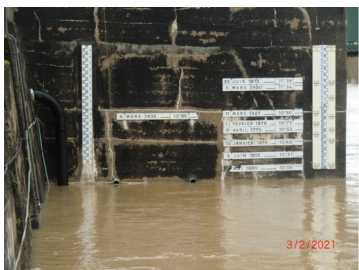


Crue de février 2021 sur la Garonne

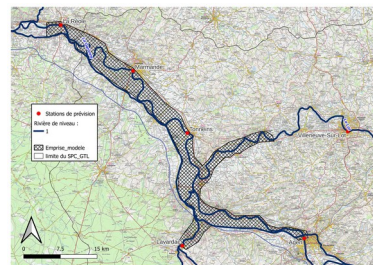
moyenne

Capitalisation



Valorisation

Perspectives



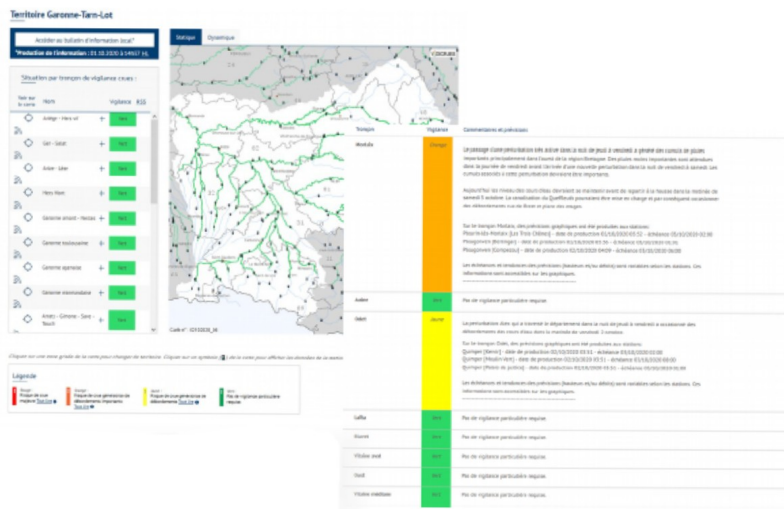
Colloque Prévision des Crues et des Inondations

SPC GTL, SPC GAD, SCHAPI, CERFACS

VIGICRUES

Introduction et problématique

- **Activité opérationnelle H24 : Observation, Vigilance, prévisions en crue**



Station Moissac (Tarn)

Commentaires à la station

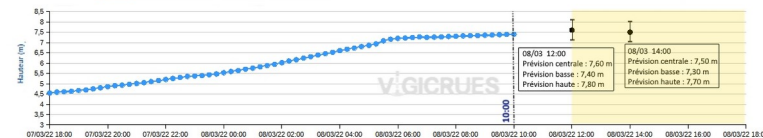
Recevoir des alertes

Prévision : Niveau en hausse lente jusqu'en fin de matinée / début d'après midi

Graphique Zone inondable Observation Prévision Info station

Moissac (Tarn) - Hauteurs - 08/03/2022 10:00

Afficher les données sur: 1 jour 3 jours 7 jours 14 jours 30 jours Zoom init.



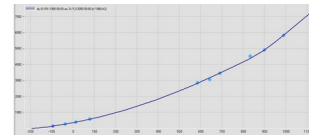
Légende

Moissac (Tarn) Crue de décembre 2003 - 5,75 m

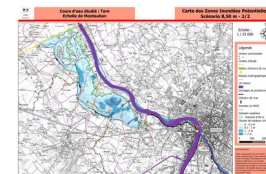
Sur ce site, vous pouvez accéder aux 30 derniers jours de données non expertisées (en heure légale à la station). Pour des données plus anciennes déjà bancarisées, vous pouvez consulter le site <https://www.hydro.eaufrance.fr/>. Sinon, vous pouvez contacter directement le service de prévision des crues dont dépend la station.

- **Activités de préparation opérationnelle :**

- Outils/Modèles pour la vigilance et la prévision ;
- Élaboration des courbes de tarage ;
- Calage des seuils de vigilance et des échelles de gravité ;
- Production des cartographies des zones inondées potentielles



H (m)	Z	Crues Historiques (H (m) - JJ mois AAAA)
11.39		23 jan 1875 - PHEC
11.15		04 mars 1930
11.00		
10.85		3 mars 1935
10.58		15 décembre 1981
10.25		6 mai 1918
10.20	BPC	04 février 2021 (REX)
10.10		20 avril 1940
9.80		
9.67		6 décembre 1037
9.58		
9.39	BPC	16 décembre 2019 (REX)
9.13		06 février 2003 (REX)
9.00		
8.80		
8.74		1 ^{er} mai 1077
8.72		29 janvier 2009 (REX)
8.60		27 janvier 2014
7.86		23 janvier 2018
7.73		2 juin 2013



Objet : illustrer les données acquises, les stratégies de capitalisation des données, les premières exploitations concernant l'amélioration des outils et les perspectives notamment, en termes de modélisation hydraulique de la plaine marmandaise

PLAN

1. La Garonne marmandaise
2. La crue de 02/2021
3. Capitalisation des données
4. Premières valorisations
5. Perspectives de travail

La Garonne Marmandaise

• Localisation

- Département du Lot-et-Garonne
- ~ 50 km de long

• Hydrologie

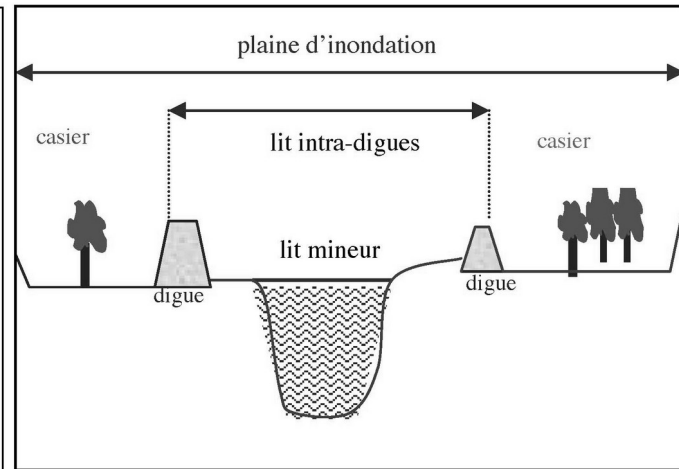
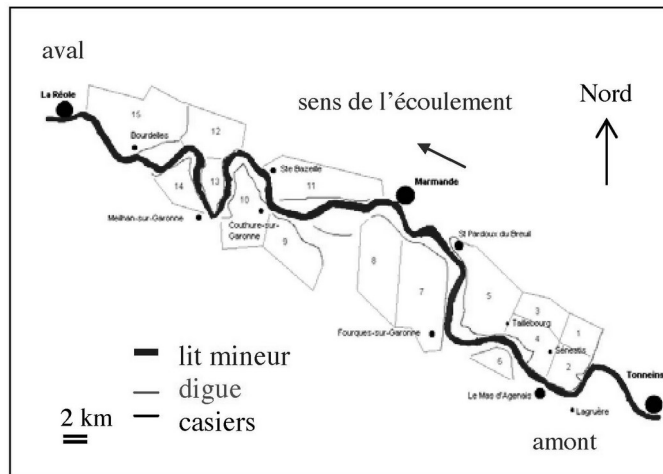
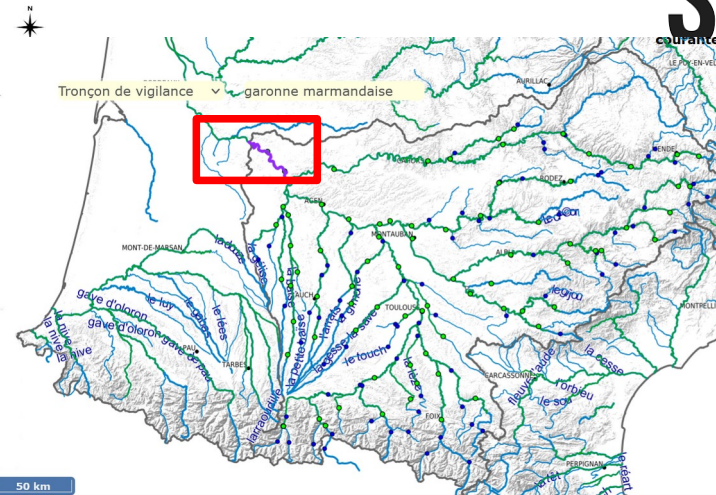
- 50 000 Km²
- Après confluence des affluents principaux (Tarn, Lot, Gascogne)
- Débits de crue majeure (~ 4000 m³/s)

