

# Élaboration d'une méthode d'évaluation des temps caractéristiques des petits bassins versants

BELLEUDY Anne<sup>1</sup>, FROMENTAL Anne-Marie<sup>1</sup>, GIBERT Lucas<sup>1</sup>, FOUCHIER Catherine<sup>2</sup>, GAUTHERON Alain<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DGPR/SRNH SCHAPI, 42 avenue Gaspard Coriolis 31057 Toulouse cedex, France, e-mail: anne.belleudy@developpement-durable.gouv.fr, anne-marie.fromental@developpement-durable.gouv.fr

<sup>2</sup> INRAE, Aix Marseille Université, Unité RECOVER, Aix-en-Provence, France, e-mail : catherine.fouchier@inrae.fr

<sup>3</sup> DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, 17, bd Joseph Vallier 38100 Grenoble, e-mail : alain.gautheron@developpement-durable.gouv.fr

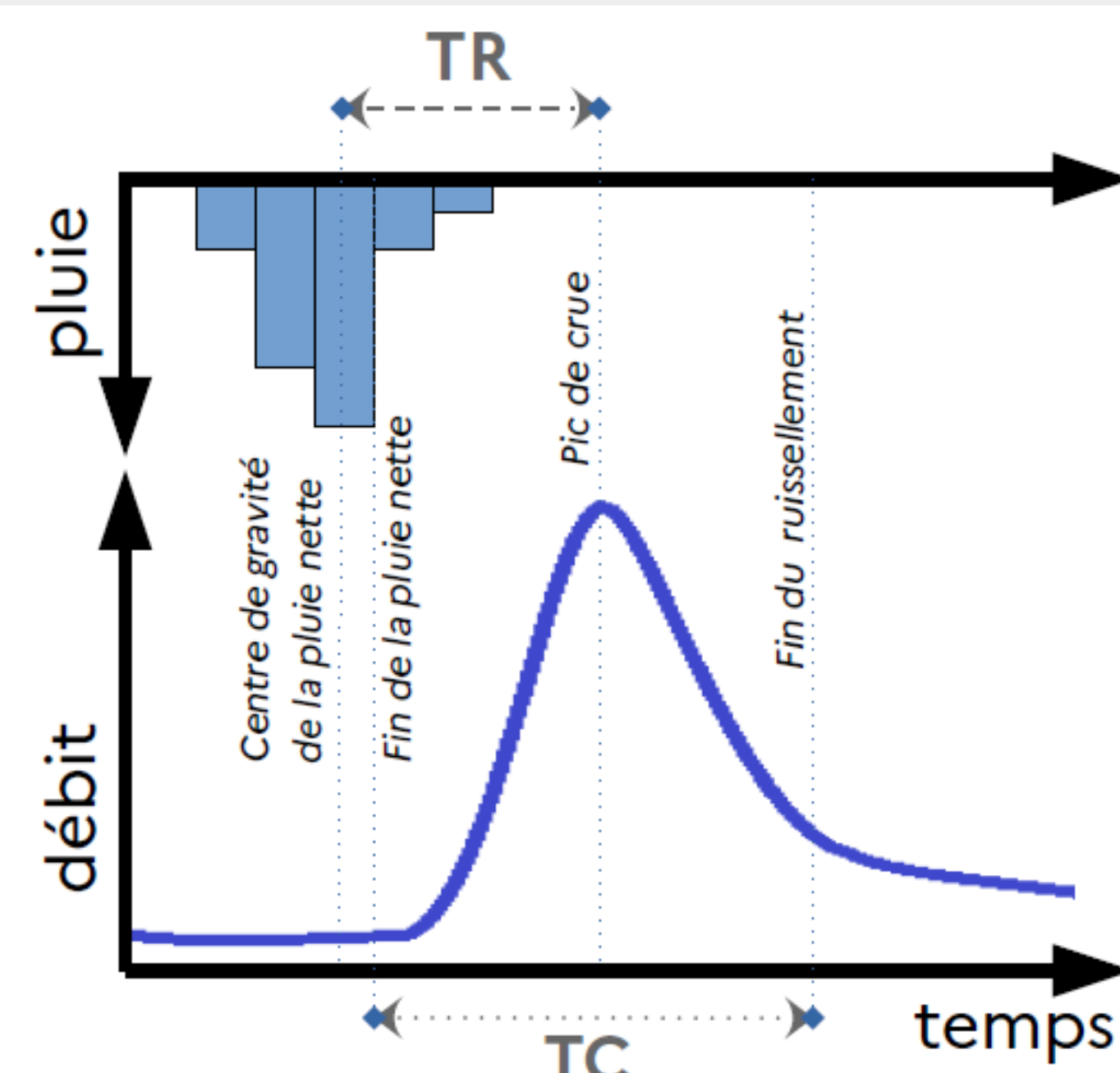
## Contexte et objectifs de l'étude

### Contexte :

- Besoin du réseau Vigicrues : évaluation du temps de réaction (TR) y compris sur des cours d'eau non jaugés.
- Existence de nombreuses formules empiriques pour déterminer le temps de concentration (TC), mais peu de références bibliographiques claires.

**Objectif : définir une approche homogène et consolidée d'évaluation des temps caractéristiques des petits bassins versants sur tout le territoire métropolitain.**

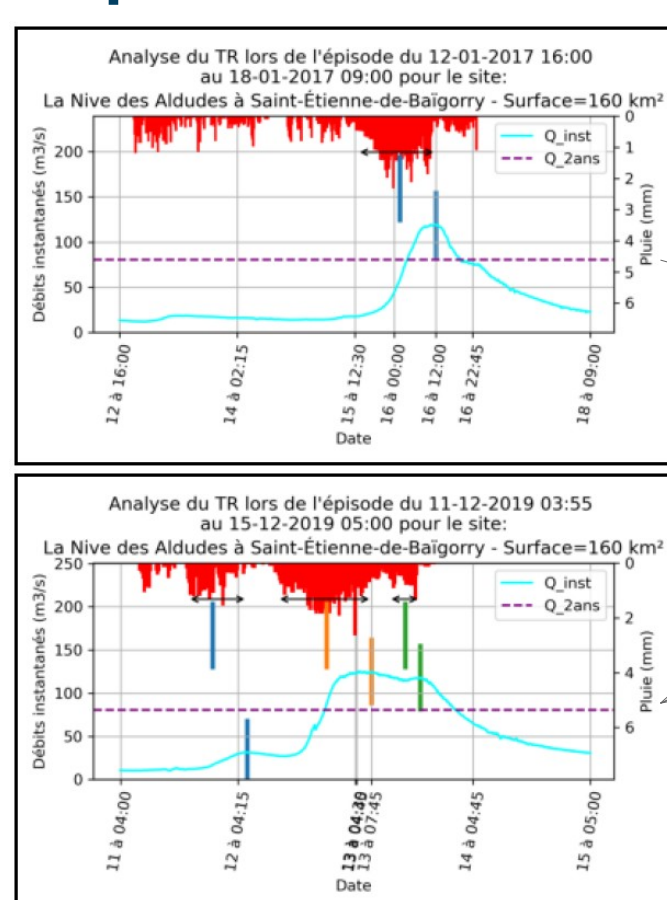
- A partir de descripteurs physiques homogènes.
- En documentant les conditions d'application de la méthode.
- En évaluant la sensibilité de la formule et en déterminant un intervalle de confiance.



