

# Analyse de sensibilité des paramètres de rupture des digues : Application au cas de la Garonne

La modélisation des digues et de leurs ruptures repose sur un certain nombre de paramètres incertains, liés à la géométrie des brèches et aux mécanismes de ruptures implémentés dans les modèles numériques. Les propagations d'incertitudes et analyses de sensibilité permettent de quantifier l'impact des paramètres de rupture sur les débordements générés et de déterminer la contribution des différentes sources d'incertitudes.

## Etape A : Spécification du problème

### Variables d'entrée

- Variables fixées : Paramètres concernant l'hydraulique du cours d'eau
- Variables incertaines : Paramètres de ruptures des digues, considérés indépendants les uns des autres

### Modélisation du tronçon et des ruptures de digues

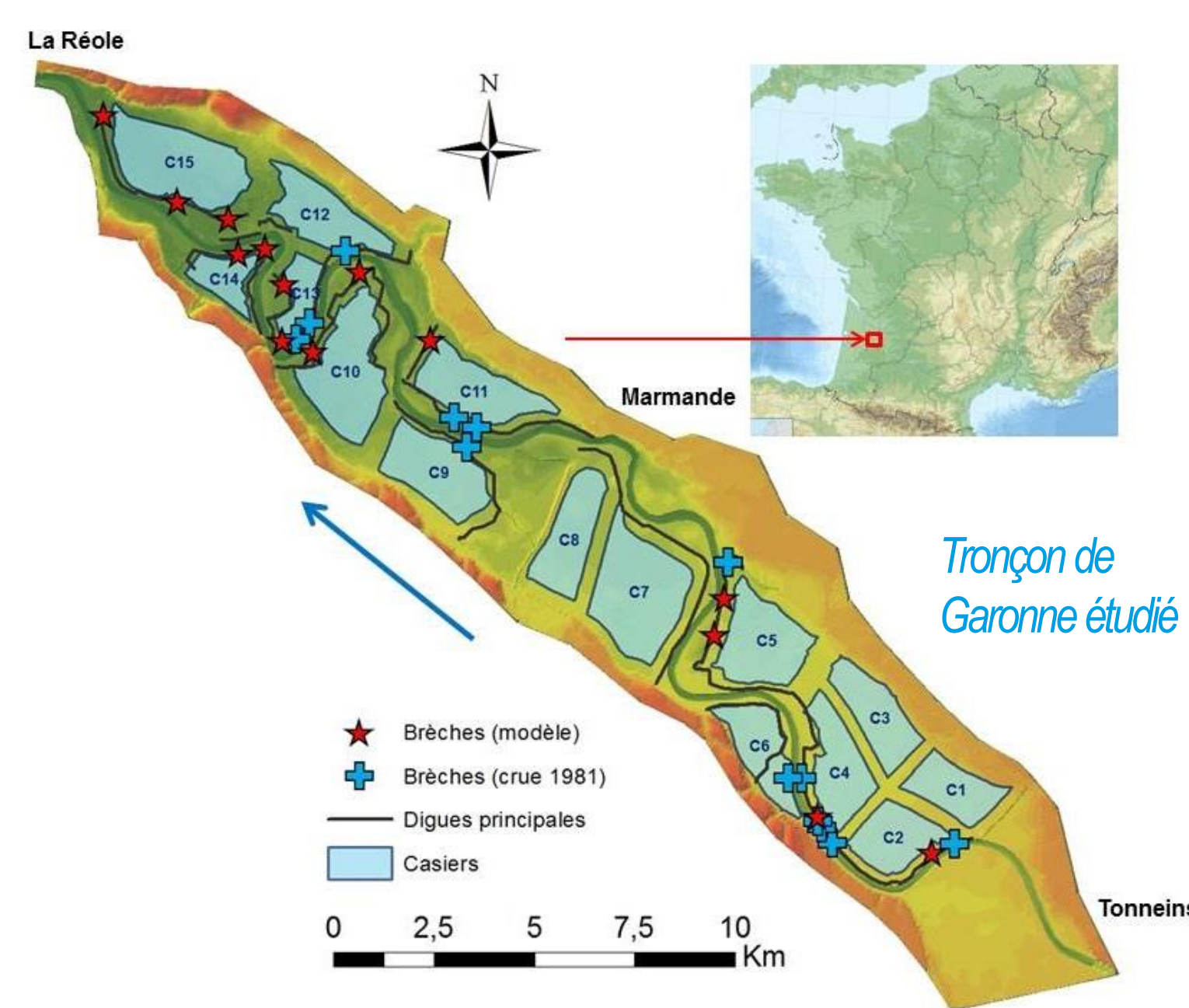
- Modèle 1D à casiers (HEC-RAS) entre Tonneins et La Réole (50 km)
- 83 profils en travers et 15 casiers avec des courbes hauteur/volume
- Profil type avec, de part et d'autre du lit mineur, un lit majeur intra-digues, des digues longitudinales et des casiers pour le stockage des crues
- Conditions limites : Hydrogramme de la crue de 1981 à l'amont et courbe de tarage à l'aval
- Formation des brèches par surverse lorsque le critère SWS est atteint