• Hydraulique

- Digues, Casiers
- Débordements dès Q₂ (~ 3500 m³/s)

• Prévision

- À 24 H, depuis Cahors, Toulouse et Montauban
- À courte échéance, depuis le débit entrant dans la plaine marmandaise



D'après Besnard et Goutal, 2011.

La Garonne Marmandaise

• Hydraulique

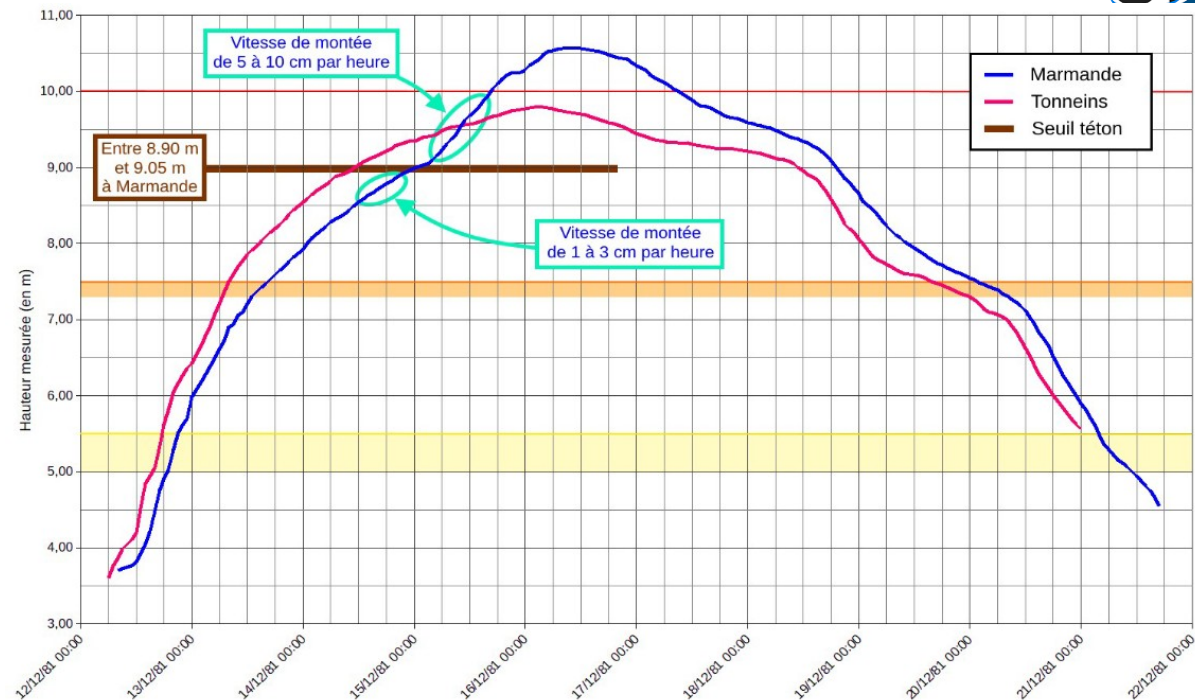
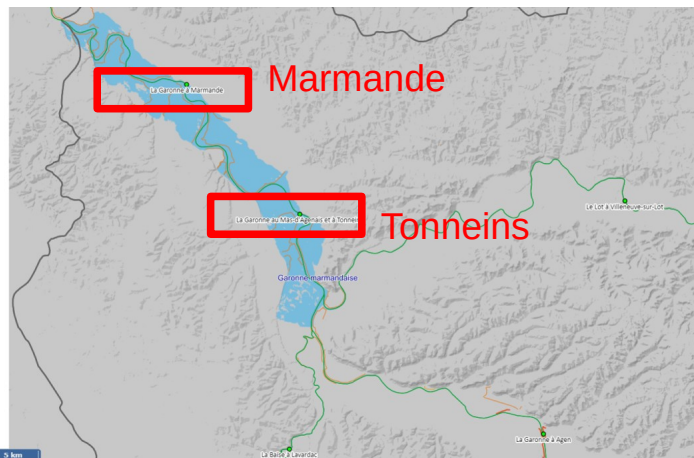
- Plaine inondable (5 km de large)
- Laminage important sur des crues moyennes à fortes

• Conséquences

- Relation H/H de Tonneins à La Réole linéaire jusqu' à 9,0 m à Tonneins
- Sursaut hydraulique au-delà des 9,00 m à Marmande.
- Prévion de ce sursaut est primordiale.

• Stations hydrométriques

- Amont vers aval : Tonneins (47), Marmande (47), La Réole (33)
- Tonneins non jaugeable au-delà de 3800 m³/s .