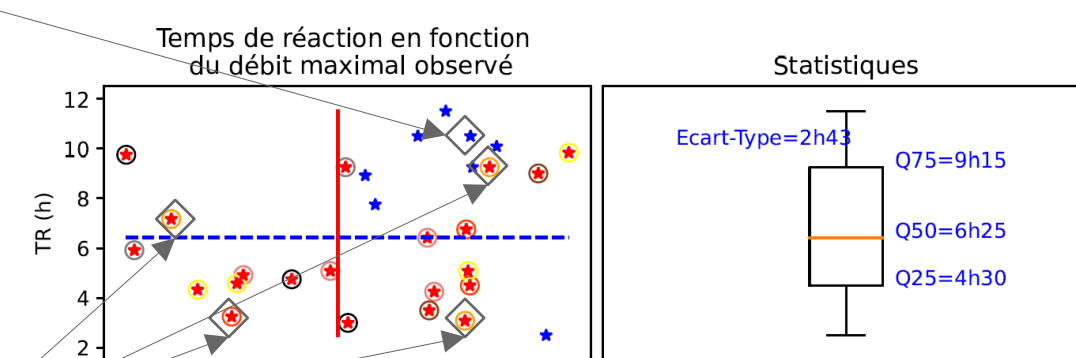
## Démarche

### Déterminer des temps caractéristiques sur les sites hydrométriques sélectionnés

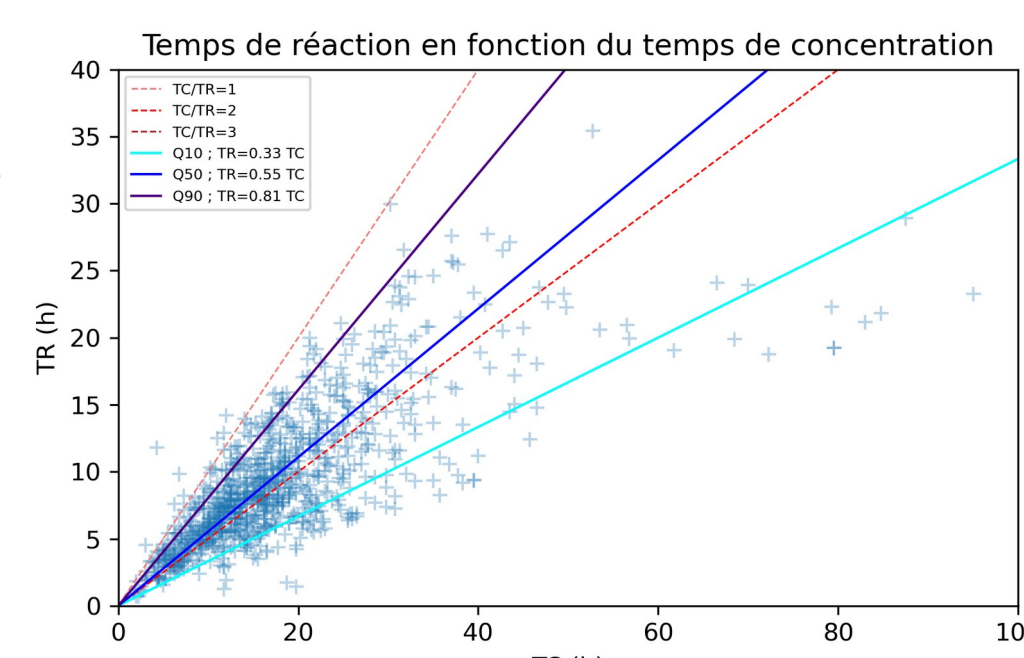
- extraction d'épisodes de crues (de niveau minimum biennal)
- algorithme d'analyse pluie/débit et de détermination automatique de temps caractéristiques statistiques TR et TC
- contrôle visuel et contrôle de cohérence TR/TC



Exemple d'analyse réalisée sur le site de la Nive des Aldudes à Saint-Étienne-de-Baïgorry (64).



A partir de 15 épisodes et 29 pics de crues, le TR médian de ce bassin est estimé à 6h25.



### Limites

- Échantillon de crues trop faible pour certains sites.
- Difficulté à identifier la pluie génératrice associée au pic pour les épisodes multiples, pour des bassins très lents ou à réponse hydrologique atypique.
- Algorithme pour déterminer le TC plus complexe et ne fonctionne que pour les épisodes monopics.

Confirmation de la relation usuelle :  $TR = [0,3 - 0,8] TC$  avec une médiane  $TR = 0,5 TC$

