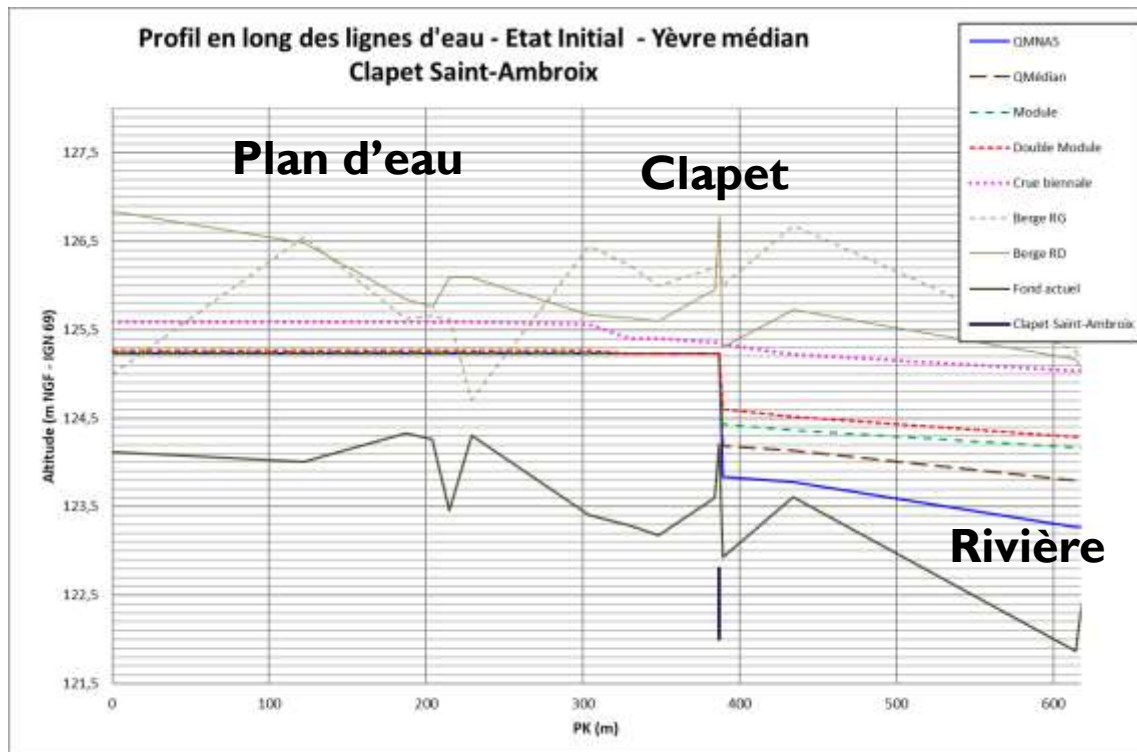
Terrain naturel mNGF	
au dessus de 133.47	
132.22 à 133.47	
130.97 à 132.22	
129.72 à 130.97	
128.47 à 129.72	
127.22 à 128.47	
125.97 à 127.22	
124.72 à 125.97	
123.47 à 124.72	
en dessous de 123.47	





4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le clapet Saint-Ambroix



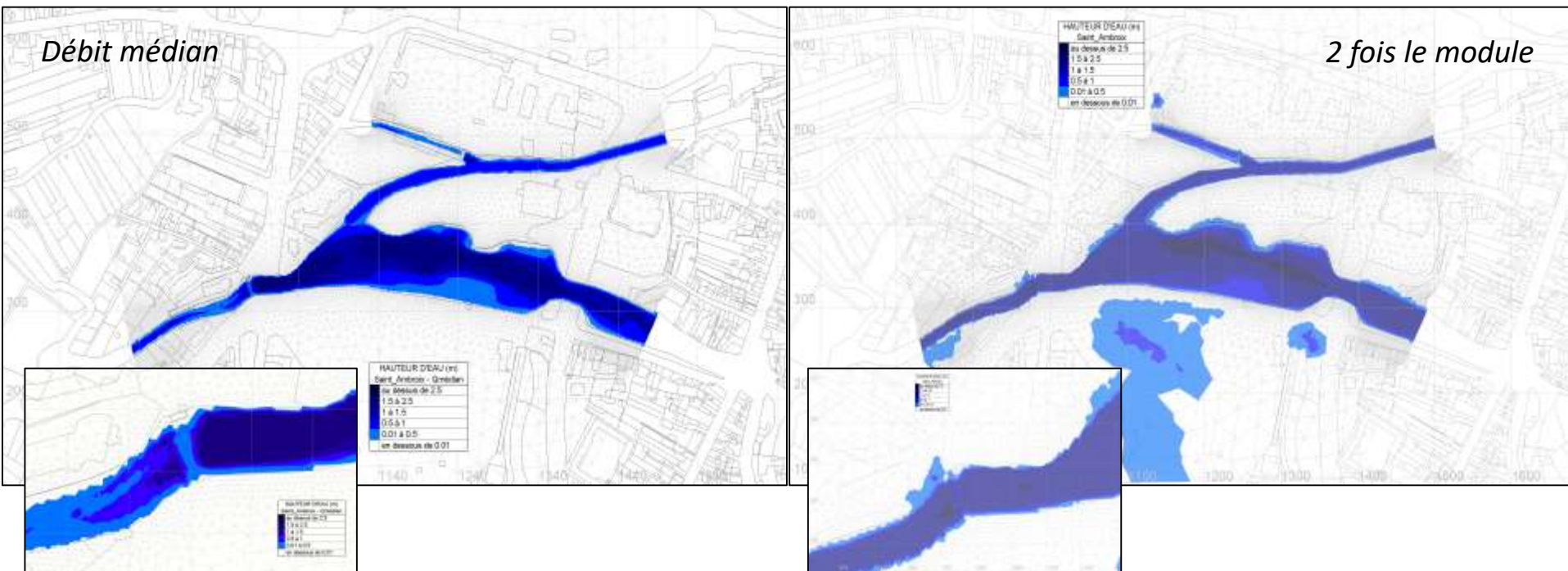
Débit (m ³ /s)	Chute (cm)
QMNA5	139
Médian	104
Module	80
Double module	62
Crue biennale	2,7

Niveau du plan d'eau des Prés-Fichaux relativement stable pour les régimes courants. En ce qui concerne la crue biennale, une « marche » peut être observée aux alentours du PK 300, cela s'explique par la présence d'un pont pouvant devenir un obstacle (rétrécissement de section) au passage des eaux.



