



europe.maregionsud.fr



UNION EUROPÉENNE  
Fonds Européen de  
Développement Régional



PRÉFET DE LA RÉGION  
PROVENCE-ALPES  
CÔTE D'AZUR

RÉGION  
PROVENCE  
ALPES  
CÔTE D'AZUR



l'Europe  
**s'engage**  
sur  
le Massif Alpin

EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

## FICHE OPÉRATION CIRP POIA

N° opération :	PA0020551
Bénéficiaire :	18007001300032 IRSTEA - Centre de Grenoble
Action en cours :	En attente comité décisionnel
État opération :	Présenté en comité décisionnel
Version de l'opération :	1

### IDENTIFICATION DES BENEFICIAIRES

#### Bénéficiaire Ultime / Personne Morale

N° SIRET :	18008901300387
Raison sociale :	CTRE NAT DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS) - DÉLÉGATION ALPES
Adresse :	BP166 38000 GRENOBLE

#### Chef de file / Bénéficiaire Intermédiaire / Personne Morale

N° SIRET :	18007001300032
Raison sociale :	IRSTEA - Centre de Grenoble
Adresse :	BP76 38402 Saint-Martin d'Hères

## RATTACHEMENT AU PROGRAMME

Codification principale	
Fonds :	Fonds européen de développement régional
Programme :	Programme opérationnel Interrégional FEDER du Massif des Alpes 2014-2020
Codification :	AP03 - Axe prioritaire : Développer la résilience des territoires et des populations face aux risques naturels / OT05 - Objectif thématique : Promouvoir l'adaptation au changement climatique et la prévention et la gestion des risques / PI05b - Priorité d'investissement : Favoriser des investissements destinés à prendre en compte des risques spécifiques, garantir la résilience aux catastrophes et en développant des systèmes de gestion des situations de catastrophe / AP03-OT05-PI05b-OS4 - Objectif spécifique : Etendre et améliorer la gestion intégrée des risques naturels sur le massif

## DESCRIPTION

Intitulé de l'opération	Evaluation de l'aléa torrentiel: hydrologie et transport solide des petits bassins versants de montagne de la région grenobloise (HYDRODEMO)
Appartenance à un groupe d'opération :	Non

Localisation de l'opération	
Description :	Les travaux du chef de file Irstea auront lieu à Irstea - Centre de Grenoble. Les travaux du partenaire IGE - CNRS auront lieu dans le bâtiment OSUG-B - 70 rue de la physique ou 460 rue de la piscine - Domaine universitaire 38 400 St Martin d'Hères. Le projet sera réalisé sur le domaine universitaire de Saint-Martin d'Hères et de fréquents échanges sont prévus entre IRSTEA et l'IGE (réunions d'avancement, échanges entre les participants, etc.).
Adresse :	IRSTEA Adresse :

Appel à projet	
Date limite de remise de dossier	07/12/2018
Référence de l'appel à projet	N° :AP-2018-POIA-OS4 : Etendre et améliorer la gestion intégrée des./.

Liste des comités				
Libellé	Type	Nature	Date	Avis
CIRP POIA en consultation écrite du 17 décembre 2019	Décisionnel	Dématérialisé	17/12/2019	

Description de l'opération
<p>Depuis le 1er janvier 2018, Grenoble Alpes Métropole exerce la compétence GEMAPI (gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) qui comprend entre autre la mission de prévention des inondations. En particulier, cette compétence concerne les affluents des grands cours d'eau du département (Isère, Drac, Romanche) qui sont à l'origine de phénomènes torrentiels parfois destructeurs, car extrêmement chargés en matériau solide. A titre d'exemple, nous pouvons citer les événements de la crue du Doménon en 2005 (rupture de digue, évacuation de 200 personnes et 70 habitations fortement endommagées), les crues du Rif Talon de juillet 2006 et de juin 2007 (quelques dizaines d'habitations touchées). Ces événements sont rares, sans être exceptionnels (leur récurrence étant grossièrement de l'ordre de la dizaine d'année) mais le manque d'observations systématiques sur une longue période empêche d'apprécier leur fréquence. Le projet HYDRODEMO vise à combler un manque critique de connaissance sur ce type d'aléa.</p>

Une première étape majeure de ce projet consistera à faire un inventaire complet des données disponibles en terme d'aléa hydro-météorologique et de transport solide sur la métropole grenobloise. Ces données sont très disparates, car elles couvrent des périodes différentes (de plusieurs dizaines d'années pour des stations pérennes à quelques années pour les stations mises en place dans le cadre de projets de recherche par exemple), et des résolutions spatiales (pluviomètres versus données radar) et temporelles (de la journée à la minute) variées. Elles peuvent également être de nature très différentes, notamment pour ce qui concerne le transport solide (plages de dépôts, estimation post-événement).

