



Quel impact aurait eu l'événement hydroclimatique exceptionnel du 19 septembre 2020 qui a touché le Gard, s'il avait été centré sur le bassin versant à l'amont du barrage de Sainte Cécile d'Andorge ?

Symposium CFBR du 27 janvier 2022

Auteur : Patrick ARNAUD (INRAE)

Avec la contribution de : Paul ROYET (INRAE), Guillaume VEYLON (INRAE), Laurent PEYRAS (INRAE)

En remerciant : Marielle PEROT (DREAL Occitanie) et Francis FOUSSARD (CD du Gard)

➤ Contexte

METEO : Le Gard passe en vigilance rouge pluie-inondation et crue, l'Hérault et la Lozère toujours en orange

Publié le 19/09/2020 à 11h21 - Mis à jour le 19/09/2020 à 22h24

Écrit par Camille Nowak

3 occitanie



Les précipitations sont actuellement très importantes à Valleraugue dans le Gard - 19.09.20 ● © MétéoLanguedoc - David Trial



■ INONDATIONS

Publié le 21 septembre 2020

[INONDATIONS] Le Gard à nouveau meurtri

Deux disparus, des maisons et des activités inondées, des dizaines de kilomètres de routes détruites, des ponts très endommagés, des tonnes de boues... le bilan de l'épisode cévenol de samedi 19 septembre 2020 est particulièrement dramatique.



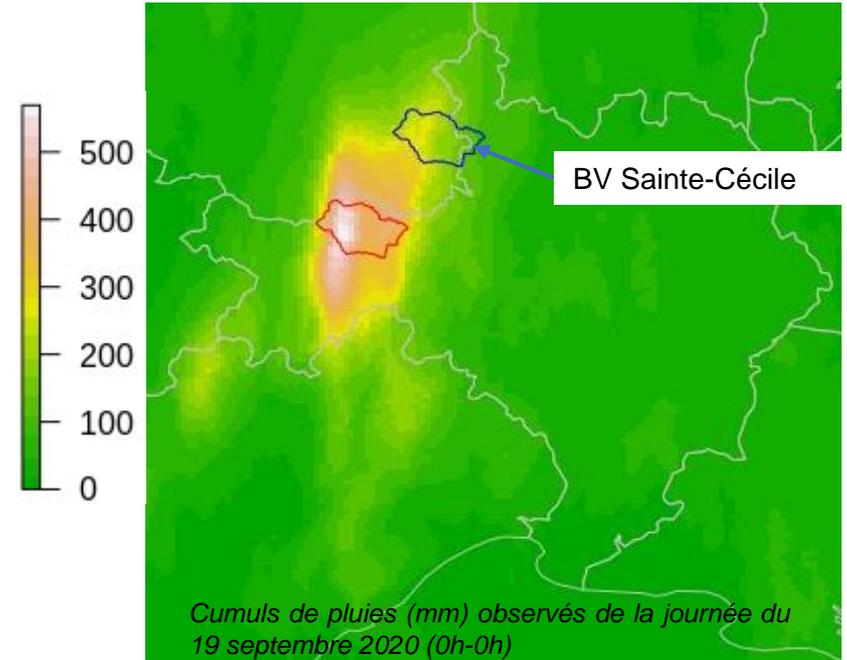
> Contexte

Événement du 19/09/2020 sur le Gard

- Très fortes intensités
- Localement plus de 500 mm en 24 heures (durée de l'événement)
- Epicentre localisé à proximité du bassin à l'amont du Barrage de Sainte Cécile
- La crue enregistrée au barrage :
 - $Q_e \text{ max} = 210 \text{ m}^3/\text{s}$ écrété à $104,3 \text{ m}^3/\text{s}$
 - Cote maxi 244,75m (seuil tulipe = 261,2m)

Demande de la DREAL Occitanie

- Quelle est l'occurrence de cet événement ?
- Quelles auraient été ses conséquences s'il avait été centré sur le bassin à l'amont du barrage de Sainte Cécile ?
 - ✓ Quel hydrogramme de crue entrant ?
 - ✓ Quel impact sur la sécurité de l'ouvrage ?