### Variables d'intérêt

- Hauteurs d'eau dans 15 les casiers

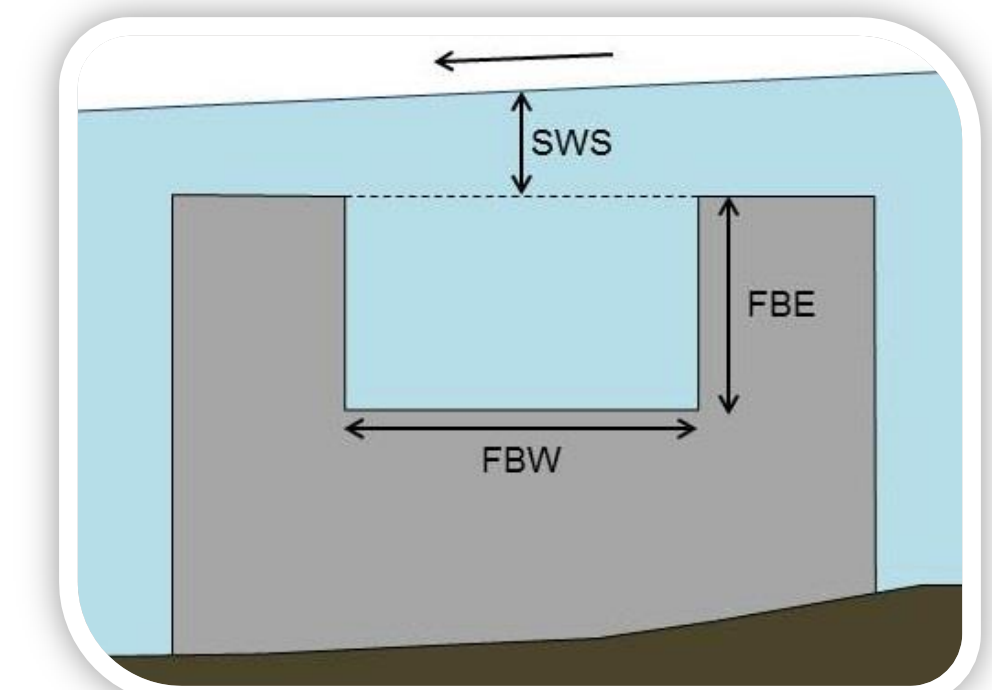
### Quantité d'intérêt

- Moyennes, boxplots, indices de Sobol, etc



## Etape B : Quantification des sources d'incertitudes

- Lois uniformes pour les 5 paramètres
- Paramètres identiques pour toutes les brèches



Paramètres des brèches

Paramètres	Unités	Abréviations	Bornes
Surverse critique	m	SWS	[0;1,5]
Largeur	m	FBW	[0;300]
Profondeur	%	FBE	[-50;0]
Coefficient de débit	-	WC	[1;1,8]
Temps de formation	h	FT	[0;24]