Le projet HYDRODEMO permettra de dresser une typologie des crues torrentielles de la région grenobloise, tant au niveau de l'aléa météorologique (situations méso-échelles à l'origine des crues torrentielles les plus dévastatrices) que du transport solide (mise en évidence de relations entre la caractérisation géomorphologique des bassins versants et leur activité sédimentaire).

Le projet HYDRODEMO contribuera également à caractériser l'hydrologie de bassins versants "témoin" représentatifs des différents massifs autour de Grenoble (Belledonne, Chartreuse, Vercors) et affluents torrentiels du territoire, à l'aide des outils développés par EDF-DTG, éprouvés par de nombreuses applications dans les massifs français (Alpes et Pyrénées). Plus spécifiquement, le modèle hydrologique MORDOR semi distribué sera testé à des échelles particulièrement fines (de 1 km<sup>2</sup> à 50 km<sup>2</sup>) et des résolutions temporelles au moins horaire, les crues torrentielles étant typiquement soudaines et intenses. Enfin, en s'appuyant sur la caractérisation géomorphologique des bassins versants, une méthodologie de transposition de MORDOR aux bassins versants non instrumentés sera proposée.

Enfin, nous étudierons l'occurrence des crues sur des bassins versants de taille intermédiaire (de l'ordre de 100 km<sup>2</sup>) et leur coordination, pour une gamme importante de périodes de retour (10 à 100 ans). Cette analyse sera effectuée par le biais d'une version distribuée de MORDOR, récemment développée par EDF-DTG. Cela permettra d'évaluer les risques pouvant être amplifiés à la confluence de rivières dont les crues sont concomitantes : à la confluence de grands cours d'eau (cas bien connu des co-occurrences de crues sur l'Isère et ses affluents à l'entrée de la combe de Savoie ou bien à Grenoble), à la confluence d'un torrent en crue et d'un grand cours d'eau (entraînant des difficultés à pomper les eaux provenant des affluents traversant Grenoble lorsque l'Isère est haute), ou encore à la confluence de plusieurs affluents torrentiels (ex de la crue torrentielle du Borne en 1987, Meunier 1990). La combinaison de crues de période de retour moyenne donne localement une situation de grande période de retour.

Ce projet est largement associé au projet de Gestion Intégrée des Territoires (GIRN) de Grenoble-Alpes Métro, et associe EDF-DTG, les services RTM concernés et le service prévision des crues des Alpes du Nord (DREAL). Ces résultats serviront de 'preuves de concept' lors de la mise en place du système opérationnel de prévision des crues torrentielles. Cependant, il faut noter que seule une information très détaillée de la pluviométrie - la détection radar - permettrait de faire la démonstration proposée par le projet HYDRODEMO. De telles données commencent à être disponibles dans la région d'intérêt depuis 3 ans (radar Météo France du Moucherotte) mais il n'est pas possible d'attendre les 20 ou 30 ans nécessaire à l'établissement d'une base de données suffisante. La démarche proposée ici permettra de valider les liens entre forçage météorologique, débit et transport solide. Concrètement, HYDRODEMO permettra par exemple d'augmenter le niveau de vigilance pendant les périodes de situation atmosphérique défavorable.

### Objectifs recherchés :

L'objectif du projet HYDRODEMO est de permettre de développer une méthodologie de caractérisation de l'hydrologie (débit de pointe, hydrogramme de crue, temps de réaction, etc.) et du transport solide lié aux crues torrentielles, applicable à l'ensemble des bassins versants du territoire grenoblois. Le projet peut être scindé en 5 sous-objectifs:

1. Apprécier la fréquence des situations hydrométéorologiques gouvernant les crues des torrents et les laves torrentielles. Plus précisément, l'objectif ici est guider une analyse des situations météorologiques de méso-échelle conduisant à des crues en s'appuyant sur la connaissance des dates et des bassins touchés. Dans l'hypothèse où cette analyse conduit à des familles de situations repérables, nous étudierons la possibilité d'en estimer la fréquence d'apparition pendant la période étudiée, voire de fournir des scénarios d'évolution sous climat futur.
2. Analyser l'apport en matériau solide des bassins versants du territoire Grenoblois et caractériser en fréquence et volume les événements à forte charge sédimentaire, à partir de l'analyse des plages de dépôts.
3. Fournir une typologie des bassins versants en terme d'activité torrentielle, pour le transport liquide et solide, en fonction des caractères géomorphologiques des bassins versants. Il s'agira d'utiliser la connaissance hydro-météo tirée des actions précédentes pour expliquer les crues majeures référencées dans la base de données "événements" du RTM, et de calculer les

flux de charriage sur ces bassins versants aux sources sédimentaires plus ou moins actives et aux lits plus ou moins pavés.