267 mNGF
261 mNGF

242 mNGF

Barrage Écrêteur de Sainte-Cécile-d'Andorge

> Les données disponibles

Pluviométrie de l'événement

- Données « Antilope » de Météo-France
- Pas de temps de 15 min, agrégé à l'heure
- Données entre le 19/09/2020 à 0 h et le 20/09/2020 à 8 h

Caractéristiques du bassin versant

- Données issues de l'étude hydrologique antérieure (HYDRIS – 2012)
- Contour du bassin à l'amont du barrage de Saint Cécile (115 km²)
- Paramétrisation de la méthode SHYPRE utilisée (présentée par la suite) :
 - ✓ Paramètres du générateur de pluies horaires
 - ✓ Paramètres du modèle hydrologique GR3H

On s'appuie sur les estimations réalisées par l'étude hydrologique de 2012 pour « qualifier » l'événement du 19/09/2020 et le soumettre à l'amont du barrage.

➤ La méthode SHYPRE

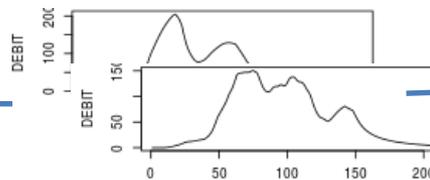
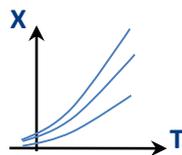
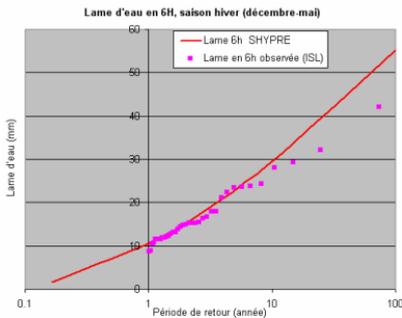
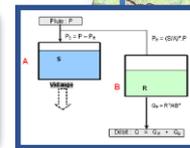
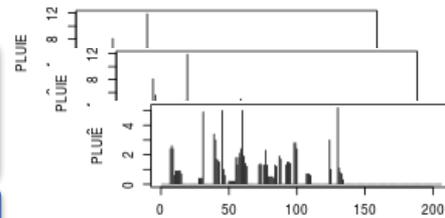
Simulation d'**HY**drogrammes pour la
PREdétermination des crues