➡ Échantillon de 968 temps de réaction empiriques

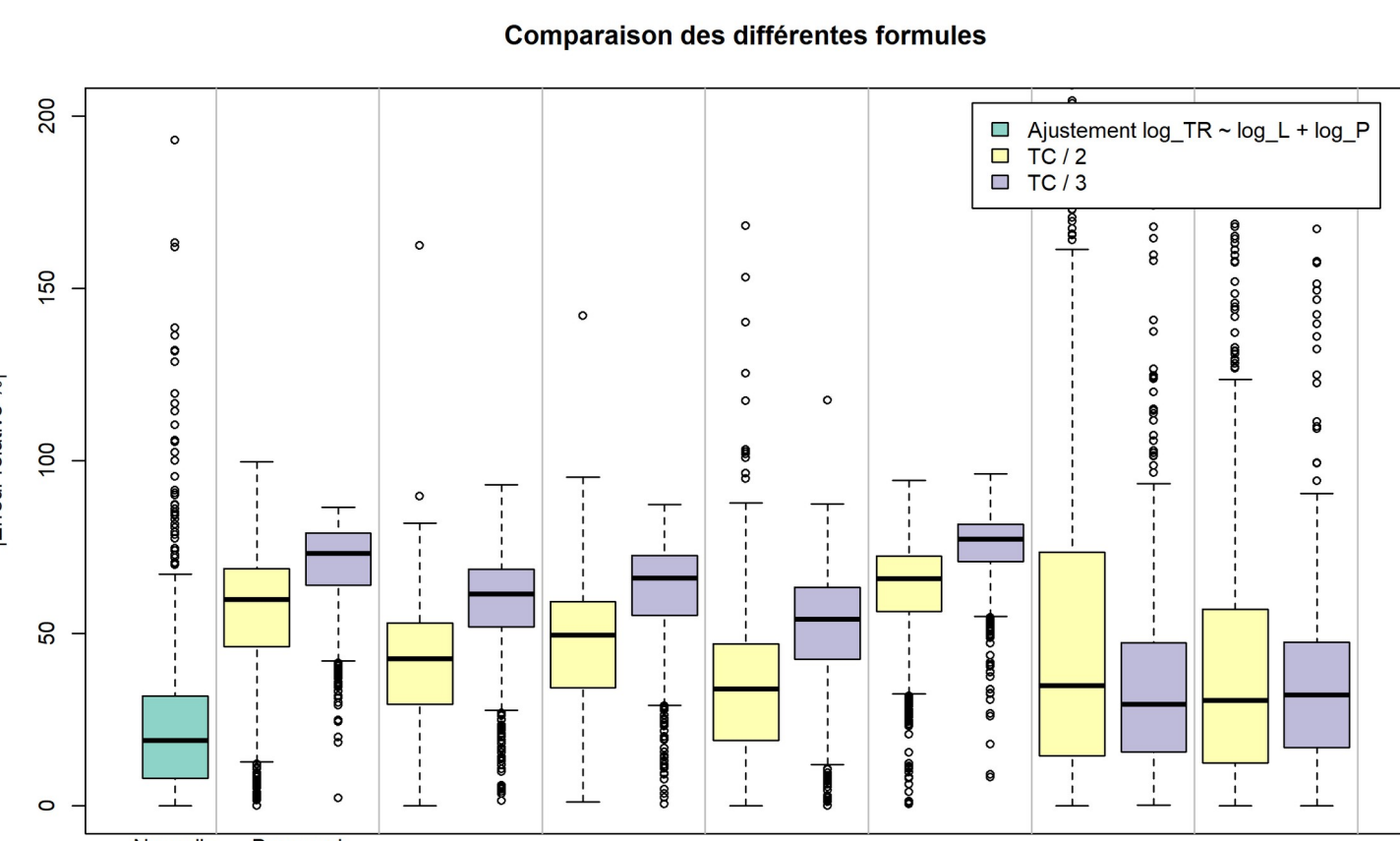
### Établir un lien statistique entre TR et les caractéristiques physiques des bassins versants

#### Comparaison de plusieurs modèles statistiques

Hypothèse :  $TR = (a P^b S^c L^d)$

- Validation croisée en divisant l'échantillon en 10 groupes
- Calage d'un modèle linéaire  $\ln(TR) = a + b \cdot \ln(P) + c \cdot \ln(S) + d \cdot \ln(L)$
- Sélection des prédicteurs par critère AIC
- Abandon du prédicteur S

➡ Erreur relative ~25 % très inférieure aux formules utilisées précédemment



Évaluer la sensibilité aux caractéristiques des bassins versants au regard de descripteurs (classe de pente et de surface, présence de neige, karst ou barrage, hydroécocorégon [3]) :

- La validité de l'ajustement statistique
- L'intérêt d'ajuster un modèle spécifique