4. Démontrer la capacité du modèle conceptuel MORDOR à représenter l'hydrologie des petits bassins versants torrentiels. Ce type de qualification n'a encore jamais été fait, et seul des modèles ad-hoc tels que développés durant la thèse de Benjamin Graff (Graff, 2004) ont été éprouvés dans une telle situation. Si les tests de MORDOR sur de petits bassins versants sont concluants, cela permettra de pouvoir utiliser MORDOR pour la pré-détermination des crues torrentielles, c'est-à-dire estimer les caractéristiques (débit de pointe, durée, volume) des crues associées à des périodes de retour de 10 ans, 20 ans, 50 ans. L'objectif ici est également de fournir une preuve de concept pour l'utilisation d'un modèle hydrologique conceptuel dans un cadre de prévision des crues torrentielles.

5. Etudier la concomitance des crues dans un cadre de simulation, en utilisant une chaîne de modèles hydrométéorologiques (simulations de champs de pluie haute résolution utilisés comme intrants dans le modèle hydrologique distribué MORDOR-TS). L'objectif ici est de montrer la possible aggravation de situations de crues torrentielles lorsqu'un forçage météorologique intense conduit simultanément à des crues importantes en plusieurs points du territoire grenoblois.

### Résultats escomptés (cible visée)

Caractérisation des crues torrentielles en terme d'intensité et de fréquence, en lien avec les situations météo de grande échelle:

A l'issue de cette analyse, nous pourrions estimer la fréquence d'apparition des situations atmosphériques génératrices, avec d'autant plus de pertinence que nous aurons pu les repérer de manière étroite. Si les situations atmosphériques attachées aux différents types de torrents sont quelconques (indépendance peu probable mais possible) l'approche qui a réussi à l'échelle des grands bassins (500 km<sup>2</sup> et plus, Blanchet et al., 2018) n'est pas utilisable à plus petite échelle (100 km<sup>2</sup> et moins). Si comme nous l'anticipons les situations atmosphériques sont singulières, l'estimation de leur fréquence d'apparition nous permettra de i) voir dans quelle mesure les fréquences des situations atmosphériques génératrices expliquent les fréquences de réactions torrentielles dans les différents types de torrents (point 3), ii) d'estimer l'évolution climatique possible de ces fréquences avec une certaine fiabilité car cette approche s'appuie sur l'analyse de champs de pression dont l'évolution future est reproduite de manière plus fiable que la pluie par exemple dans les modèles climatiques.

Typologie géomorphologique des bassins versants: Une typologie des bassins versants de la région grenoble sera proposée selon leur activité sédimentaire, en lien avec les indicateurs géomorphologiques pertinents pouvant expliquer ces différents comportements. Cette typologie servira de base pour développer une méthodologie de transposition (stratégie d'héritage des paramètres calibrés) des résultats issus de la modélisation hydrologique de bassins versants témoins instrumentés aux bassins versants tests non instrumentés.

Prédiction des flux de charriage:

Pour quelques bassins témoins et sur quelques épisodes producteurs de sédiments, nous ferons la démonstration de la capacité de l'outil Bedloadweb (<http://www.bedloadweb.com/>) à prédire des flux de charriage en le couplant avec les débits prédits par MORDOR-SD.

Hydrologie sur petits bassins versants témoins instrumentés:

Sur les bassins témoins instrumentés, nous montrerons les capacités de MORDOR-SD à représenter l'hydrologie des petits bassins versants torrentiels. Notamment:

- la méthodologie de calibration des paramètres du modèle MORDOR-SD sera décrite,
- les performances seront évaluées à partir d'un découpage des séries des forçages météorologiques et hydrologiques en périodes calibration et validation,
- une méthode de pré-détermination (pic, durée, volume) des crues torrentielles, à partir des résultats de MORDOR-SD, sera proposée.

Méthode de transposition de l'hydrologie obtenue sur des bassins instrumentés:

A partir de la typologie hydro-sédimentaire, une méthodologie de transposition de l'hydrologie obtenue sur des bassins instrumentés sera proposée, de manière similaire aux stratégies d'héritage de MORDOR-TS (Rouhier, 2018).