Hauteurs d'eau à Tonneins et à Marmande sur la crue de 12/1981

Extension de la plaine inondable pour $H = 10,0$ m à Marmande

La crue de 02/2021

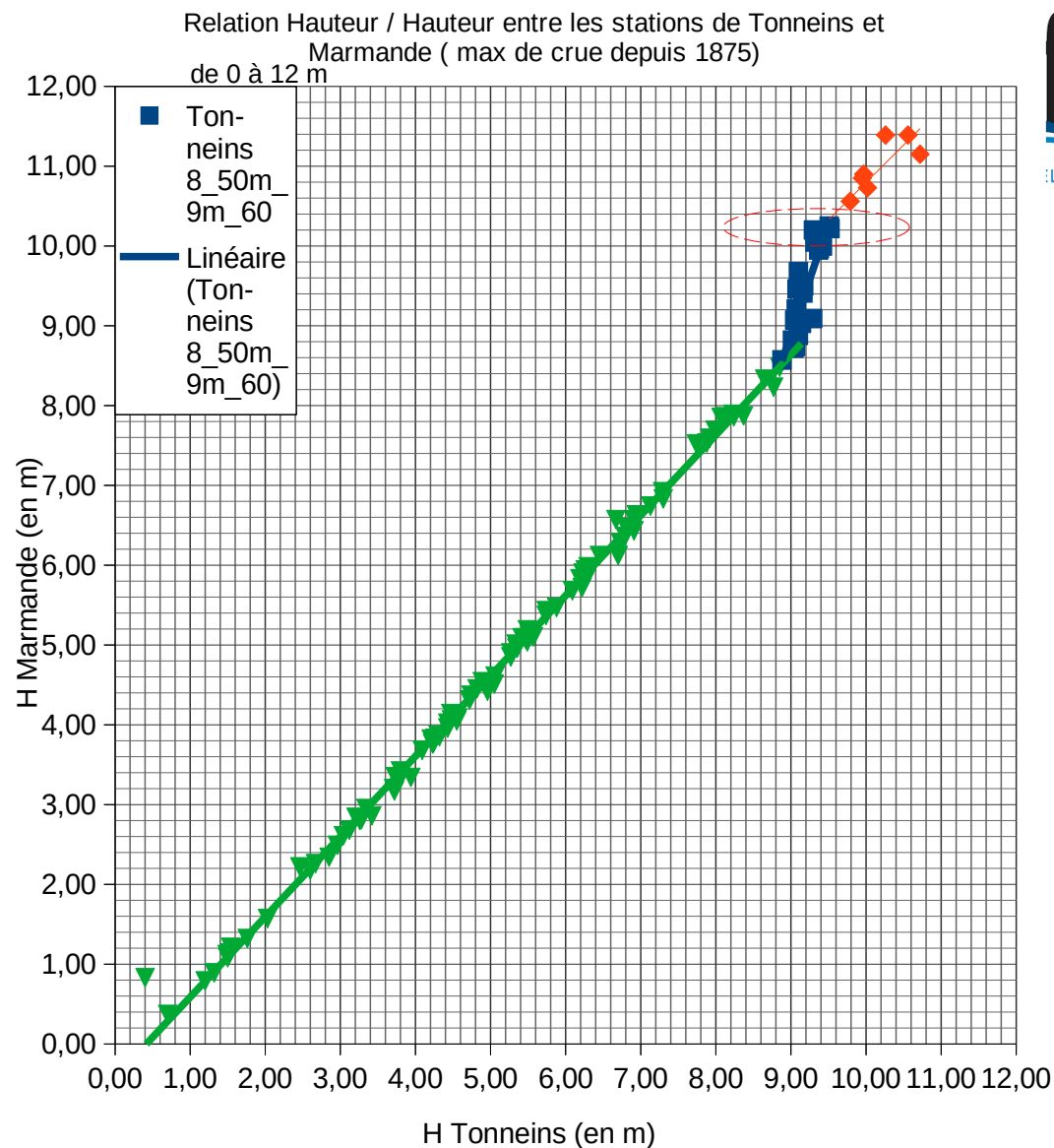
- 10,20 m à Marmande

- plus haute crue d'hiver depuis
12/1981 (10,56 m) et 02/1952

- 9 crues > 10,20 m depuis 1875



Échelle de Marmande ; photo prise le 04/02/2021
vers 10h00



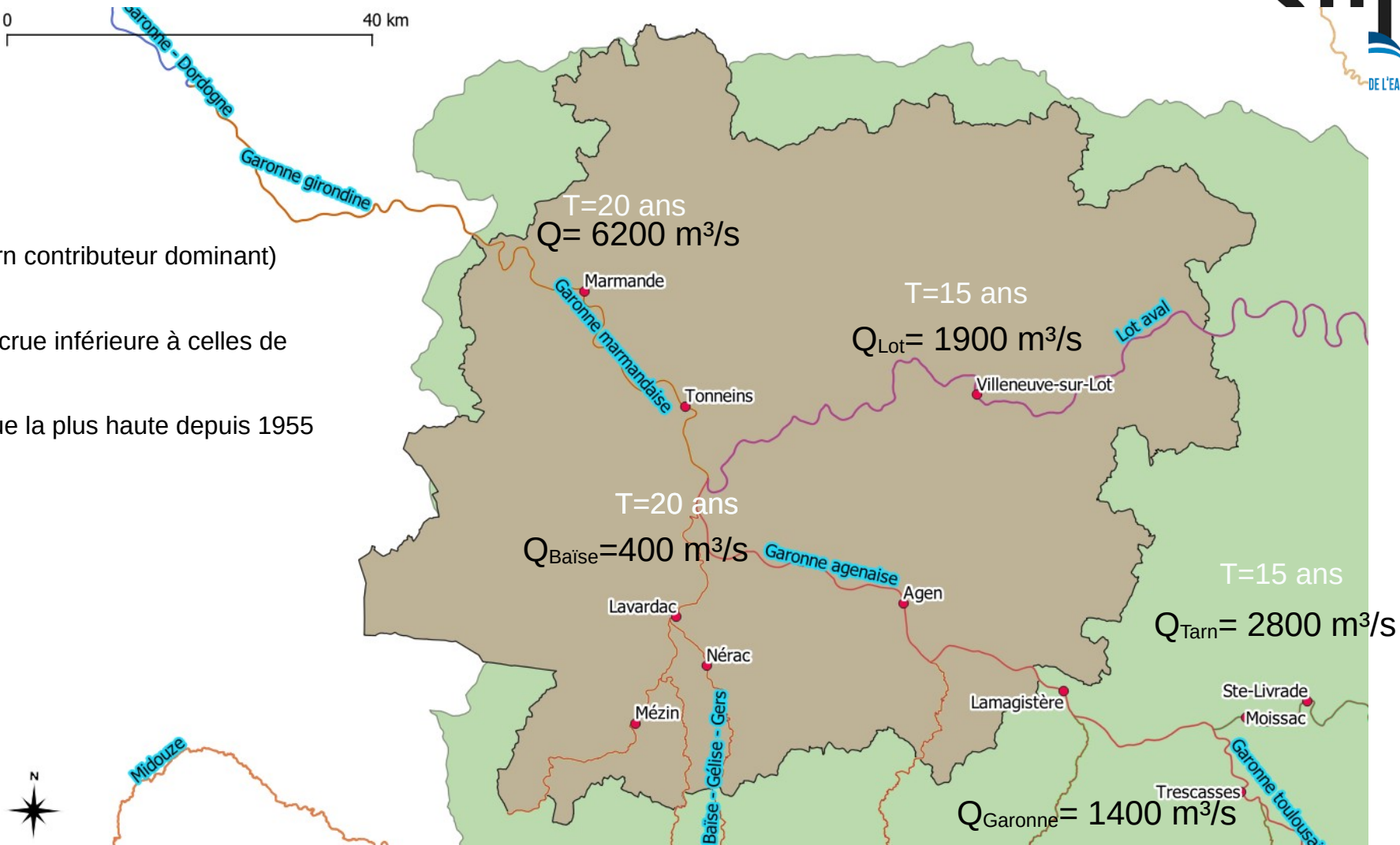
Les conséquences hydrologiques

0 40 km

Crue océanique (Tarn contributeur dominant)

Villeneuve-sur-Lot : crue inférieure à celles de 2003 et de 1981

Lavardac : 4eme crue la plus haute depuis 1955 (1961, 1971, 1977)