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

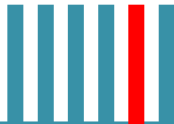
Le clapet Saint-Ambroix



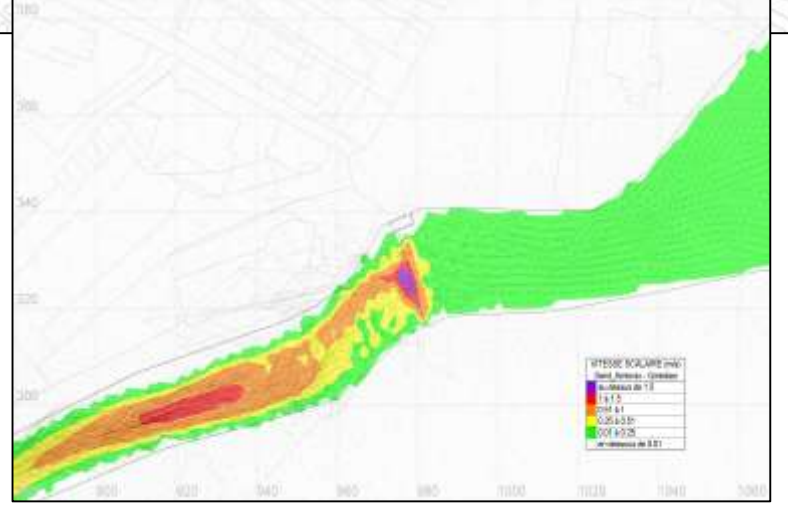
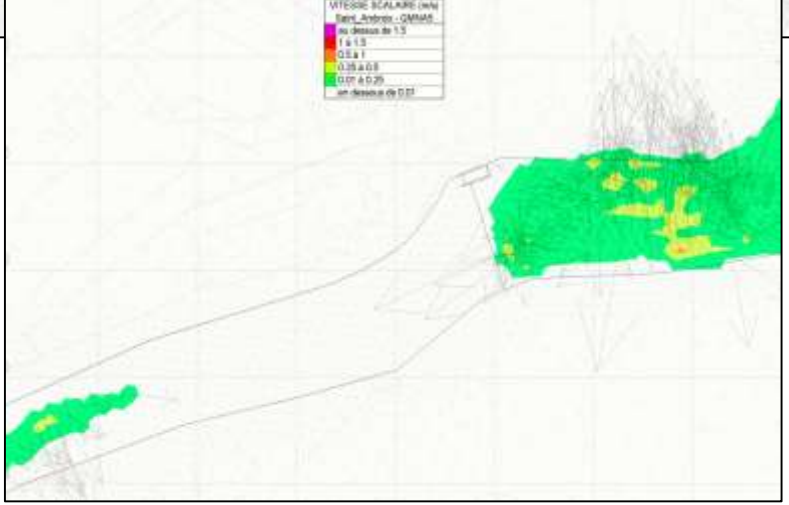
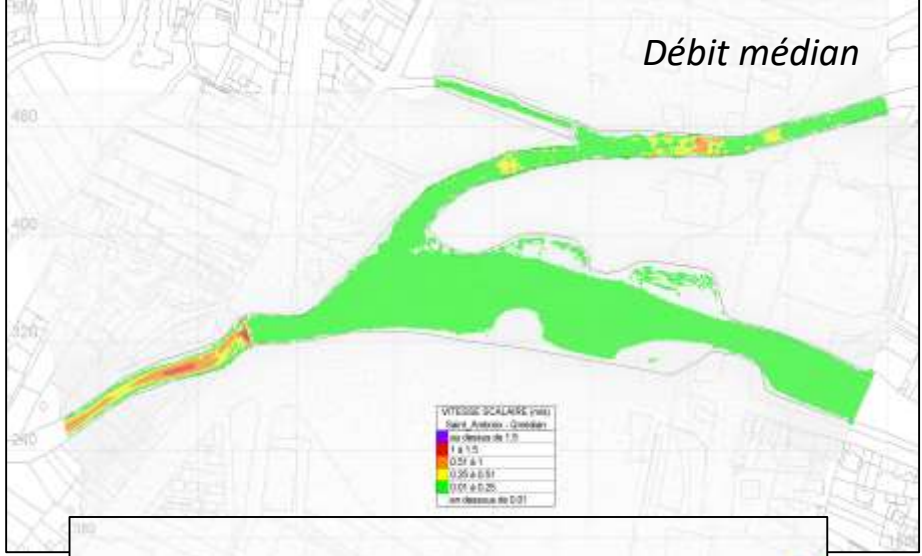
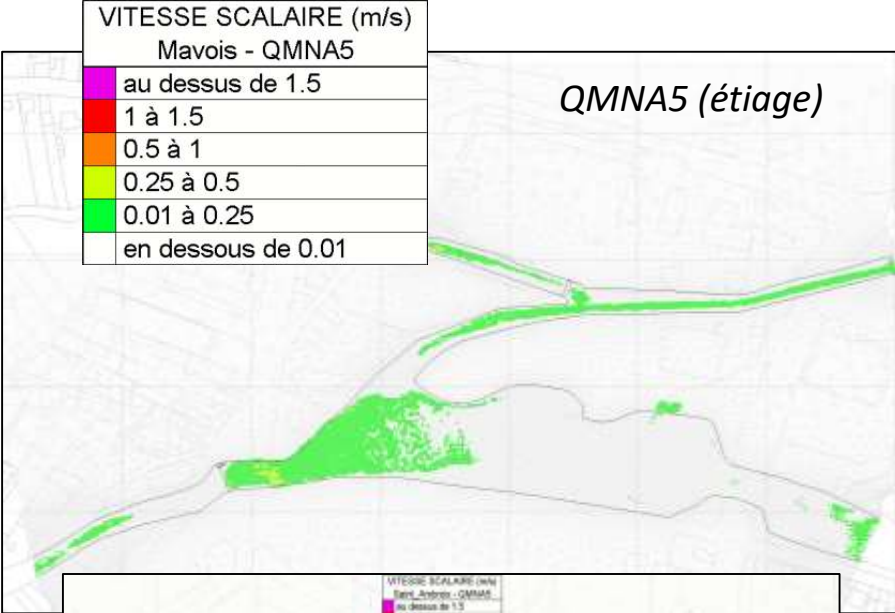
Les cartes de hauteurs d'eau révèlent nettement les zones de mouilles (fosses profondes) et les zones de moindre profondeur. La fosse d'affouillement à l'aval du clapet est entre autres particulièrement visible.

Attention aux tâches résiduelles liées à la modélisation qui donnent parfois des incohérences !