SHYPRE

simulateur de
pluie horaire
ponctuel

Abattement
de la pluie

GR3H : calage
local – 3
paramètres

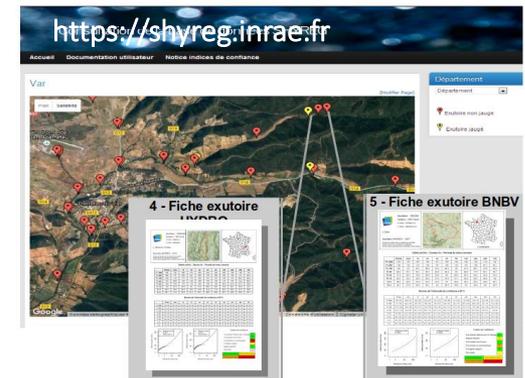
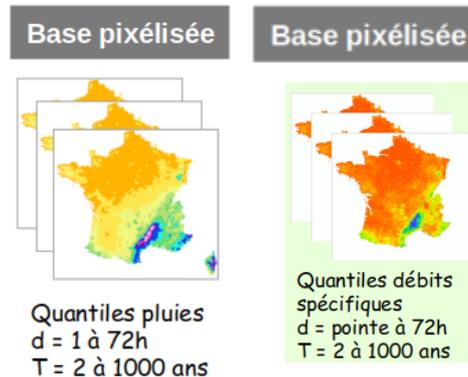
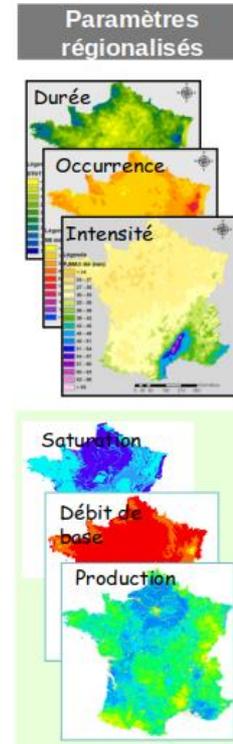
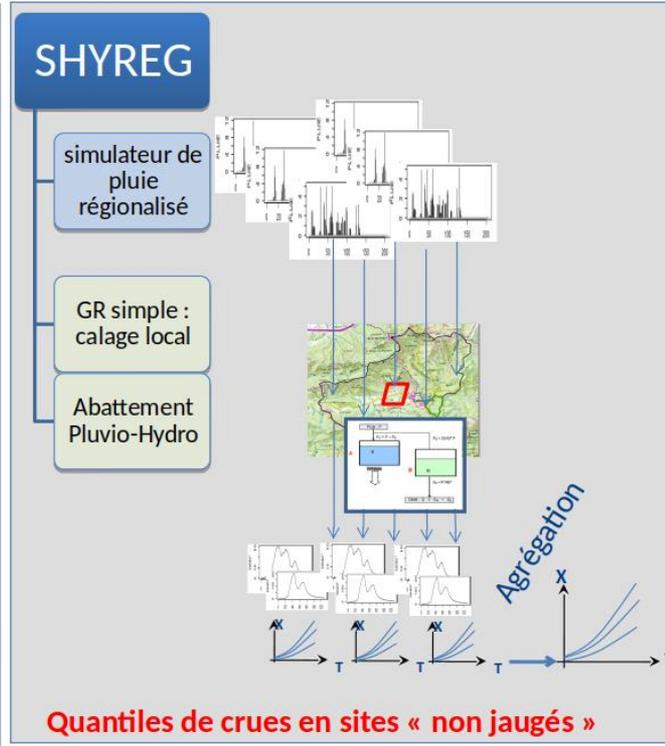
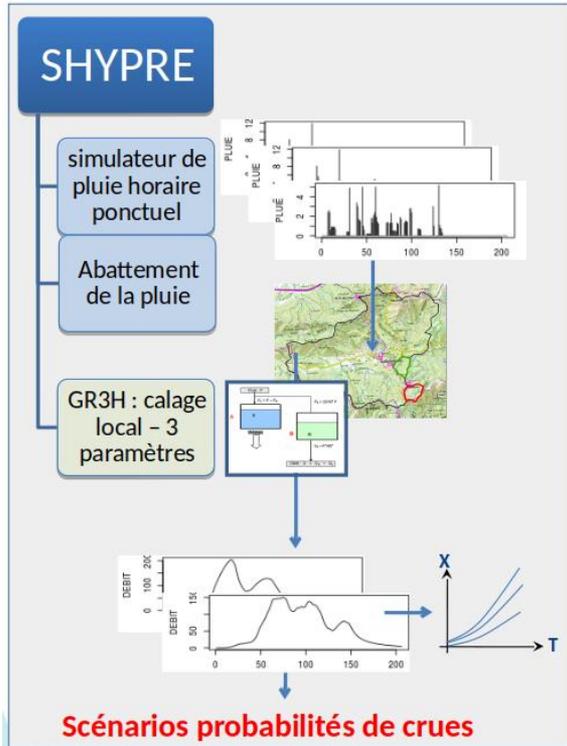


Hydraulique : « Cote de projet »