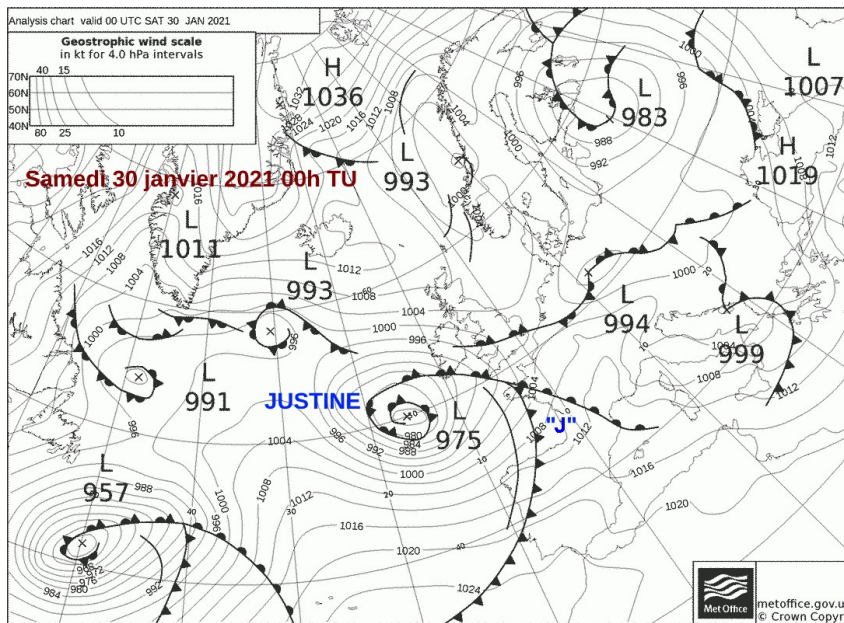


L'épisode météorologique

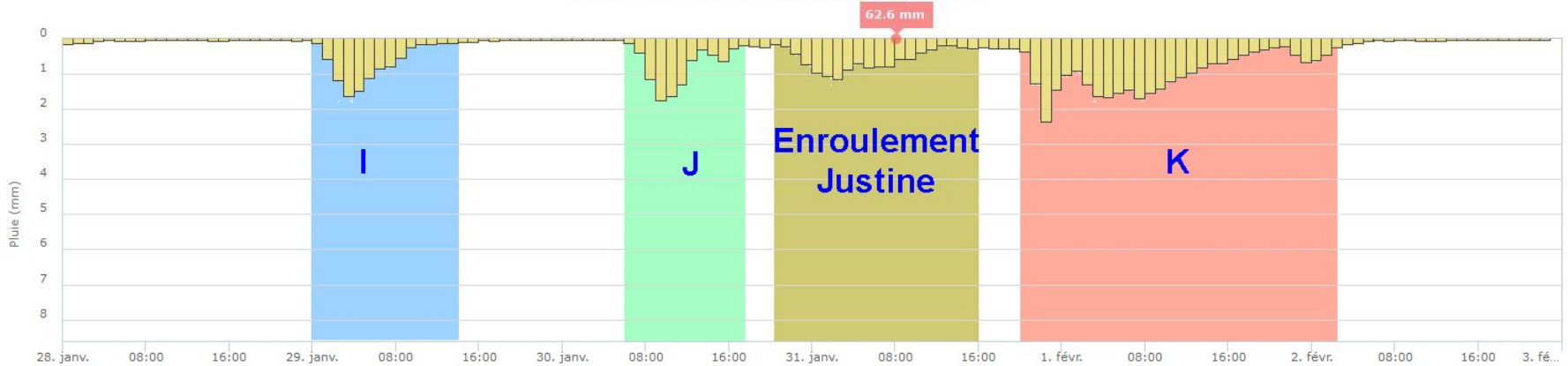
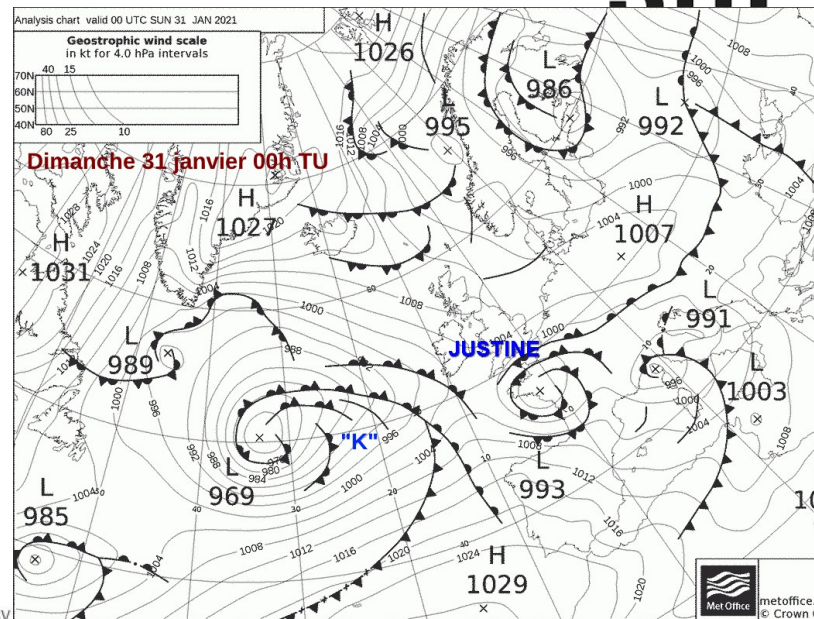
shf

Succession de 3
Perturbations
Océaniques du
29 janvier au 2
Février

Crue océanique
Classique
(idem 1981)



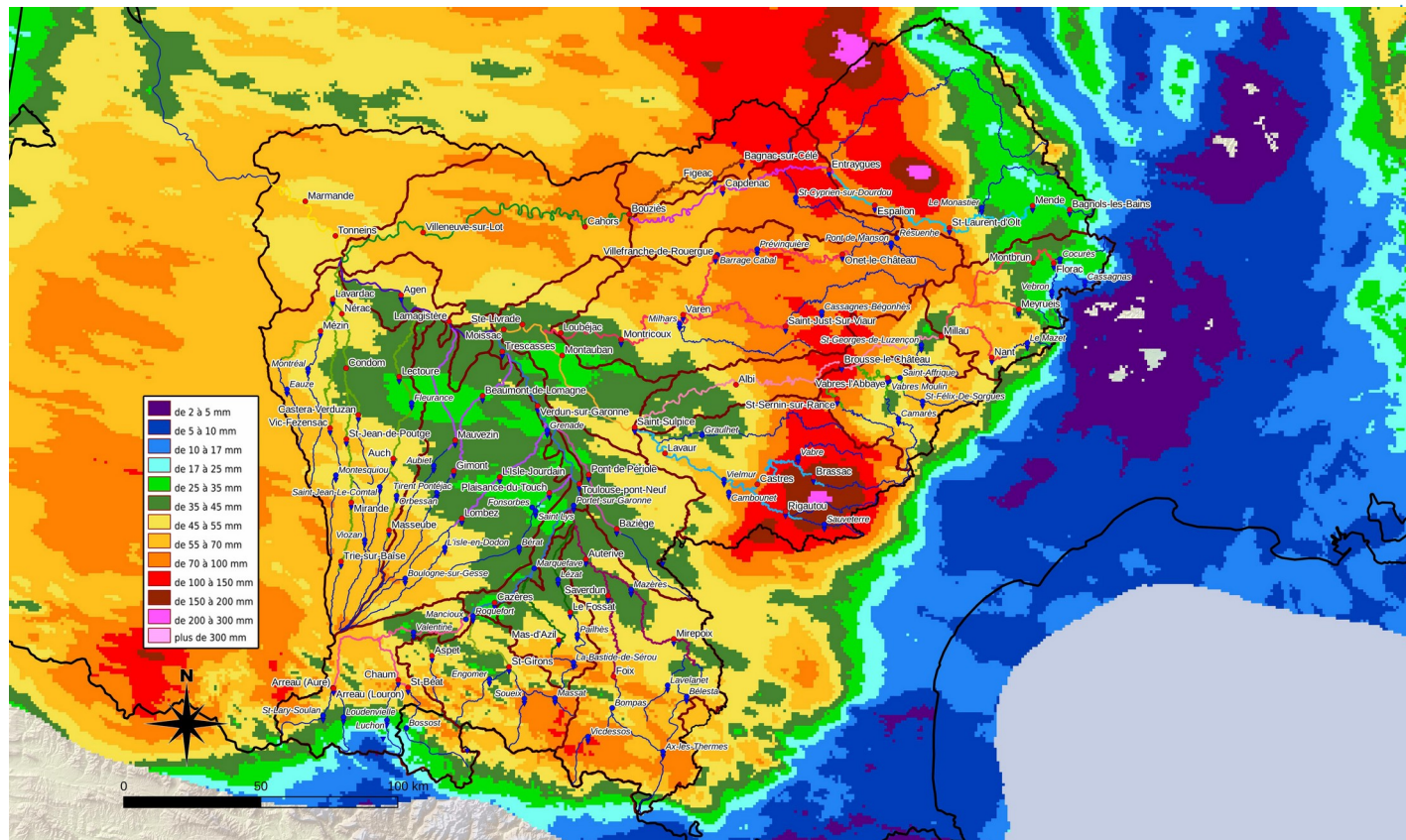
La Garonne à Marmande (50670 km²) BNBV



L'épisode météorologique

Zones de plus plus
forts cumuls :