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



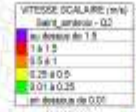
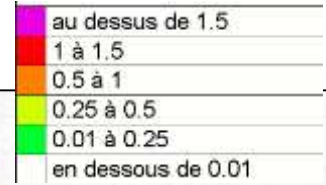
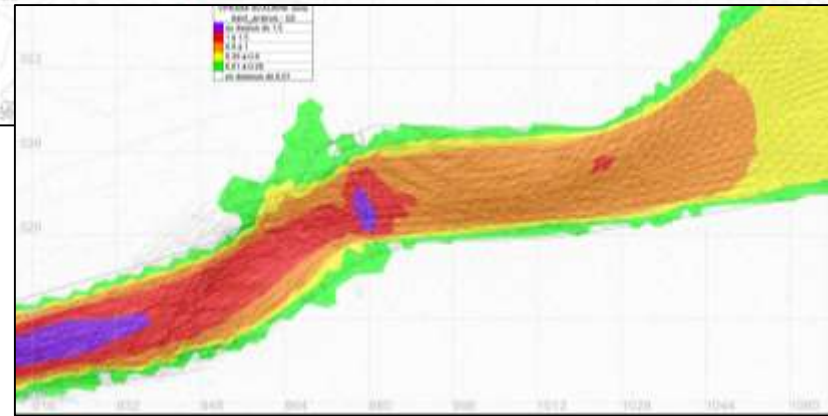
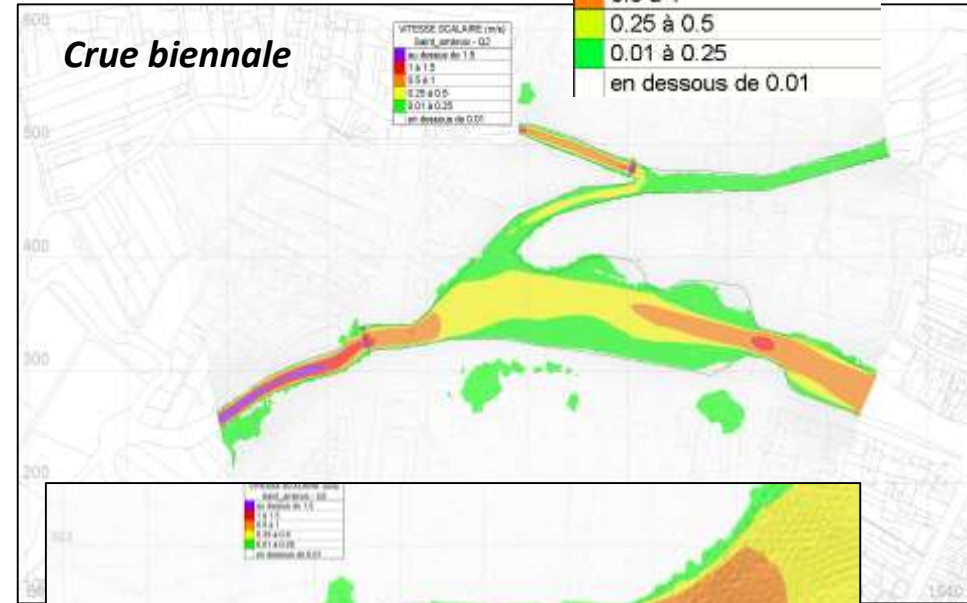
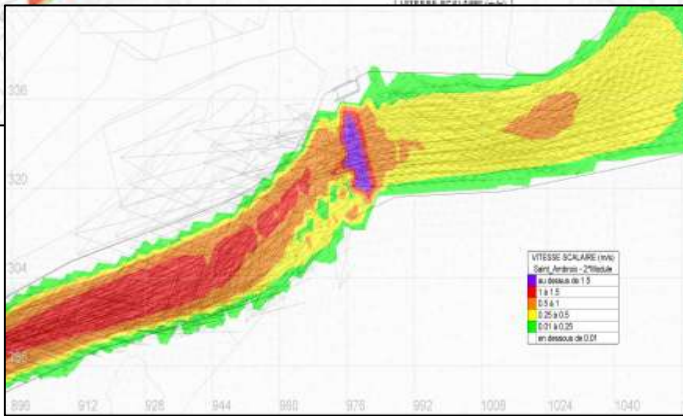
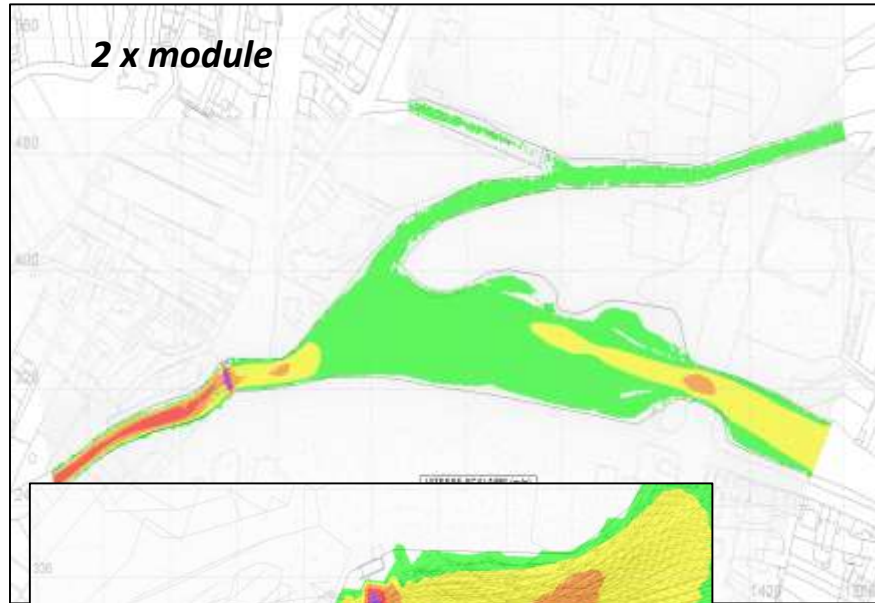
Le clapet Saint-Ambroix



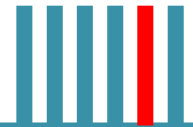


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le clapet Saint-Ambroix



La veine d'écoulement préférentiel suit normalement le lit des cours d'eau. Cependant, au niveau du clapet, elle devient désordonnée et dévie vers les deux berges. Cela traduit une agitation de l'écoulement et une forte sollicitation des berges.

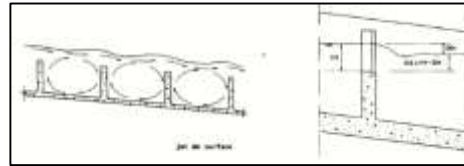


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le clapet Saint-Ambroix, les esquisses

- **Passé à bassins (génie civil)** pour maintenir les niveaux actuels

Mise en place de la passe selon les emprises disponibles, configuration nécessitant un impact négligeable pour les crues et un accès pour la gestion en toute sécurité.



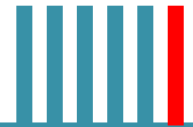
- **Effacement.** Scénario écologique le plus ambitieux vis-à-vis du transit piscicole et sédimentaire.