Distributions des pluies et débits
de différentes durées



➤ SHYPRE vs SHYREG



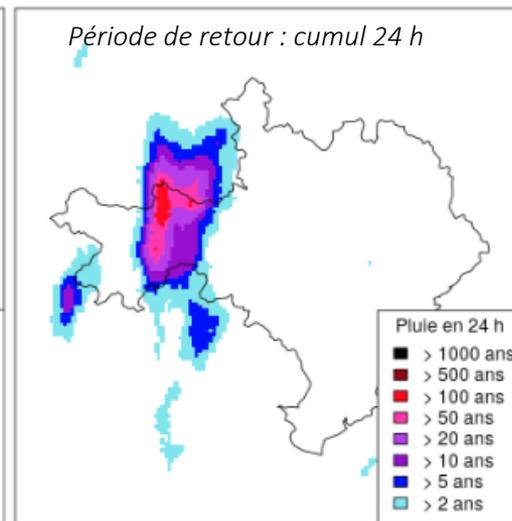
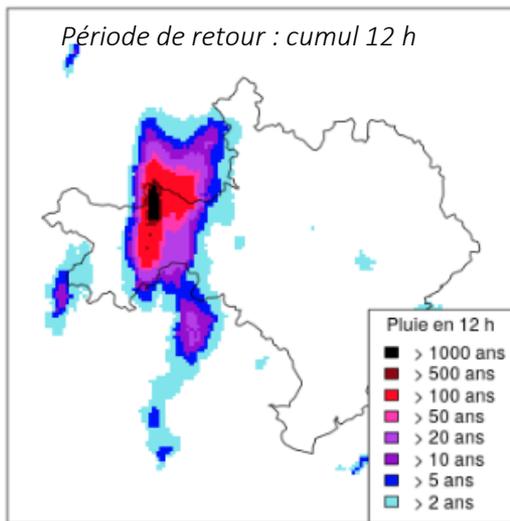
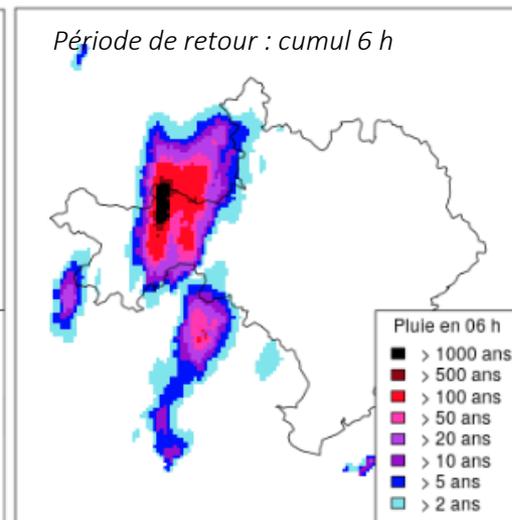
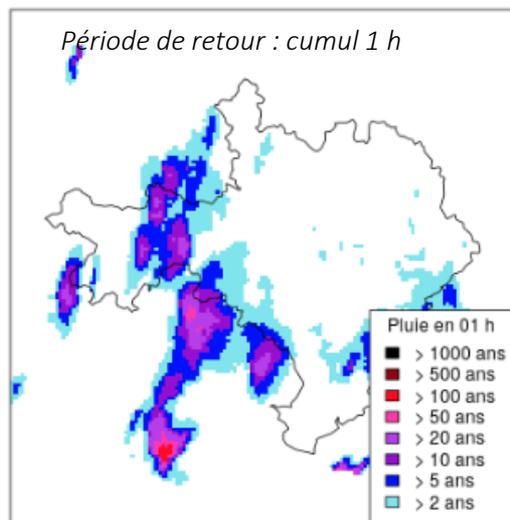
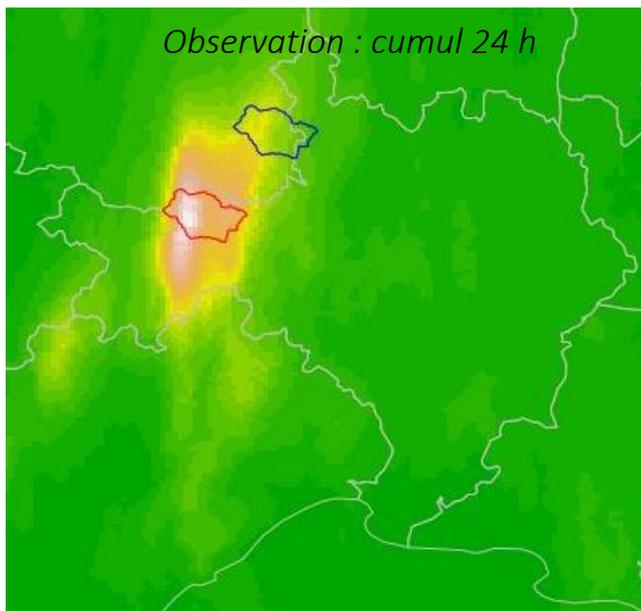
INRAE