- Agout
- Aveyron
- Aubrac
- Ouest Gascogne



Cumuls pluviométriques du 28/01/2021 00h00 au 03/02/2021 00h00 (données ANTILOPE METEO FRANCE)

Conséquences Terrain

- Ponts non accessibles : durant 36 heures, aucun accès aux ponts entre Agen et La Réole

⇒ Au niveau du département du Lot-et-Garonne :

- 60 Route Départementales coupées + 1 Route Nationale

- 48 désordres constatés sur les digues ou ouvrages hydrauliques (Val de Garonne agglomération)

- 8 villages totalement isolés

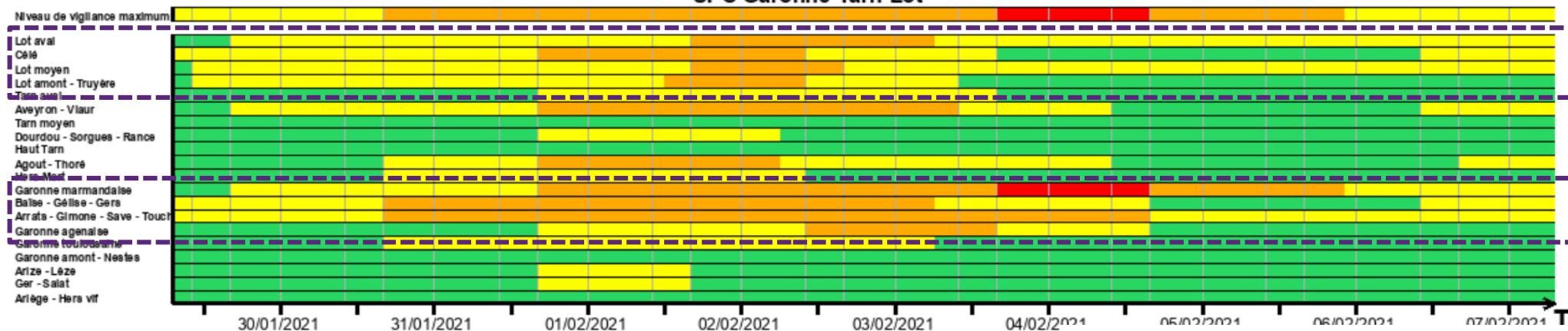
- 360 personnes évacuées par anticipation par les communes

- 195 mises en sécurité, 5 sauvetages



Les vigilances produites

Publications dans la période : 29/01/2021 - 06/02/2021
SPC Garonne-Tarn-Lot



4 tronçons en jaune

8 tronçons en orange

1 en rouge

7 jours de vigilance orange

A l'échelle du département 47, les 4 tronçons ont fait l'objet d'une vigilance au moins orange



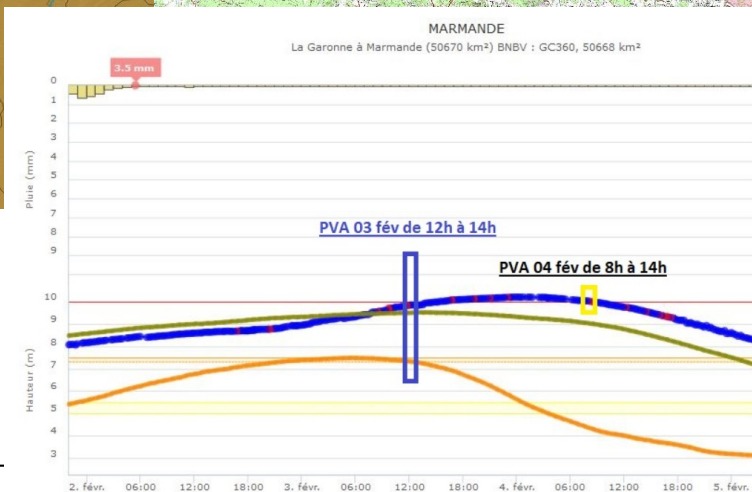
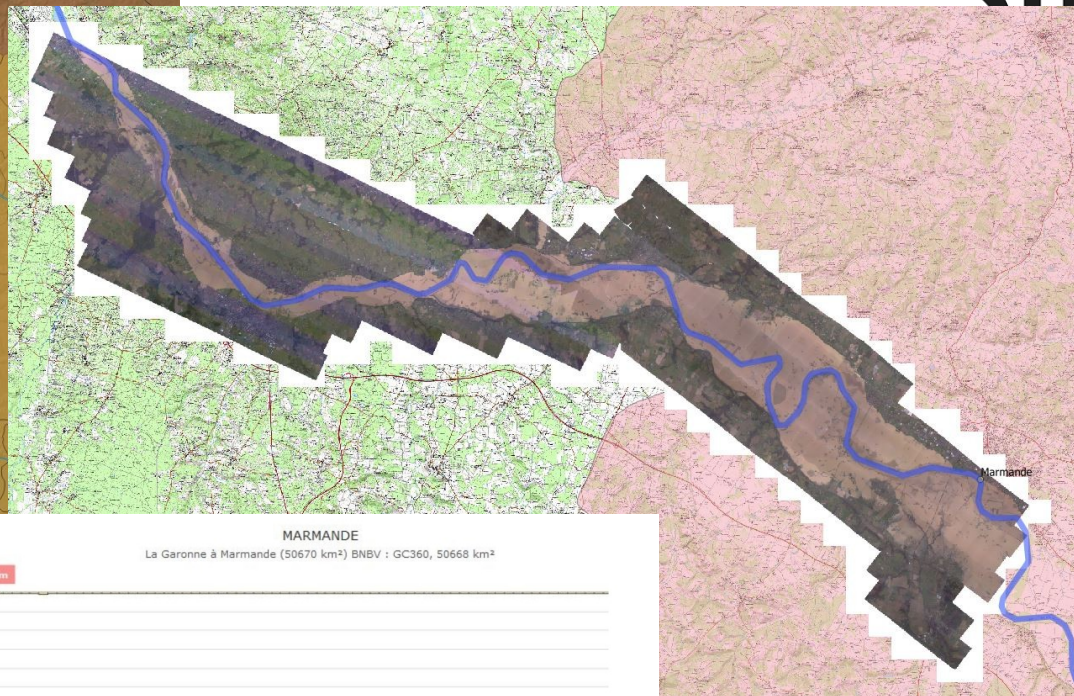
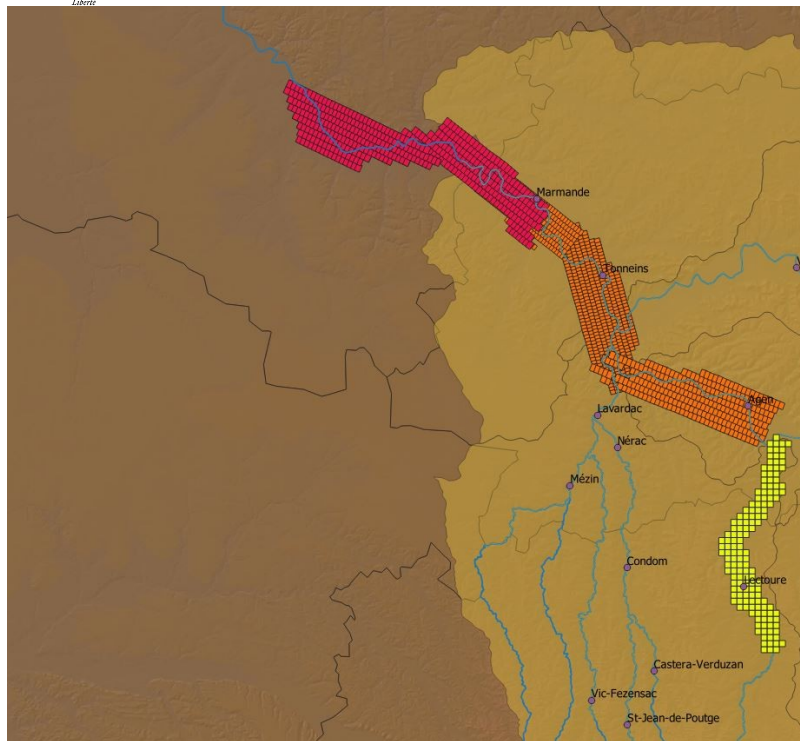
La capitalisation des données