Mesure d'accompagnement importantes :

- Réaménagement du lit de la rivière
- Accompagnement paysager (berge...)
- Etudes géotechniques pour analyser les risques sur les ponts et bâti



Exemple à proximité : effacement du barrage de Châlette à Montargis (45)



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

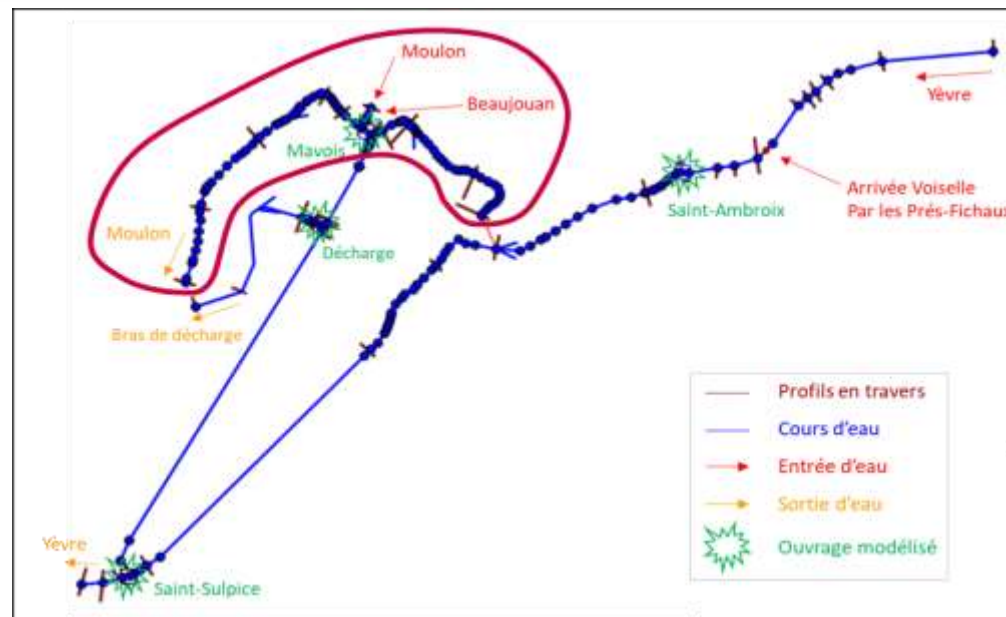
L'ancien seuil du Mavois



2014



2019



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le complexe du Mavois, patrimoine

Date de création du seuil inconnu mais seuil régulateur du moulin Saint-Sulpice, donc logiquement construit au cours de l'activité du moulin. Des traces peu précises dans les documents historiques.



Carte de 1748



Constat de fissures par le SIVY en août 2019

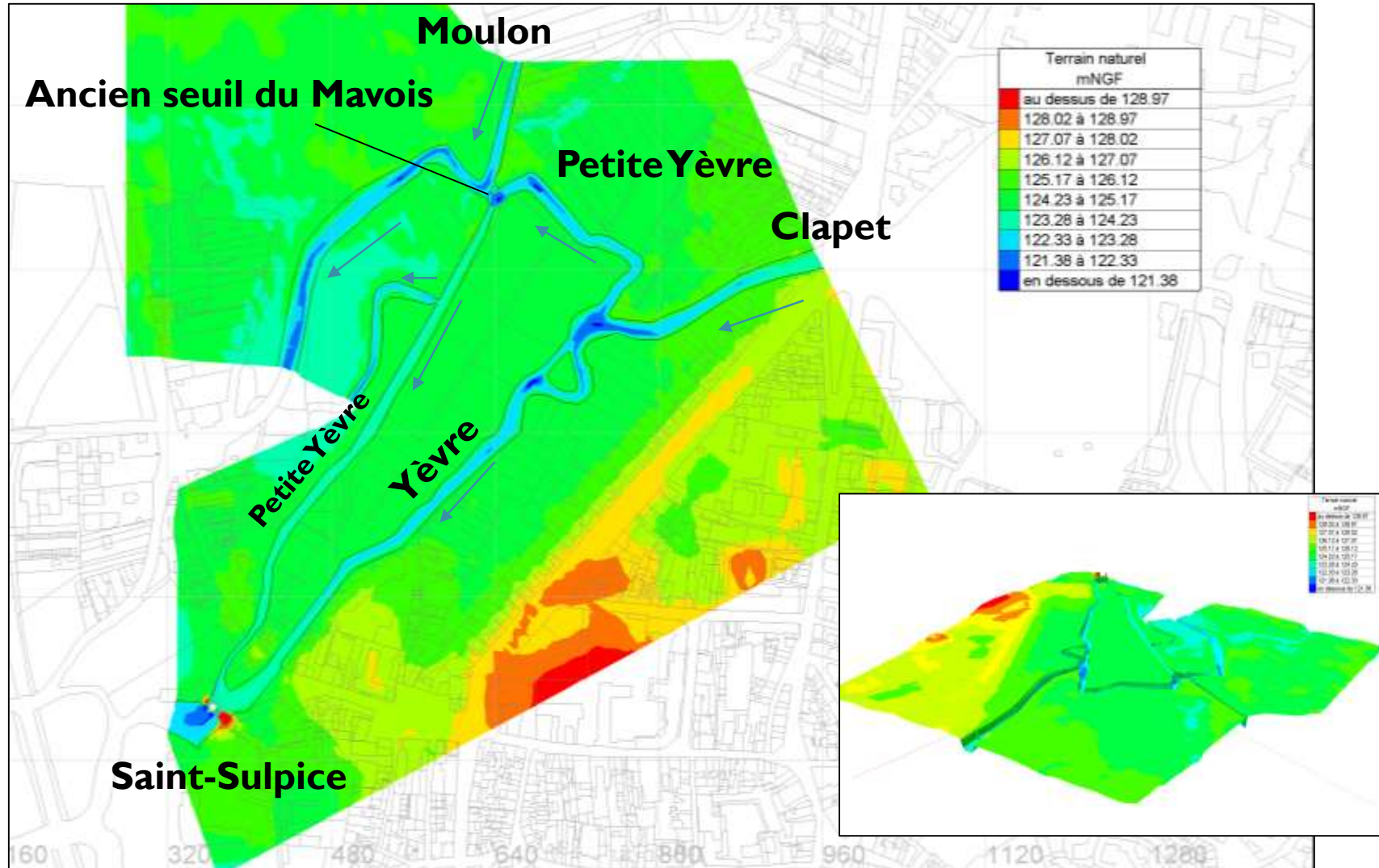
Intérêt économique : absence d'activité économique directe mais ouvrage permettant le complexe hydraulique tel que les habitants le connaissait depuis des siècles (valeur des biens) : le quartier s'est développé autour d'un réseau d'ouvrages appartenant au Moulin St-Sulpice dont le droit d'eau est éteint depuis les années 40 !

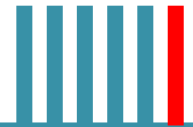
Intérêt paysager : Les écoulements vers la co-propriété Saint-Sulpice ainsi que dans la petite Yèvre deviennent très partiels, uniquement en périodes de moyennes à hautes eaux, activation des érosions (protections de berges).



