



**HAL**  
open science

## Appui au SCHAPI. Rapport de synthèse.

Olivier Payrastre, François Bourgin, Laurent Lebouc

► **To cite this version:**

Olivier Payrastre, François Bourgin, Laurent Lebouc. Appui au SCHAPI. Rapport de synthèse. : Convention DGPR-Ifsttar 2018 n°2201132931 du 22 Mai 2018 - Action 7: . [Rapport de recherche] IFSTTAR - Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux. 2019, 7p. hal-02110578

**HAL Id: hal-02110578**

**<https://hal.science/hal-02110578>**

Submitted on 25 Apr 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**IFSTTAR**

INSTITUT FRANÇAIS  
DES SCIENCES  
ET TECHNOLOGIES  
DES TRANSPORTS,  
DE L'AMÉNAGEMENT  
ET DES RÉSEAUX



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

# Convention DGPR-Ifsttar 2018

## n°2201132931 du 22 Mai 2018

### Action 7: Appui au SCHAPI

### Rapport de synthèse

---

Rév 01/03/16

Date : 25/03/2019

Auteur(s) : Olivier Payrastre, François Bourgin, Laurent Lebouc

Nomenclature d'activité : RP3-J18068  
Référence sur Numéro de contrat\* :  
Confidentialité :

*\* le cas échéant*

**Institut français des sciences et technologies des transports de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar)**

Site de Marne la Vallée

Département Géotechnique Environnement, Risques naturels et Sciences de la terre

Pt de Distribution

14-21, Boulevard Newton – Cité Descartes – Champs-sur-Marne

77 447 Marne la Vallée Cedex 2

téléphone : 02.40.84.57.04

adresse électronique : olivier.payrastre@ifsttar.fr

**Version**

<b>Date</b>	<b>Version</b>	<b>Modification</b>	<b>responsable</b>
<b>25/03/2019</b>	1	Version initiale	O.Payrastre
<b>27/03/2019</b>	2	Version relue et complétée	F.Bourgin et L.Lebouc
<b>29/03/2018</b>	2	Validation	V. Ruban

**Destinataires :**

DGPR                    Mr Rodolphe Van Vlaenderen et Mme Margaret Herbaux

DGPR/SRNH/SCHAPI            Mr JANET

Ifsttar                    Mme GUEDON  
                                  autres

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Introduction – rappel de la commande .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Résultats obtenus .....</b>	<b>5</b>
2.1	Stage de Nabil Hocini sur la méthode Cartino (version R) pour la cartographie de zones inondables.....	5
2.2	Stage de Stan Nomis sur l'utilisation de l'approche HAND pour la cartographie des zones inondables.....	6
2.3	Test d'une évolution de la méthode QUOIQUE.....	6
2.4	Enquêtes de terrain post-crue pour la reconstitution de débits de pointe.....	7
2.4.1	Crues du 9 août 2018 dans les bassins de l'Ardèche et la Cèze .....	7
2.4.2	Crues du 15 octobre 2018 dans le bassin intermédiaire de l'Aude .....	7
<b>3</b>	<b>Documents attachés .....</b>	<b>7</b>

FICHE DE SATISFACTION

## RESUME

Ce rapport présente une synthèse des résultats de l'action 7 : appui au SCHAPI conduite dans le cadre de la convention Ifsttar-DGPR 2018 n°2201132931 du 22 Mai 2018.

Le programme de cette action regroupait les contributions listées ci-dessous:

- Stage de master 2 (Nabil Hocini) pour le test d'améliorations de la méthode Cartino (version R) pour la cartographie de zones inondables sur les petits cours d'eau.
- Stage de fin d'études d'ingénieur (Stan Nomis) sur l'utilisation de rasters HAND (Height Above Nearest Drainage) pour la cartographie de zones inondables sur les petits cours d'eau.
- Tests d'une évolution de la méthode QUOIQUE permettant la représentation des erreurs de prévision, avec pour objectif l'extrapolation des distributions d'erreurs dans les gammes de débits non simulées.
- En cas d'occurrence d'un événement de crue remarquable, réalisation d'une enquête de terrain post-crue pour la reconstitution des débits de pointe sur les cours d'eau non jaugés. Deux enquêtes de ce type ont été menées en 2018 suite aux crues du 9 août 2018 sur les bassins de l'Ardèche et la Cèze, et du 15 octobre 2018 sur le bassin de l'Aude.