Symposium CFBR du 27 janvier 2022

➤ Qualification de l'événement

Comparaison aux quantiles de référence de la base nationale SHYREG-pluie (carte asynchrone)

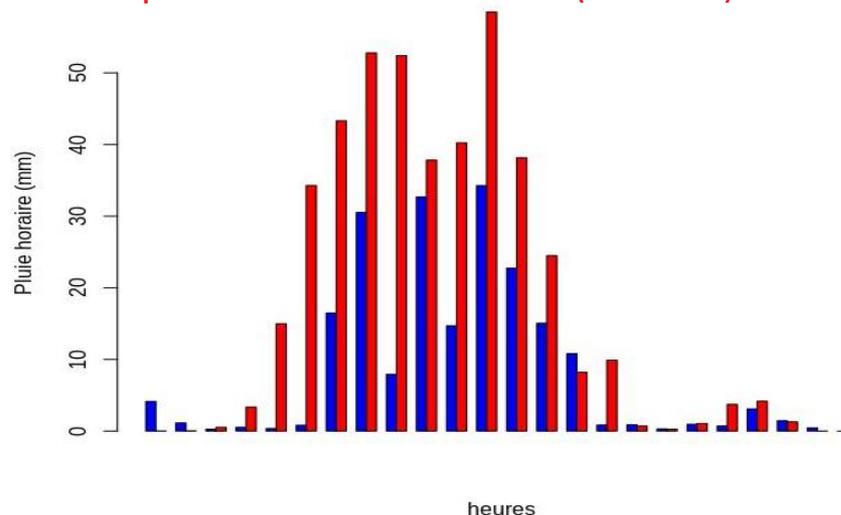
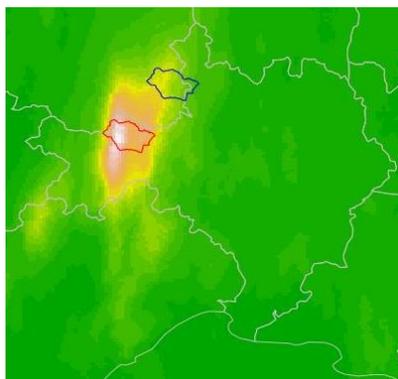
T > 1000 ans en 6 heures



➤ Qualification de l'événement

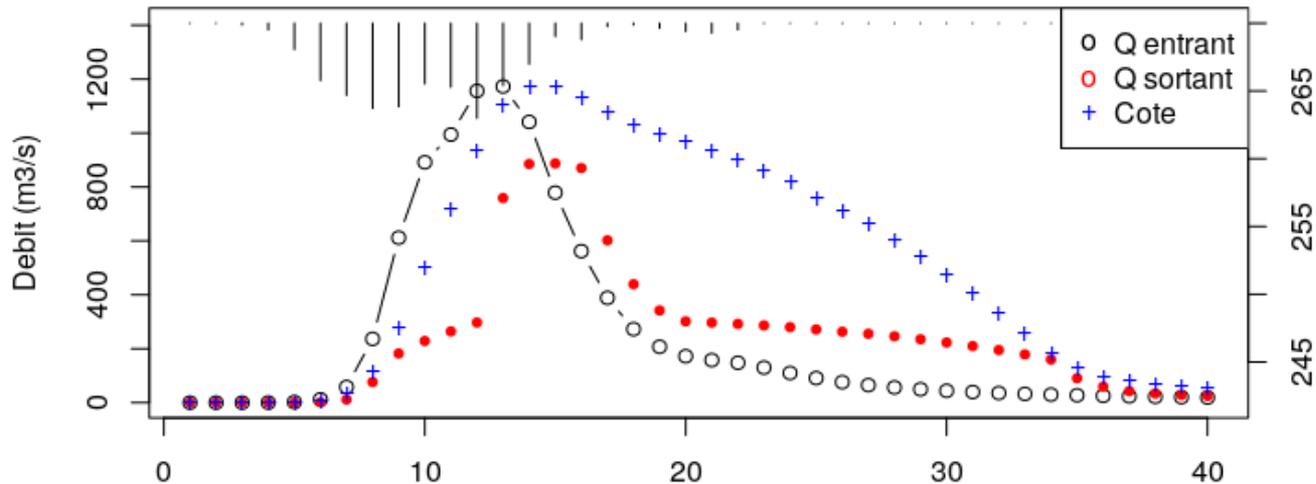
Calcul des pluies de bassin :