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

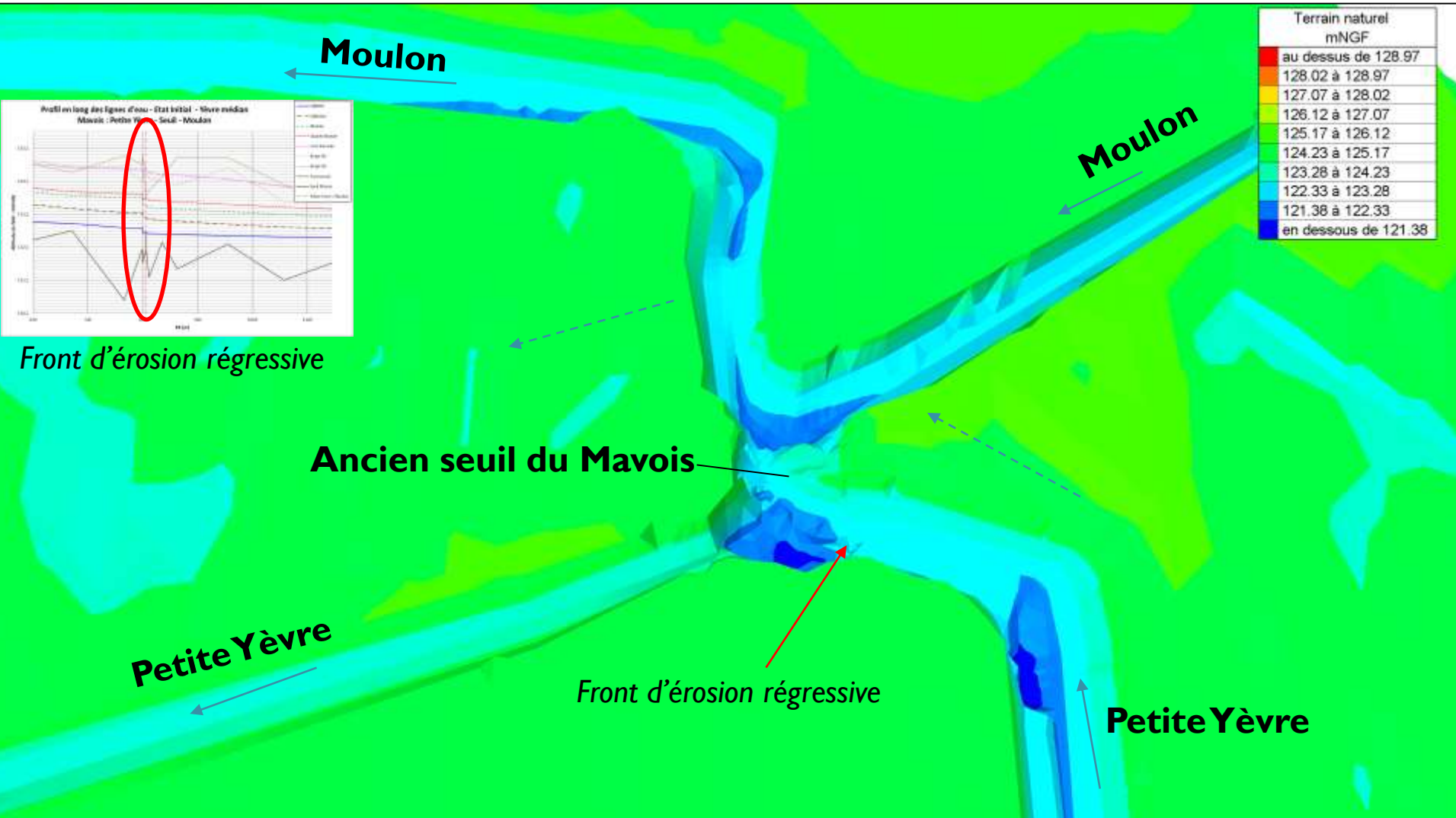
Le complexe du Mavois, hydraulique

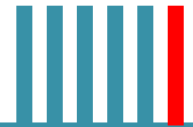




4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le complexe du Mavois, hydraulique

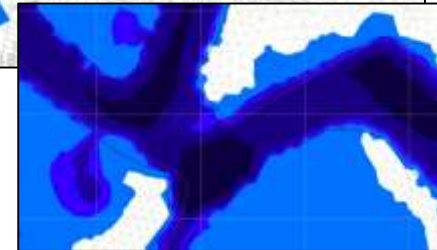
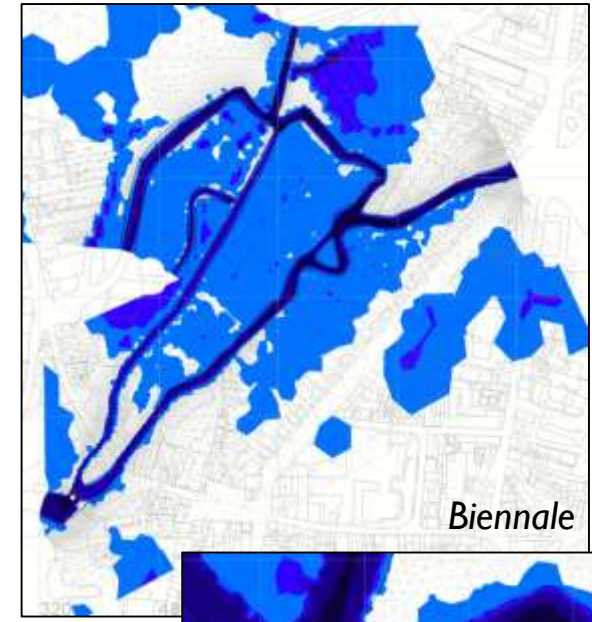
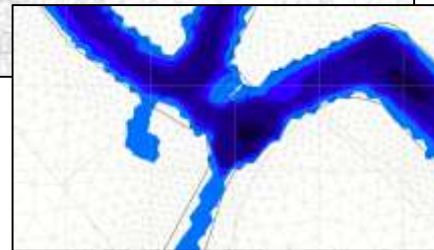
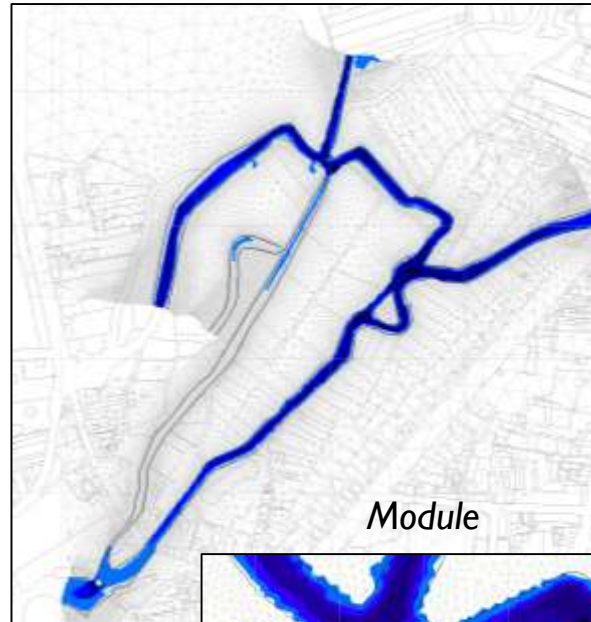
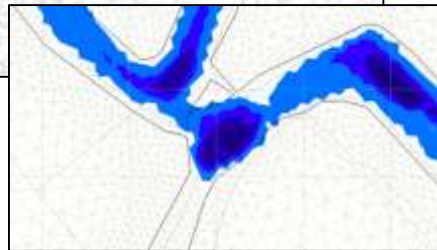
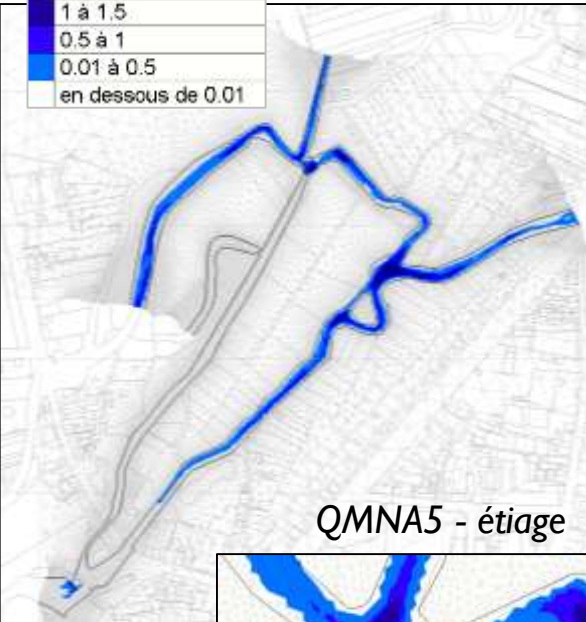