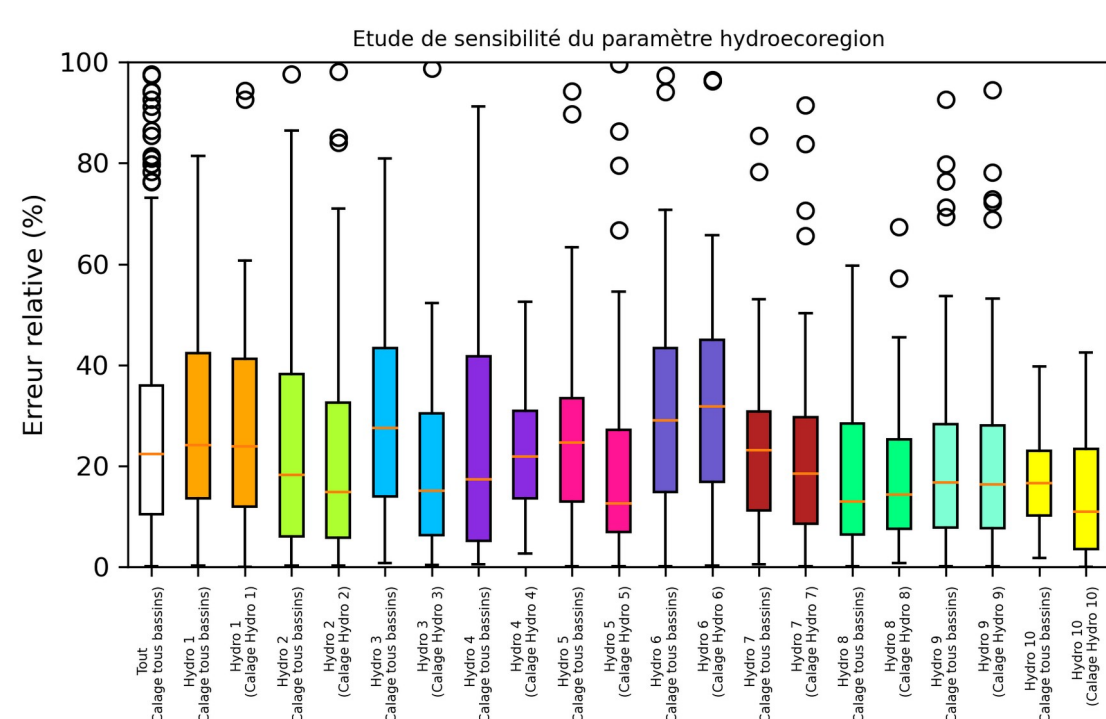
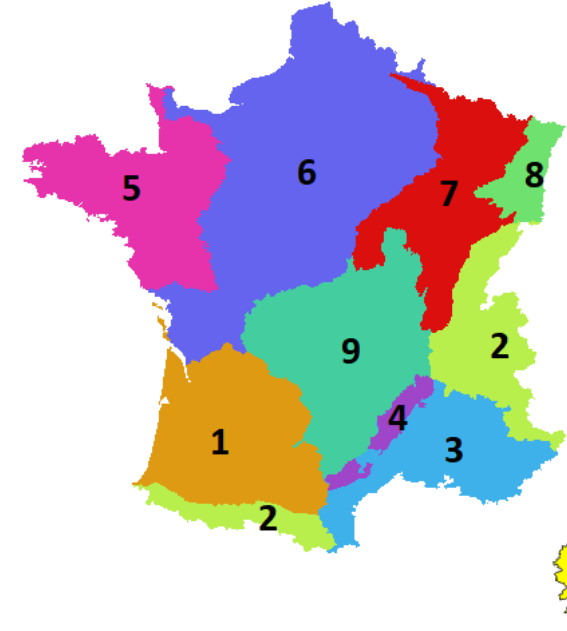
### Méthode

- Ajustement d'un modèle par classe du descripteur (modèle spécifique)
- Comparaison du modèle spécifique et du modèle ajusté sur l'ensemble des bassins
- Validation croisée en 10 groupes

### Résultats

- Meilleures performances sur les bassins versants petits et pentus
- Disparités régionales
- Peu d'influence de la présence de karst, barrage ou neige