- Pluie sur le bassin à l'amont du Barrage
- Pluie sur le même bassin, centré sur l'épicentre de l'événement (à 23 km)



Bassin	Pluie maximale en 1 heure	T (ans)	Pluie maximale en 3 heures	T (ans)	Pluie maximale en 6 heures	T (ans)	Pluie maximale en 24 heures	T (ans)
Bassin 1 (Sainte Cécile)	34 mm	<2 ans	81 mm	5 ans	142 mm	15 ans	201 mm	5 ans
Bassin 2 (Épicentre)	58 mm	10 ans	148 mm	120 ans	285 mm	1000 ans	430 mm	150 ans

➤ Modélisation hydrologique



Durée	Pointe	Débit en 3 heures	Débit en 6 heures	Débit en 24 heures
Débit (m ³ /s)	1200	1120	1000	400
Volume (Mm ³)	/	12,1	21,6	34,6
Période de retour (an)	350	900	1000	250

$$Z_0 = 242 \text{ m} \quad \square \quad Z_{\max} = 265,4 \text{ m} \quad \square \quad T \approx 700 \text{ ans} \quad \square \quad Q_{\text{sortant}} = 890 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$(Z_0 = 255 \text{ m} \quad \square \quad Z_{\max} = 265,5 \text{ m})$$

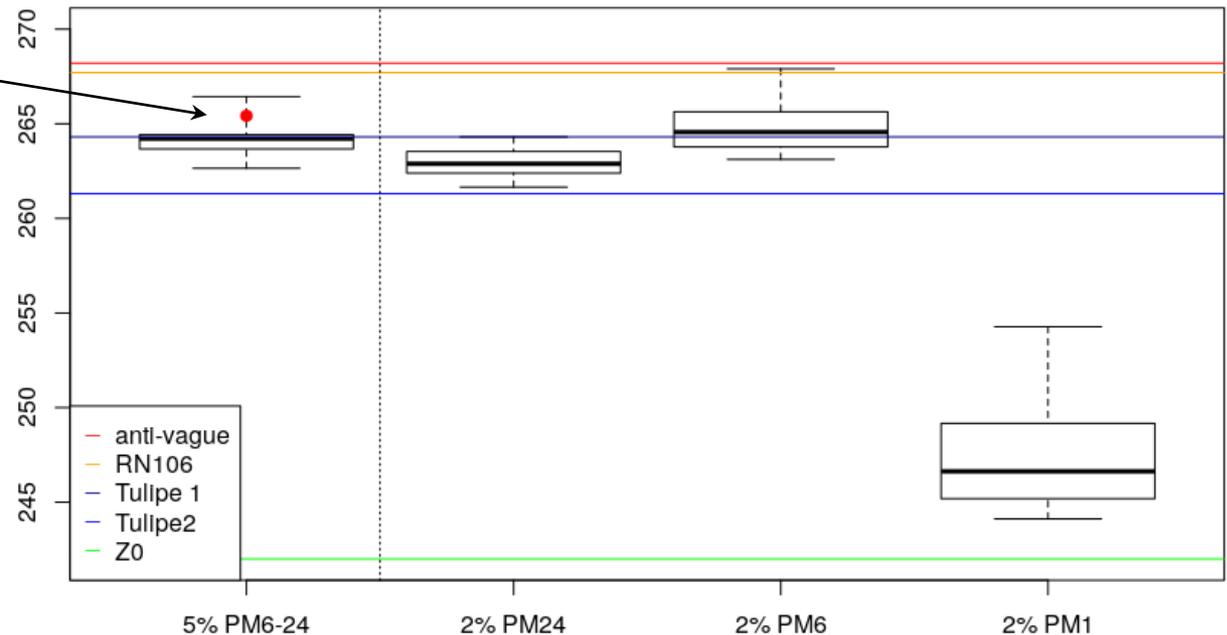
➤ Impact de la forme des pluies

➤ (complément d'expertise)