## Etape C : Propagation d'incertitudes

### Méthodologie

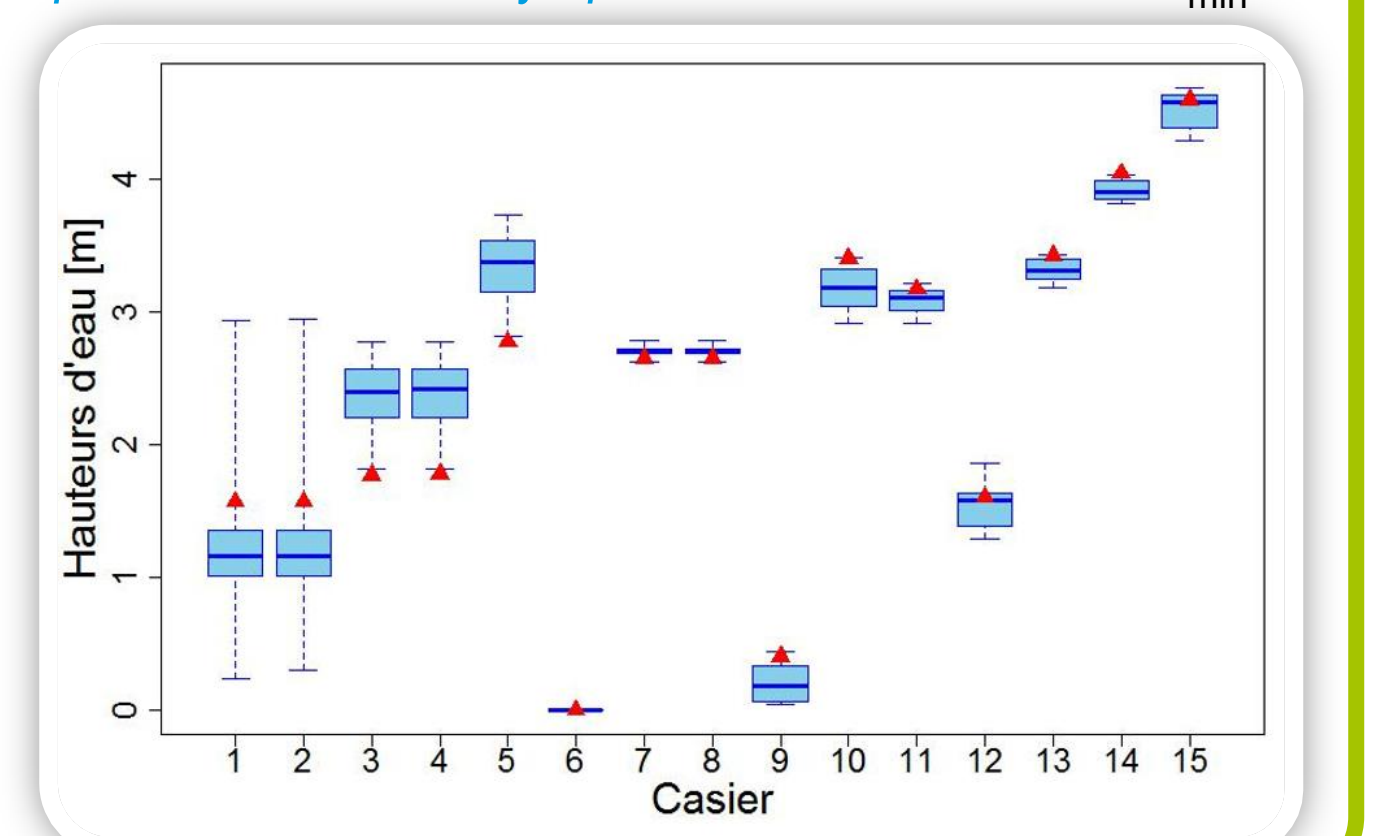
- 400 calculs à partir d'un tirage aléatoire des paramètres (lois uniformes définies précédemment) de type Monte-Carlo
- Sorties retenues : Hauteurs d'eau maximales dans les 15 casiers → Calcul des moyennes, variances, distributions, etc.

### Résultats

- Crue de 1981 largement débordante (casiers en partie remplis même sans brèche) avec formation de 14 brèches au maximum dont la localisation est proche des brèches historiques (cf. carte du tronçon de Garonne étudié)
- Variabilité des hauteurs d'eau dans les casiers en amont plus marquée que pour ceux en aval → les brèches ont plus d'influence sur la zone amont
- Augmentation du niveau des casiers amont (sauf pour les casiers 1 et 2) lors de la formation de brèches. Effet inverse en aval



Boxplot des hauteurs d'eau maximales dans les casiers. Les triangles rouges représentent le cas où il n'y a pas de brèches.