## MOTS CLEFS

Crue, crue éclair, inondation, prévision, débit, cartographie.

# 1 Introduction – rappel de la commande

Ce rapport présente une synthèse des résultats de l'action 7 : appui au SCHAPI conduite dans le cadre de la convention Ifsttar-DGPR 2018 n°2201132931 du 22 Mai 2018.

Le programme de cette action regroupait les contributions listées ci-dessous:

- Stage de master 2 (Nabil Hocini) pour le test d'améliorations de la méthode Cartino (version R) pour la cartographie de zones inondables sur les petits cours d'eau.
- Stage de fin d'études d'ingénieur (Stan Nomis) sur l'utilisation de rasters HAND (Height Above Nearest Drainage) pour la cartographie de zones inondables sur les petits cours d'eau.
- Tests d'une évolution de la méthode QUOIQUE permettant la représentation des erreurs de prévision, avec pour objectif l'extrapolation des distributions d'erreurs dans les gammes de débits non simulées.
- en cas d'occurrence d'un événement de crue remarquable, réalisation d'une enquête de terrain post-crue pour la reconstitution des débits de pointe sur les cours d'eau non jaugés. Deux enquêtes de ce type ont été menées en 2018 suite aux crues du 9 août sur les bassins de l'Ardèche et la Cèze, et du 15 octobre 2018 sur le bassin de l'Aude.

## 2 Résultats obtenus

### 2.1 Stage de Nabil Hocini sur la méthode Cartino (version R) pour la cartographie de zones inondables

Ce stage de master 2 a permis de reprendre et de tester à plus grande échelle le code Cartino dans sa version sous R programmée en 2017 (travail commun Ifsttar-Cerema). Le code R a été appliqué sur 15 bassins versants différents dans le sud de la France, représentant au total 305 km de cours d'eau modélisés.

Ces territoires d'étude ont été sélectionnés en raison de l'existence de cartographies de référence établies par le Cerema lors de l'application de la Directive Européenne Inondation (modélisations la plupart du temps réalisées à partir de Cartino Matlab, mais avec un apport d'expertise important du Cerema pour fiabiliser les résultats obtenus). Les modélisations sous Cartino R ont été réalisées en utilisant les mêmes MNT et les mêmes valeurs de débits que ces modélisations de référence, ce qui a permis de confirmer le bon fonctionnement de la version R de Cartino (par rapport à l'ancienne version sous Matlab), et de mesurer la perte de qualité liée à une application entièrement automatisée de la méthode.

Ces travaux ont également permis d'apporter les améliorations suivantes au code Cartino R:

- La diminution significative des temps de calcul grâce à de nouvelles fonctions de lecture et écriture et une modification des étapes de calculs.
- La correction de la lecture des résultats obtenus avec le modèle HecRas.
- L'ajout d'une fonction qui permet d'exclure le positionnement de certains profils en travers, avec une application à la détection des ponts

Suite à ce stage et aux développements complémentaires apportés depuis, il est prévu de diffuser la version R de Cartino sous la forme d'un package en 2019, avec une publication scientifique associée dans la revue Geoscientific Model Development (GMD).

## **2.2 Stage de Stan Nomis sur l'utilisation de l'approche HAND pour la cartographie des zones inondables**

Ce stage a permis d'appliquer et d'évaluer une méthode de cartographie basée sur le calcul d'un raster HAND (Height Above Nearest Drainage) à partir d'un MNT, et sur l'évaluation d'une géométrie hydraulique moyenne à l'échelle du tronçon de cours d'eau, permettant d'établir une relation débit - hauteur d'eau moyenne dans le tronçon considéré. La méthode a été appliquée et testée sur les mêmes secteurs d'étude que ceux sélectionnés pour les tests de la méthode Cartino R (cf. stage de Nabil Hocini), soit 15 bassins versants représentant 305 km de cours d'eau.

La comparaison aux cartographies de référence existant sur ces secteurs a permis de mettre en évidence les principales limites de l'approche, à savoir :

- la sensibilité de la méthode à la définition du réseau de drainage à partir du MNT, notamment dans les secteurs à faible pente. Ceci engendre notamment une difficulté à représenter les inondations dans les très petits bassins urbanisés.
- L'absence de représentation des écoulements et des effets de remous d'un bassin principal vers un bassin affluent. Cette indépendance peut notamment conduire à une sous-estimation des emprises inondées dans les zones de confluences.