Prises de vues aériennes

Relevés Post- crues

Jaugeages

Prises de vue aériennes



- Survol IGN les 3 et 4 février
- Convention IGN/DGPR
- Cadre SCHAPI-SPC

- photos orthorectifiées, géoréférencées
- haute résolution (20 cm)



Couthure-sur-Garonne



Digue submergée

Les relevés post-crues

2300 repères de crue levés sur 400 km de cours d'eau (crues de 12/2020 et 02/2021)



⇒ Marché à bon de commande, avec plusieurs prestataires mobilisables (suivant leur disponibilité).

⇒ Alimentent le site internet « Repères de crue »

<https://www.reperesdecruces.developpement-durable.gouv.fr/>

Les secteurs

Baïse/Auloue/Gers
Gélise/Osse/Guiroue

Garonne /Lot/Aveyron/Gimone

Les jaugeages en crue

- Jaugeages sur des hauteurs rares
- Villeneuve-sur-Lot jaugée à 1760 m³/s (à 5,67 m)
- Jaugeages historique à Marmande : 5800 m³/s à 9,90 m !



Jaugeage de Marmande à 9,90 m

Station	Débit jaugé (m ³ /s)	Période de retour
Bouzies	1820	~ 15 ans
Villeneuve-sur-Lot	1730	~ 10 ans
Agen	3910	~ 10 ans
Marmande	5820	~ 20 ans

⇒ Interactions
jaugeurs/prévisionnistes
en crue

Jaugeages rares réalisés sur cette crue en amont de la Garonne marmandaise

Première exploitation des données

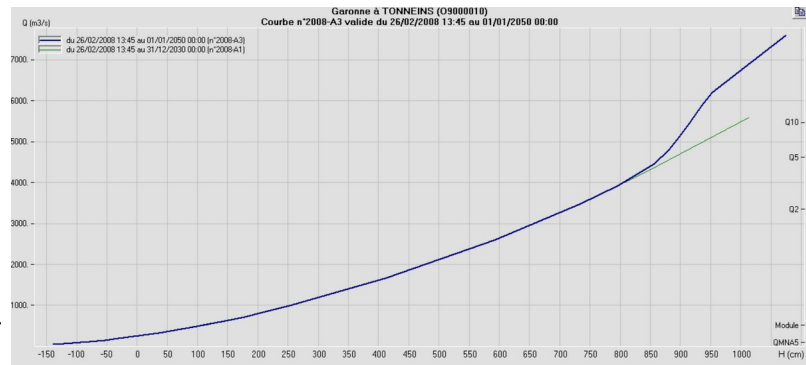
Courbe de tarage de Tonneins

Cartographie des zones inondées potentielles

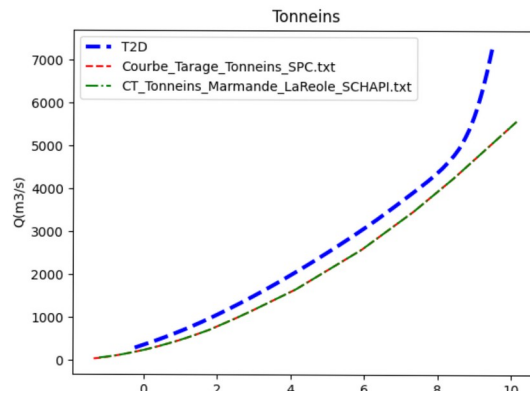
Seuils de vigilance

Courbe de tarage de Tonneins

- non jaugeable sur toute sa section...
- contrairement à la station de Marmande ;
- Retravail de la courbe de tarage en valorisant la connaissance des débits sur Marmande....
- sur la base d'hypothèse sur le fonctionnement hydraulique de la plaine marmandaise et de bilans en volume (Audouy , 2021)
- Remontée sensible des débits au-delà du Q5
- meilleure adéquation avec la courbe de tarage modélisée par un modèle TELEMAC 2 D (Delmotte, 2020)
- Meilleure représentation du sursaut Hydraulique sur Marmande

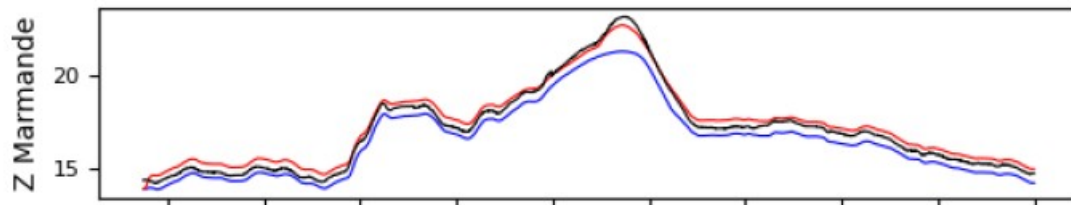


Ancienne (vert) et nouvelle courbe de tarage (bleu) à Tonneins



Courbe de tarage Modèle TELEMAC 2D (bleu pointillé) sur Tonneins (Delmotte, 2021)

- observé Marmande
- simulé Marmande ancienne courbe
- simulé Marmande courbe modèle TELEMAC 2 D



Cartographie des zones inondées potentielles

⇒ Traduisent les hauteurs d'eau aux stations Vigicrues

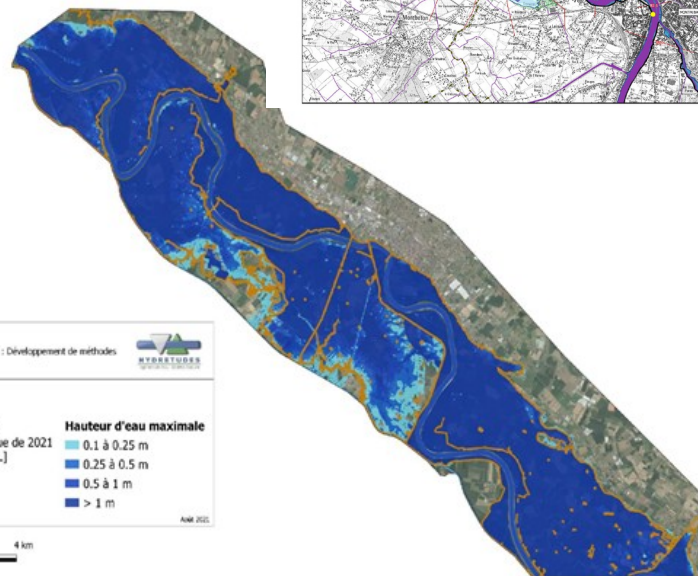
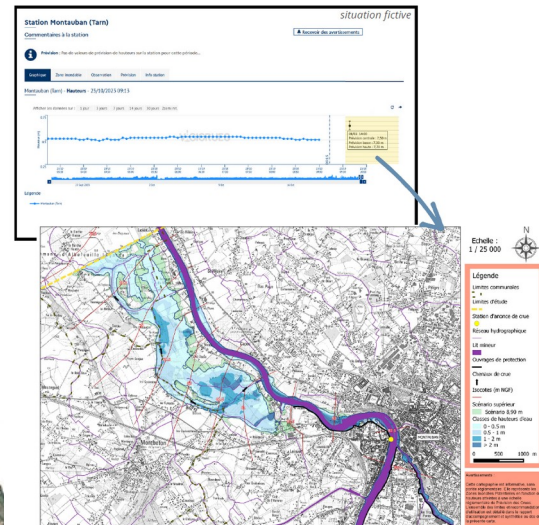
⇒ 9 scénarii considérés