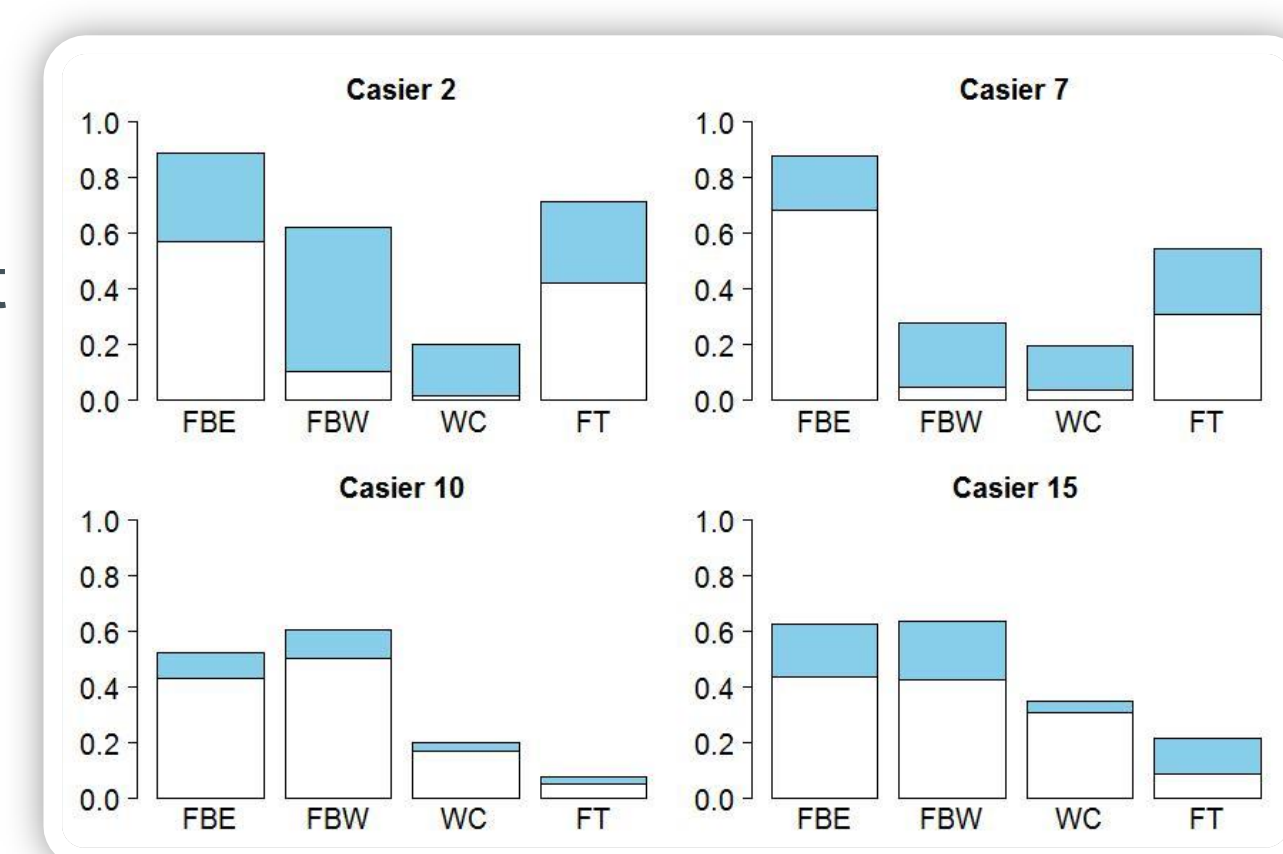
## Etape D : Analyse de sensibilité

### Méthodologie

- 400 calculs avec un tirage des paramètres selon la méthode FAST (Fourier Analysis Sensitivity Test). Ici, SWS est fixé à 10 cm.
- Méthode FAST qui permet de hiérarchiser les paramètres d'entrée par rapport à leur impact sur les sorties et de déterminer ceux contribuant le plus à la variabilité des sorties d'intérêt. Pour cela, calcul des indices de Sobol suivants :
  - Indice de 1<sup>er</sup> ordre : Effet du paramètre seul sur les sorties voulues
  - Indice total : Effet du paramètre seul et des interactions avec d'autres paramètres

### Résultats

- Paramètres les plus influents : FBE et FBW (liés à la géométrie de la brèche)
- FT n'a quasiment aucune influence sur l'aval alors qu'il en avait en amont
- Différence marquée entre l'influence des paramètres des casiers amont et ceux de l'aval : Réaction identique pour les casiers amont (1 à 8) et différente de ceux en aval (9 à 15)



Indices de Sobol pour deux casiers amont (2 et 7) et deux casiers aval (10 et 15)

## PERSPECTIVES

- Les brèches modélisées ont toutes les mêmes paramètres, ce qui n'est pas le cas dans la réalité. Ce point devrait être amélioré dans les futurs modèles.
- La comparaison avec un modèle 2D, plus précis, est en cours.
- Un travail similaire sur la Loire est également en cours, avec un focus sur la dépendance entre les paramètres des brèches.