4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le complexe du Mavois, hydraulique

HAUTEUR D'EAU (m)
au dessus de 2.5
1.5 à 2.5
1 à 1.5
0.5 à 1
0.01 à 0.5
en dessous de 0.01



La fosse d'affouillement à l'aval du seuil et celle liée à l'érosion régressive sont bien visibles.

Absence de débit dans la partie de la Petite Yèvre après le seuil pour les débit d'étiage, débit médian et module !

Pour la crue biennale, la carte des hauteurs d'eau montre des zones qui sont touchées par la montée des eaux : les marais des Prés d'eau, du Mavois, également des débordements vers certaines habitations.

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le complexe du Mavois, hydraulique

<i>Partage des débits</i>	QMNA5	Médian	Module	Double module	Biennale
Petite Yèvre amont	0,145	3,044	6,834	8,640	23,052
Petite Yèvre aval	0	0	0,008	0,137	2,562
<u>Moulon amont</u>	0,192	0,653	1,452	2,904	16,413
<u>Moulon aval</u>	0,337	3,697	8,277	11,408	36,903

Depuis l'effondrement du seuil en 2016, seule une infime partie des écoulements poursuit sa route dans la Petite Yèvre vers le moulin Saint-Sulpice. Les mesures et observations de 2018/2019 montrent même un reflux des eaux de la Petite Yèvre du milieu du marais vers le seuil (les coulants n'étant pas modélisés, l'apport en eau de l'Yèvre vers la Petite Yèvre ne se fait pas et le retour des eaux ne peut être calculé, analyse à poursuivre).



Amont du Moulin St-Sulpice

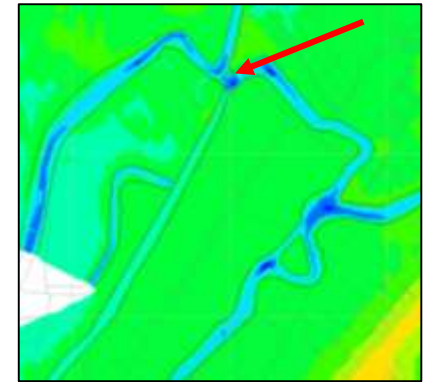
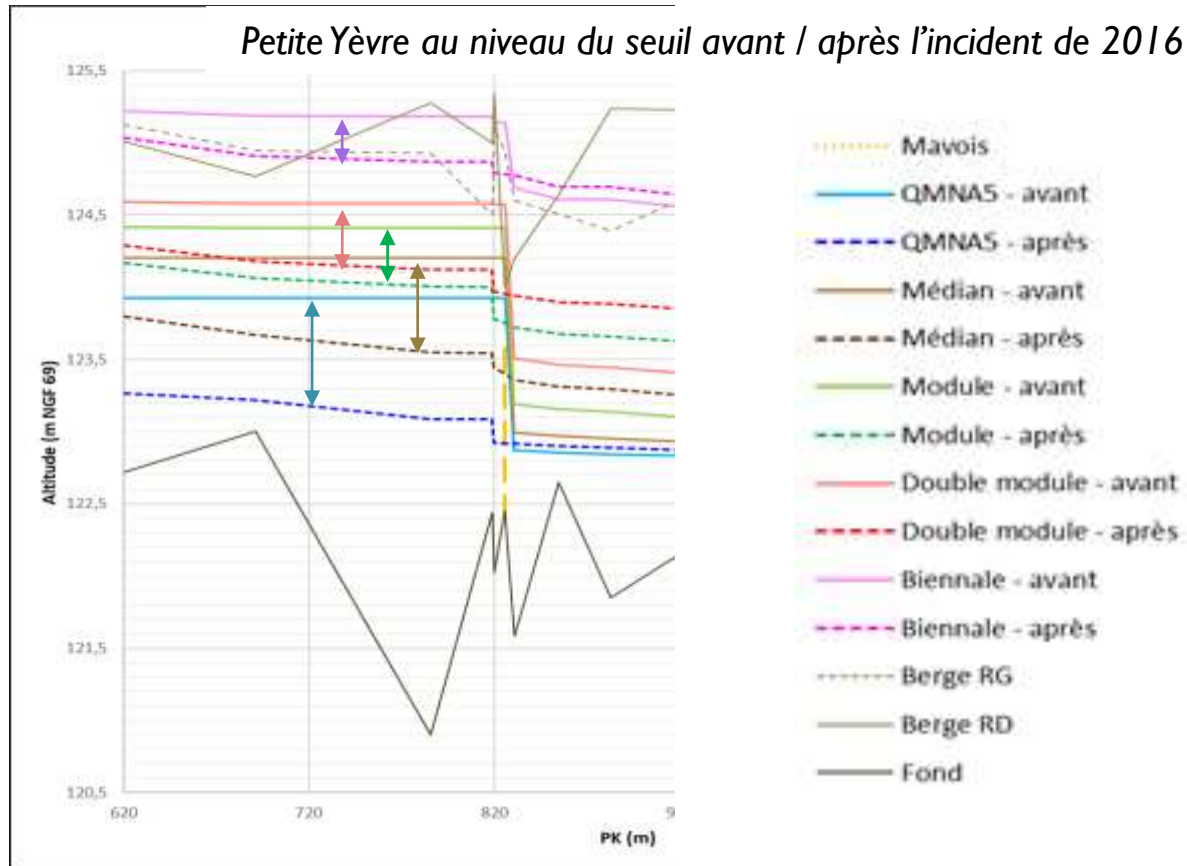