Nom	Hauteur échelle Tonneins (m)	Hauteur échelle Marmande (m)	Débits associés à Tonneins (m ³ /s)	Débits associés à Marmande (m ³ /s)
Scénario 1	6.0	5.5	2 650	2 620
Scénario 2	6.9	6.5	3 210	3 210
Scénario 3	7.4	7	3 530	3 520
Scénario 4	8.4	8	4 310	4 160
Scénario 5	8.9	8.5	4 970	4 520
Scénario 6	9.3	9	5 780	4 920
Scénario 7	9.4	9.5	5 970	5 410
Scénario 8	9.6	10	6 280	5 940
Scénario 9	10.0	10.5	6 740	6 490

⇒ Valorisation des repères de crue levés en post-crues
et des prises de vue aériennes (casiers en eau ou pas)

⇒ Crue de 2021 : crue de validation (± 30 cm)

Echelle de référence	Hauteur mesurée (m)	Hauteur obtenue par modélisation (m)	Ecart (cm)
Tonneins	9.52	9.67	15
Marmande	10.22	9.91	30



Révision des seuils de vigilance

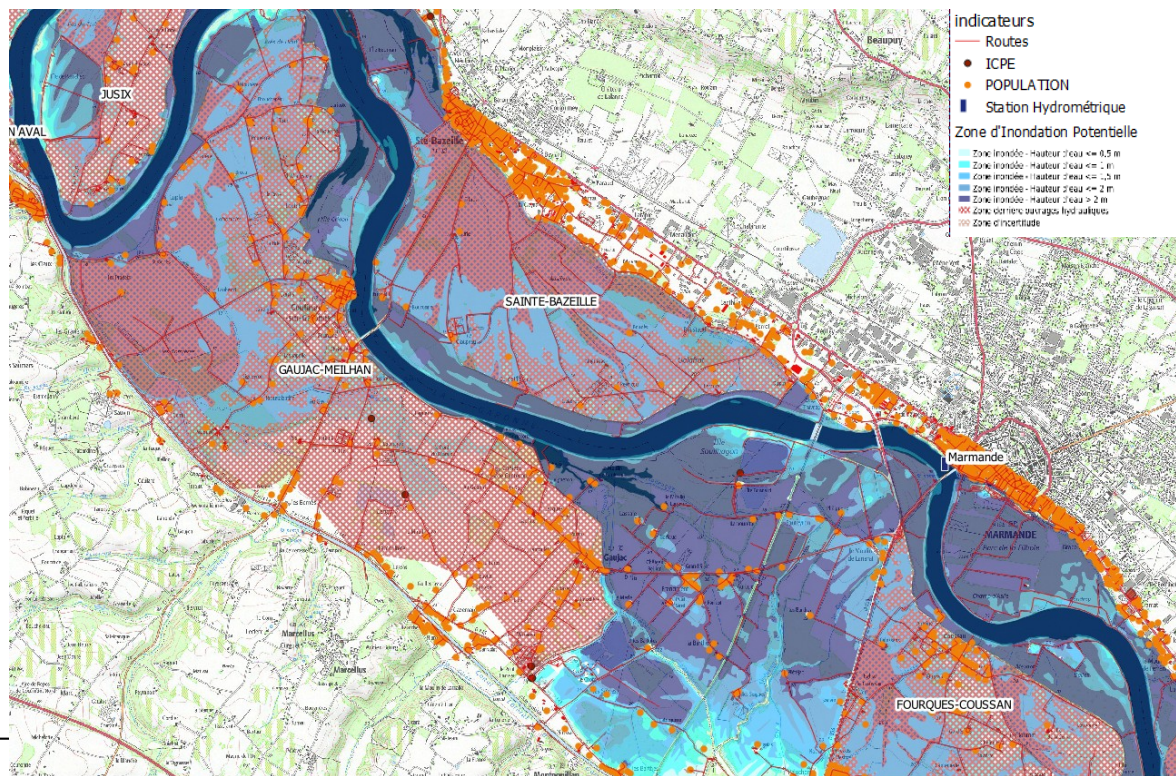
TRONÇON GARONNE MARMANDAISE		STATIONS DE REFERENCE DU TRONÇON Une station de référence est une station dont les informations servent au choix du niveau de vigilance crues			
Vigilance	Définition et conséquences attendues	STATION : TONNEINS / GARONNE		STATION : MARMANDE / GARONNE	
		Crues historiques	Hauteur	Crues historiques	Hauteur
ROUGE	Niveau 4 : ROUGE Risque de crue majeure. Menace directe et généralisée de la sécurité des personnes et des biens. <i>Crue rare et catastrophique, nombreuses vies humaines menacées, débordements généralisés, évacuations généralisées et concomitantes, paralysie à grande échelle du tissu urbain, agricole et industriel.</i>	4 mars 1930	10,72 m	23 Juin 1875 et février 1952	11,39 m
		23 juin 1875	10,56 m	4 mars 1930	11,15 m
				3 mars 1935	10,85 m
		1 février 1952	10,26 m	15 décembre 1981	10,56 m
		3 mars 1935	9,95 m	9 mai 1918	10,25 m
ORANGE	Niveau 3 : ORANGE débordements importants susceptibles d'avoir un impact significatif sur la vie collective et la sécurité des biens et des personnes. <i>Crue majeure et dommageable, vies humaines menacées, nombreuses évacuations, paralysie d'une partie de la vie sociale, agricole et économique</i>			4 février 2021	10,20 m
				26 avril 1940	10 m
		15 décembre 1981	9,79 m		
		3 février 2021	9,52 m	6 décembre 1937	9,97 m
		14 janvier 1955	9,32 m	16 décembre 2019	9,29 m
		15 décembre 2019	9,28 m	6 février 2003	9,13 m
		6 février 2003	9,14 m		
		25 janvier 2009	9,04 m	1 mai 1977	8,74 m
		25 décembre 1993	9,00 m	25 janvier 2009	8,72 m
		20 mai 1977	8,94 m	27 janvier 2014	8,5 m
JAUNE	Niveau 2 : JAUNE Risque de crue ou de montée rapide des eaux n'entraînant pas de dommages significatifs, mais nécessitant une vigilance particulière dans le cas d'activités saisonnières et/ou exposées. <i>Perturbation des activités liées au cours d'eau, premiers débordements localisés, coupures ponctuelles de routes secondaires, maisons isolées touchées, caves inondées, activité agricole perturbée.</i>	27 janvier 2014	8,85 m	23 janvier 2018	7,86 m
				2 juin 2013	7,75 m
		3 janvier 2018	8,24 m	24 décembre 2019	7,74 m
		1 juin 2013	8,08 m	12 juin 2000	7,59 m
		24 décembre 2019	7,99 m	22 décembre 1981	7,48 m
		12 juin 2000	7,92 m		
		14 février 2016	6,91 m	8 décembre 1992	6,83 m
		28 février 2015	6,81 m	1 avril 2008	6,79 m
		22 avril 2008	6,79 m	14 février 2016	6,57 m
		2 février 2019	6,77 m	2 février 2019	6,46 m
VERT	Niveau 1 : VERT Pas de vigilance particulière requise <i>Situation normale.</i>			22 avril 2008	6,36 m
				25 mars 1991	5,72 m
		30 janvier 2001	5,75 m		
		18 mars 2011	5,06 m	1 février 2007	4,63 m