Sélection d'événements pluvieux simulés « proches » de l'événement du 19/09/2020 :

- Pluie en 6 heures (285 mm) et pluie en 24 h (430 mm) +/- 5 %
- Pluie en 24 heures (430) +/- 2 %
- Pluies en 6 heures (285 mm) +/- 2%
- Pluies en 1 heure (58 mm) +/- 2 %

Événement modélisé avec
la pluie du 19/09/2020
« centrée sur le bassin »



La forme de la pluie et donc de la crue a un impact sur la cote maximale

➤ Simulation de l'activation du PPI

Matrice de déclenchement du PPI (croisement de la cote du plan d'eau et du cumul de précipitation sur 3h)

		Cumul pluvieux (mm) sur 3h observé sur le BV à l'instant t									
		102	141	156	198	215	232				
Cote (m NGF) observée au barrage à l'instant t	264	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
		PS	PS	PS	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
	261.2	VR	PS	PS	PI	PI	PI	PI	PI	PI	PI
	257	VR	VR	VR	PS	PI	PI	PI	PI	PI	PI
	252		VR	VR	PS	PS	PI	PI	PI	PI	PI
	247			VR	VR	PS	PS	PS	PS	PI	PI
					VR	VR	PS	PS	PS	PS	PI
	242										

Cumul pluvieux observé sur le bassin versant estimé avec, par ordre de priorité : Météo France (système Panther), Service de Prévision des Crues Grand Delta (Web Calamar), mesure au pluviographe du barrage de Ste Cécile

- Déclenchement du stade préoccupations sérieuses (PS) à l'atteinte de la cote 257
- Déclenchement du stade péril imminent (PI) à l'atteinte de la cote 264
- Durée entre les deux phases : 1h45

> Conclusion

L'événement du 19/09/2020 est un événement remarquable avec un cumul de pluies en 6 heures millénaire.

Si cet événement avait été centré sur le bassin versant à l'amont du barrage de Cécile, il aurait produit une crue dont le volume en 6 h aurait été millénaire (21,6 Mm³ en 6 heures).

La cote maximale alors atteinte au niveau du barrage, aurait été de 265,4 m évaluée à une période de retour de 700 ans.

Cette cote est peu dépendante de la cote initiale, et laisse environ 2 m avant la surverse sur la RN106.

On peut retenir l'intérêt des approches par simulation qui permettent de ne pas attribuer la même période de retour à la pluie, à la crue et à la cote maximale. Celle-ci dépendra surtout de la forme de la pluie et par conséquent de la crue qu'elle engendre.



➤ Merci pour votre attention !

Quelques références

- Incertitudes :
 - Arnaud P. et al (2017) J. of H. - <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.09.011>
- SHYREG débit :
 - Odry J. (2017) Geoscience - <http://dx.doi.org/10.3390/geosciences7030088>
 - Arnaud et al (2016) HSJ - <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2014.965174>
 - Aubert et al (2014) HSJ - <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2014.902061>
- SHYREG pluie :
 - Cantet P. et al (2014) SERRA - <http://dx.doi.org/10.1007/s00477-014-0852-0>
 - Neppel et al (2014) HB - <http://dx.doi.org/10.1051/lhb/2014011>
- SHYPRE (crue de projet) :
 - Carvajal C., Peyras L., Arnaud P., Boissier D, Royet P (2009). Probabilistic Modelling of Flood Water Level for Dam Reservoirs, ASCE - Journal of Hydrologic Engineering, March 2009, Vol. 14, Issue 3, pp. 223-232
 - Arnaud P. Aubert Y. (2014) In Fiabilité des matériaux et des structures, ISTE Edition, London GBR, p 171-183.
 - Paquet et al (2014) HB - <http://dx.doi.org/10.1051/lhb/2014052>