Une amélioration de la méthode a été testée pour corriger les erreurs de définition du réseau de drainage qui perturbent la méthode, mais a donné des résultats mitigés.

## **2.3 Test d'une évolution de la méthode QUOIQUE**

La méthode QUOIQUE utilisée dans l'utilitaire OTAMIN développé à Irstea Antony permet de quantifier les incertitudes en prévision des crues à partir d'une description empirique et conditionnelle des erreurs résiduelles. Cette approche empirique nécessite une hypothèse pour l'extrapolation, lorsque le débit simulé dépasse la gamme des débits simulés lors de la période utilisée pour estimer les marges d'incertitudes. L'hypothèse actuelle repose sur un comportement multiplicatif qui n'a pas fait l'objet d'une étude spécifique lors du développement de la méthode.

Les travaux, menés à l'initiative du SPC LCI suite aux crues de 2016, visaient à étudier spécifiquement le comportement de la méthode en extrapolation. Un cadre méthodologique original a été défini pour tester les performances probabilistes de différentes variantes de la méthode QUOIQUE. Il repose sur une définition d'événements de crues et une sélection des pas de temps qui permet d'estimer les paramètres de deux transformations de variables, Box-Cox et log-sinh et d'évaluer les situations d'extrapolation.

Les résultats obtenus sur plus de 150 bassins versants français, pour différentes échéances de prévision, permettent d'identifier les choix de transformation de variables les plus appropriés et de quantifier la dégradation de performance à laquelle on peut s'attendre en situation d'extrapolation. Ces résultats ont été synthétisés dans une publication scientifique qui sera soumise à la revue Hydrology and Earth System Sciences (HESS).

## 2.4 Enquêtes de terrain post-crue pour la reconstitution de débits de pointe

Cette action est reconduite depuis plusieurs années. Elle porte sur l'estimation post-crue des débits de pointe, suite à des événements remarquables de crues-éclair ayant touché de petits cours d'eau non-jaugés, ou ayant détruit les stations d'hydrométrie existantes. La contribution de l'Ifsttar porte d'une part sur l'organisation et la réalisation des enquêtes de terrain permettant les reconstitutions de débits post-crue, et d'autre part sur les aspects méthodologiques relatifs à ce travail de reconstitution.

Deux enquêtes de ce type ont été conduites en 2018.

### 2.4.1 Crues du 9 août 2018 dans les bassins de l'Ardèche et la Cèze

Cet épisode pluvieux a touché la partie aval des bassins de la Cèze et de l'Ardèche. Il s'agit d'un épisode très localisé mais qui présente néanmoins des cumuls de pluie localement très importants, qui ont dépassé les 250 mm en six heures. Les crues de la Cèze et de l'Ardèche ont été d'assez faible intensité mais les petits affluents situés sous le secteur de forts cumuls ont fortement réagi et occasionné des dégâts très significatifs.

14 estimations de débits de pointe ont été réalisées pour cet événement, permettant d'illustrer dans le détail les réactions de ces petits cours d'eau non jaugés.

### 2.4.2 Crues du 15 octobre 2018 dans le bassin intermédiaire de l'Aude

Cet épisode a occasionné une crue majeure sur le cours intermédiaire de l'Aude à l'aval de Carcassonne, qui s'est approchée de la crue historique de référence dans ce secteur (1891). Cette crue a été principalement générée par les fortes réactions des affluents de la Montagne Noire (Trapel, Orbiel) et des Corbières (Lauquet). Dans ces secteurs les cumuls de pluie enregistrés ont dépassé localement les 300 mm, dont plus de 200 mm en 6h.

L'enquête de terrain a permis de reconstituer 25 valeurs de débits de pointe permettant d'avoir une vision détaillée de la genèse de la crue sur les différents affluents de l'Aude concernés par l'événement.

## 3 Documents attachés

- [Rapport de stage](#) de Nabil Hocini et [diaporama de soutenance](#).
- [Rapport de stage](#) de Stan Nomis et [diaporama de soutenance](#).
- Projet d'article scientifique sur les évolutions testées de la méthode QUOIQUE (version soumise à la revue Hydrology and Earth System Sciences)
- Rapports présentant les données de débits reconstituées pour les crues du [9 août 2018 \(Ardèche et Cèze\)](#), et du [15 octobre 2018 \(Aude\)](#).