Petite Yèvre – Av d'Orléans

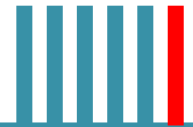


4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le complexe du Mavois, hydraulique

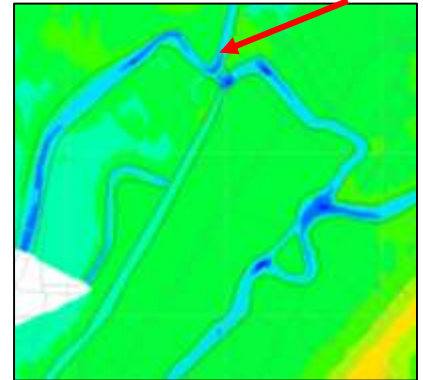
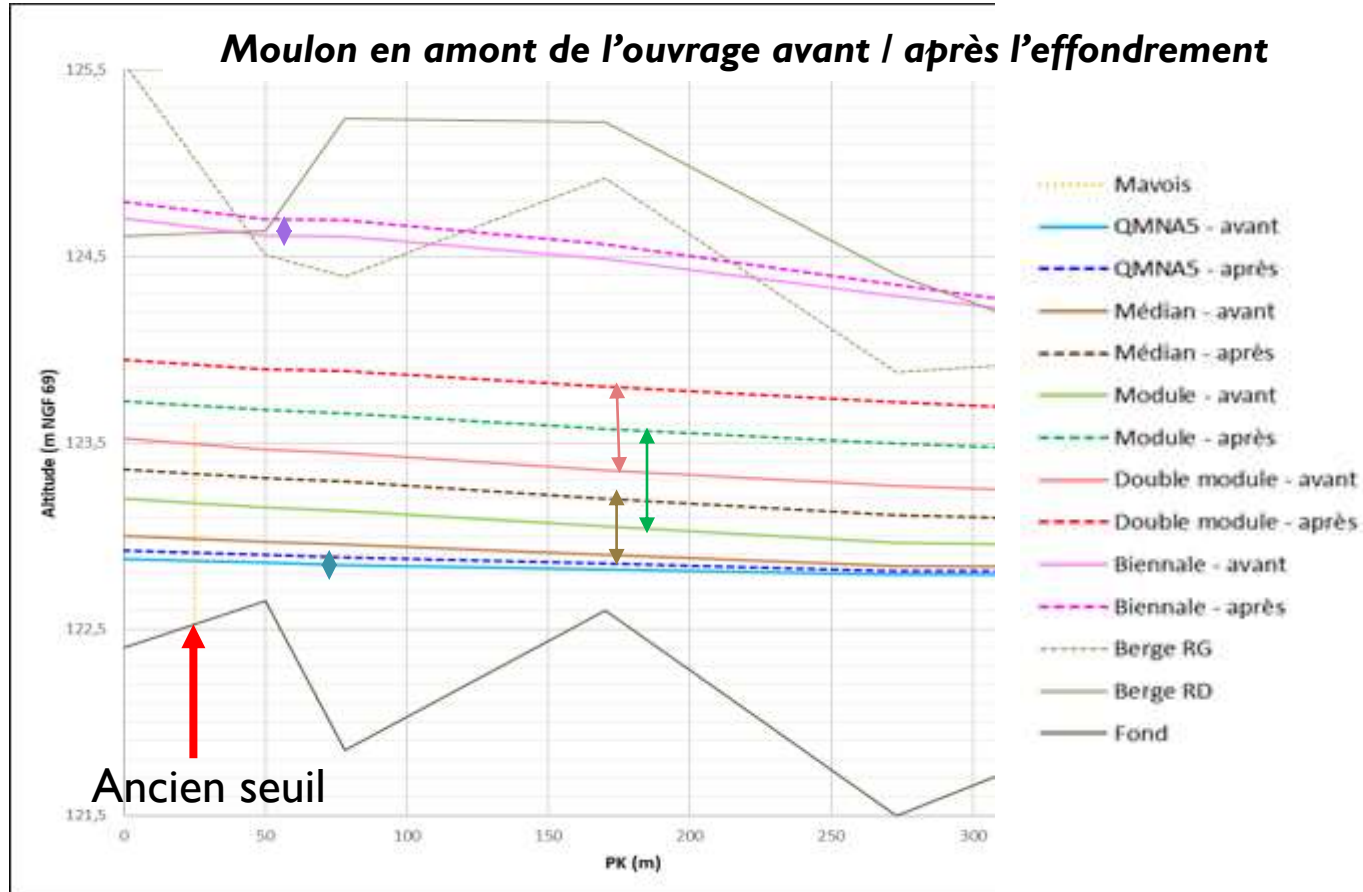


Les calculs confirment l'abaissement des lignes d'eau en amont du seuil, c'est-à-dire dans toute la zone des marais de l'île longue. **Cet abaissement est d'environ 60 à 80cm en basses eaux avec assècs.**



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

Le complexe du Mavois, hydraulique



les lignes d'eau ont systématiquement été rehaussées. De quelques cm pour les basses eaux, l'augmentation peut être de quelques dizaines de centimètres pour les moyennes eaux. L'écart maximal est atteint pour le module avec 50cm de plus. Pour la biennale, comme sur la Petite Yèvre, les écarts sont moindres l'inondation étant généralisée.

Valeurs à nuancer et probablement plus élevées que la réalité pour les situations avec débordements.

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le complexe du Mavois, hydraulique