⇒ Ajustement des seuils suivant la méthodologie nationale qui garantit la définition des niveaux de vigilance sur les mêmes critères pour les 2 tronçons de la Garonne aval (Garonne marmandaise (SPC GTL) et girondine (SPC GAD))

⇒ Analyse des débits caractéristiques + prise en compte des enjeux

<https://www.hydroportail.developpement-durable.gouv.fr/>

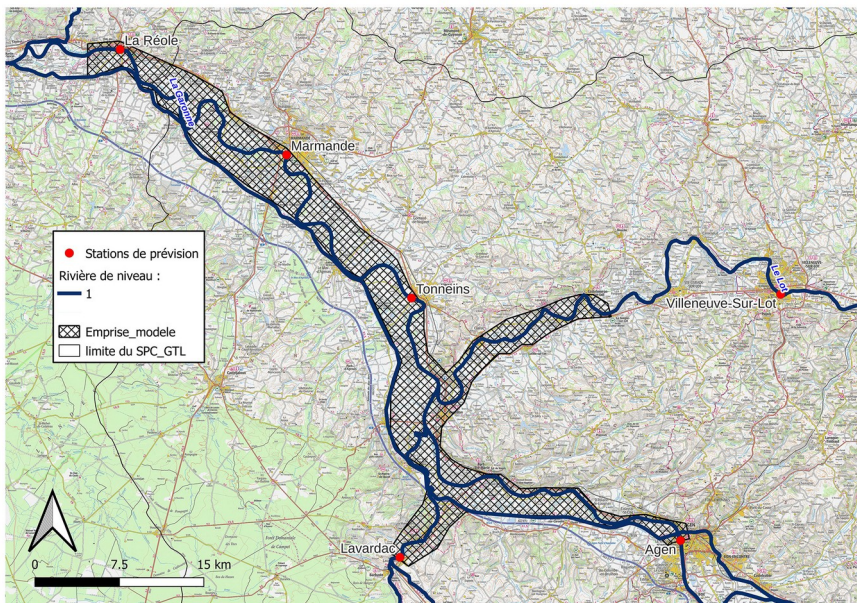
A. CADRE GENERAL POUR LE SPC											
Définition de l'aléa	1. Critère sur l'aléa										Période
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Période de retour fixant la couleur de vigilance (valeurs fixées au niveau national) très fréquent fréquent rare Q2 ou 1^{er} débordements Q20 Q100 6,56 mm 6,35 mm 11,4 mm </div> <div> Hauteur (m) 5,50 6,50 6,56 7,00 Débit (m³/s) 2 620 3 210 3 250 3 520 </div> </div>										Période
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>ZIP</div> <div>ZIP</div> <div>Q2</div> <div>ZIP</div> </div>										Période
	2. Critère sur les enjeux										Période
	Critères d'enjeux et seuils déclenchent les couleurs de vigilance										Période
catégorie	enjeux impactés	Compté par	Nombre d'enjeux touchés fixant le seuil haut de la ZI (seuils harmonisés au niveau du SPC)				Hauteur	5,50	6,50	7,00	7,80
population	habitants résidents	habitants % ratio *	1	100	1000	10000	0	3	3	3	-
	TOTAL	100	\	\	\	\	0	3	3	3	-
bâtiments accueillant du public (EP)	hôpital	Site	1	1	à préciser (ap)	-	0	0	0	0	-
	écoles	Site	1	1	ap	-	0	0	0	0	-
	sites	Site	1	1	ap	-	0	0	0	0	-
	bâtiments stratégiques **	Site	1	1	ap	-	0	0	0	0	-
infrastructures	TOTAL	1	\	\	\	\	0	0	0	0	-
	routes secondaires	Route coupée	1	ap	-	-	0	2	4	-	-
	axes structurants	Route coupée	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
	voies ferrées	Site et voie coupée	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
activités - pro	TOTAL	1	\	\	\	\	0	200	400	-	-
	ZI / ZAC	zac, immeuble de bureaux	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
	ICPE	Site	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
	centrales hydro-électriques	Site	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
réseaux	zones agricoles	ha	1	1	ap	-	0	3	39	-	-
	TOTAL	1	\	\	\	\	0	3	39	-	-
	eau-canalage	Site et réseau perturbé	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
	STEU	Site	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
activités - loisirs	électricité - transformateur	Réseau perturbé	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
	TOTAL	1	\	\	\	\	0	0	0	-	-
	bases nautiques et sportives	Site	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
	campings	Camping	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
ouvrages hydrauliques	parkings / aires camping-car	Aire	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
	quais	quai touché	1	1	ap	-	0	0	0	-	-
	TOTAL	1	\	\	\	\	0	0	0	-	-
	système d'endiguement classé	population en zone protégée, à partir du NP / PH	niveau de protection np ***	NP < niveau de sécurité < ND	niveau de danger nd ***	-	0	0	0	39	-
Commentaires :	* nombre d'habitants touchés par rapport au nb d'habitants total en zone inondable	** casernes de pompier, musées, lieux préfectures, centres de secours, prisons, ...					39				
					Population totale	Population déjà inondée	dernière l'ouvrage				
					Population restante avec un risque d'inondation	\	\	\	\	\	\
<p>*** Le Gersoparc définit 2 niveaux réglementaires : le Niveau de Protection (au-delà de la zone protégée ZP est potentiellement impactée + probabilité du risque de rupture inférieure à 5%) et le Niveau de Danger (probabilité du risque de rupture de 50%). Le Niveau de Sécurité (premières venues d'eau dangereuses) est noté en orange et doit donc à définir avec le performant. [Les seuils sont calculés sur ces niveaux mais peuvent être ajustés selon la population et les établissements sensibles en zone protégée à évaluer.</p>											
3. Modulation selon la dangerosité de l'aléa											



Travail en cours et perspectives

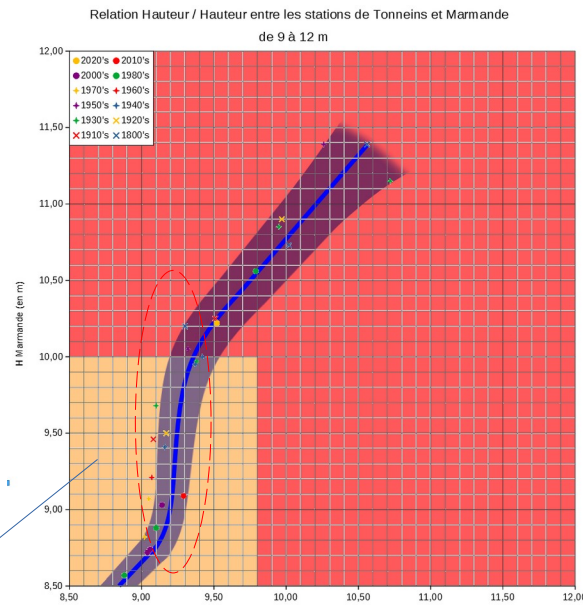
⇒ Mise en place d'un modèle hydraulique 2 D, afin de :

- confirmer la courbe de tarage sur Tonneins ;
- anticiper le déclenchement du sursaut hydraulique sur Marmande, La Réole et Tonneins ;



- Conditions limites amont en amont des zones de débordement importantes

- Condition limite aval sur Langon (33)



Zone de non-linéarité importante ($9,00 < H(\text{Tonneins}) < 9,40 \text{ m}$)

[illegible]

Personne associées

Aurélie Escudier, SPC GTL

Jean-Nicolas Audouy, SCHAPI

Ludovic Routhe, SPC GTL

Benoit Combedouzon, SCHAPI

Yan Lacaze, SPC GAD

Etienne Le Pape, SCHAPI

Sophie Ricci, CERFACS