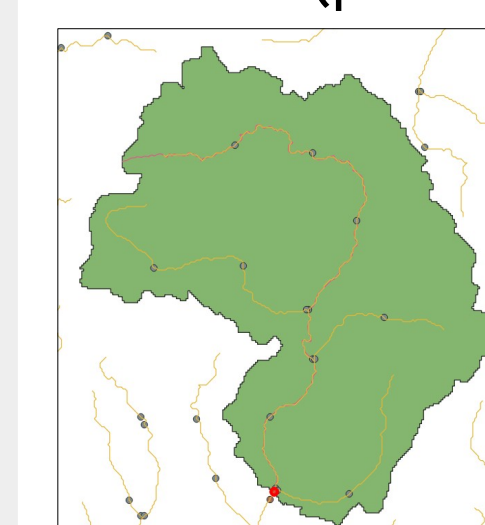
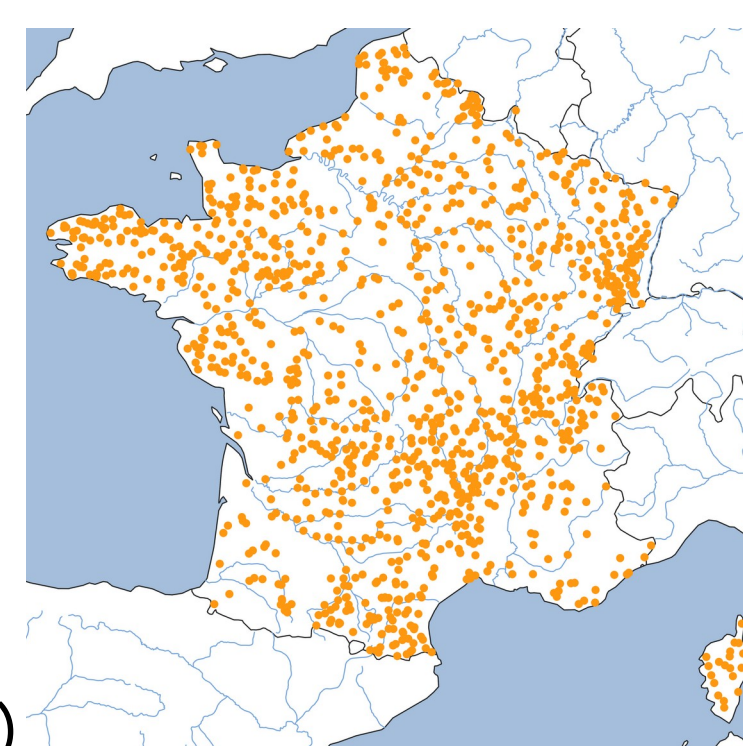
➡ Peu d'intérêt de caler des formules spécifiques



## Données utilisées

### 968 sites hydrométriques en France métropolitaine

- Chroniques de pluies moyennes de bassin 15' 2007 à 2022 à partir des lames d'eau ANTILOPE 60' et PANTHERE 5' (Météo France)
- Chroniques de débits instantanés validés (plate-forme HYDRO Centrale)



Exemple bassin BNBV ME 153  
 $S = 72,57 \text{ km}^2$   
 $L = 16689 \text{ m}$   
 $P = 0,79 \%$

### Base Nationale des Bassins Versants (BNBV)

- Base de bassins topographiques [1]
- Ensemble des cours d'eau français et de leurs bassins versants à partir d'une superficie de 5 km<sup>2</sup> (environ 140 000 entités).
- Descripteurs SHYREG [4]: neige, karst, barrage.

- Calcul de descripteurs physiques :

$S$  Superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>)

$L = \sum L_j$  Longueur du chemin hydraulique le plus lent (m)

$P = \left( \frac{\sum L_j}{\sum \sqrt{P_j}} \right)^2$  Pente pondérée sur ce chemin hydraulique (m/m)  
Calculée à partir des pentes élémentaires de chaque tronçon.

## Conclusion

Une formule établie à partir de caractéristiques homogènes des bassins versants issus de la BNBV :

$$TR = 1,027 \cdot P^{-0,3} \cdot L^{0,457}$$

TR en minutes.

Valable pour tous les bassins de de surface inférieure à 500km<sup>2</sup> avec un intervalle de confiance à 80 % de [0,7 TR - 1,5 TR].

### Perspectives

- Amélioration des méthodes d'analyse d'hydrogrammes.
- Utilisation d'autres descripteurs physiques tels que l'occupation du sol et la capacité de ruissellement des bassins.
- Élargissent du périmètre d'étude aux Départements et Régions d'Outre-mer.

## Références

- [1] Organde D., Base Nationale des Bassins versants – Note explicative, 2013
- [2] Bressand F., Prise en compte du risque d'inondation torrentielle – Méthode de calcul des débits rares et exceptionnels sur des petits bassins versants naturels situés sur l'arc méditerranéen français (Formules Bressand-Golossov). 2006
- [3] Wasson J.G. et al., Les hydro-écocorégions : une approche fonctionnelle de la typologie des rivières pour la directive cadre européenne sur l'eau. 2001
- [4] Caruso A. et al. Notice sur les indices de confiance de la méthode shyreg-débit. Définition et calculs. 2013