Moulon en amont de l'ouvrage avant / après l'effondrement



Transfert de l'Yèvre
vers le Moulon fin
janvier 2019



Yèvre à St-Sulpice le 31 janvier 2019



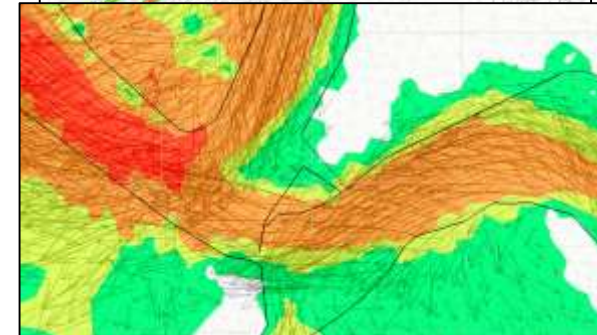
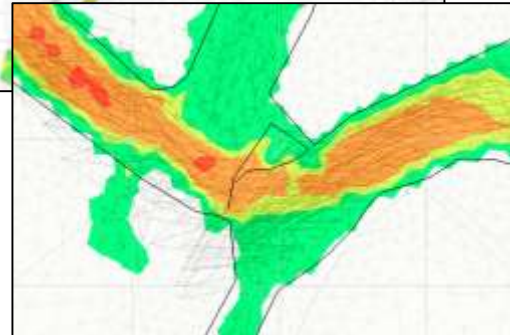
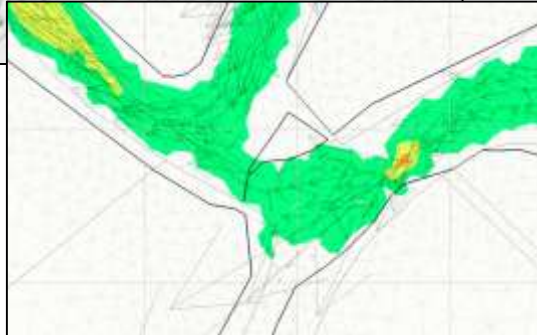
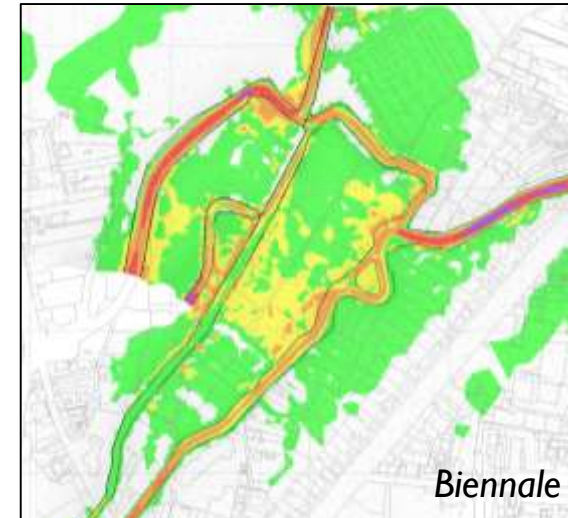
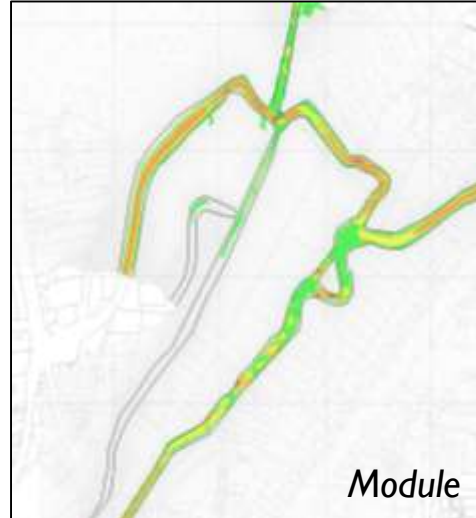
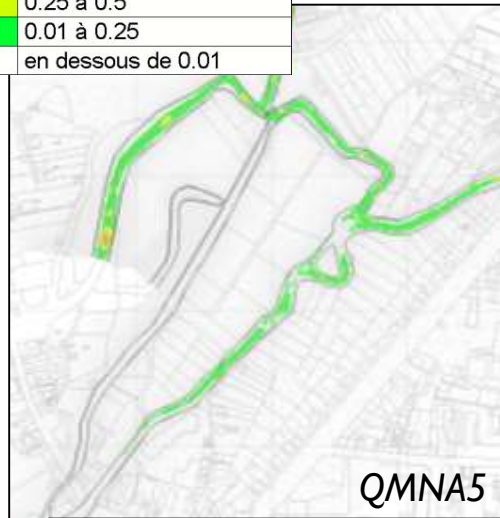
Moulon av d'Orléans le 31 janvier 2019



4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES

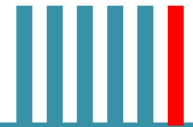
VITESSE SCALAIRE (m/s)	
Mavois - QMNA5	
au dessus de 1.5	Red
1 à 1.5	Orange
0.5 à 1	Yellow
0.25 à 0.5	Light Green
0.01 à 0.25	Dark Green
en dessous de 0.01	White

Le complexe du Mavois, hydraulique



Au niveau du seuil, le flux est orientée vers le Moulon. Fortes sollicitations des berges dans la zone du seuil.

4. SITUATION POUR CHACUN DES 6 OUVRAGES



Le complexe du Mavois, esquisses

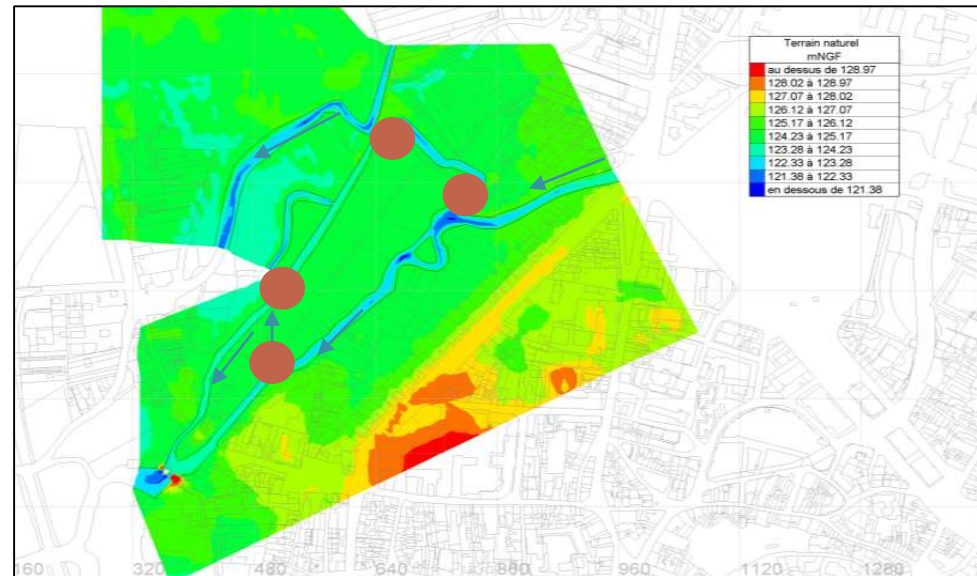
1. Maintien de l'effacement de l'ouvrage tel qu'il était (possibilités de plusieurs esquisses/scénarios)

Mesures d'accompagnement pour limiter les impacts de la situation actuelle valant plusieurs esquisses (1 à 3) :

- Analyse de nouveaux points de partage des eaux qui maintiendraient la continuité écologique et permet un écoulement vers l'ancien moulin St-Sulpice (et la petite Yèvre) : nécessité de nouveaux ouvrages à étudier.
- Stabilisation du fond du lit (mise en place d'un seuil de fond ou autre)
- Travaux de stabilisations des berges.
- Etude géotechnique afin de définir les risques potentiels liés au bâti.



Exemple de seuil de fond



Analyse d'un nouveau tracé

MERCI DE VOTRE ATTENTION