Hydrologie sur petits bassins versants tests non-instrumentés: Pour tous les bassins versants de la région grenobloise, une pré-détermination (pic, durée, volume) des crues torrentielles, associée à des périodes de retour de 5, 20 et 50 ans, sera proposée, à partir des outils développés ci-hauts.

Analyse des risques liés à la concomitance des crues (fréquence, intensité, impact potentiels):

La simulation libre d'une centaine d'années de pluies et débits sur un maillage élémentaire de l'ordre de 100 km<sup>2</sup> permettra:

- d'étudier la relation pluie-crue sur des bassins de différentes tailles et de spécifier les scénarios pluviométriques qui génèrent des crues à différentes échelles.
- d'étudier les co-occurrences de crues sur des bassins de différentes tailles et d'estimer les probabilités de crues "grand cours d'eau-torrent" ou "Torrent-torrent" concomitante.
- de tester l'hypothèse de linéarisation de la relation pluie débit aux fréquences rares (méthode du GRADEX, Guillot 1993), et ce pour des bassins de différentes tailles et différentes caractéristiques physiographiques.
- d'étudier l'impact de la réduction du manteau neigeux sur les débits extrêmes.

#### Calendrier et phasage de l'opération :

Période prévisionnelle d'exécution	Début : 01/07/2019	Fin : 31/12/2021
------------------------------------	--------------------	------------------

Juillet - Décembre 2019

- Inventaire et récolte des données
- Typologie des crues torrentielles à partir de l'expertise disponible
- Extraction de données pour les bassins versants instrumentés autour de Grenoble
- Lien situation atmosphérique - crues torrentielles
- Préparation des forçages météo (pluie, évapotranspiration) et des données de sortie (débits) en vue de l'application des modèles hydro

Année 2020

- Typologie bassins versants pour le transport solide
- Développement simulateur champ de précip autour de Grenoble
- Mise en place du cadre de MORDOR-TS (distribué) (maillage, première estimation des paramètres) avec EDF-DTG
- Application de MORDOR-SD sur les sites exemples
- Régionalisation des paramètres de MORDOR-SD selon typologie bassins versants
- Transposition des résultats hydrologiques aux bassins non-instrumentés
- Synthèse lien grande échelle - crue avec la Métro
- Synthèse lien pluviométrie - crue de bassin intermédiaire avec la Métro et EDF-DTG
- Synthèse lien transport solide - hydrologie avec le RTM et EDF-DTG
- Organisation d'un séminaire intermédiaire sur l'avancement du projet avec la Métro, RTM et EDF-DTG

Année 2021

- Validation de la méthode de transposition des résultats hydrologiques aux bassins non-instrumentés avec la Métro
- Rédaction du rapport méthodologique à destination des gestionnaires de la Métro
- Organisation d'un séminaire final à destination des acteurs locaux (Métro, EDF, RTM) et ouvert aux gestionnaires d'autres territoires pour la présentation des résultats du projet



UNION EUROPÉENNE  
Fonds Européen de  
Développement Régional



RÉGION  
PROVENCE  
ALPES  
CÔTE D'AZUR



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

## DEPENSES ET RESSOURCES

Postes de dépense	
Type d'assujettissement	HT
Type d'échéancier	Pas d'échéancier

Détails des postes de dépense			
Catégorie de dépense	Direct/Indirect	Fonctionnement/ Investissement	Montant ( HT)
Dépenses de communication de l'opération  Evénements, promotion, publication	Direct	Fonctionnement	14 070,00 €
Dépenses de déplacement, de restauration, d'hébergement  Frais de déplacement (voyages, séjours) , frais de restauration, frais d'hébergement	Direct	Fonctionnement	13 952,00 €
Dépenses de personnel  Salaires et charges	Direct	Fonctionnement	547 707,05 €
Dépenses d'Investissement matériel et immatériel  Achat d'équipements et de machines	Direct	Investissement	13 212,12 €
Total :			588 941,17 €

Ressources	
Les co-financeurs sollicités couvrent-ils la même période d'exécution et la même assiette de dépenses éligibles ?	Oui
Le porteur a-t-il sollicité une avance pour le fond européen ?	Non

**Détails des  
ressources**

Financier	Partenaire	Imputation	Régime d'aide	Taux(%)	Montant (€ HT)	Montant réalisé	Montant retenu	Taux d'avancement
ETAT	Services du Premier ministre	Impulsion et coordination de la politique d'aménagement du territoire		30,00	176 682,35			
UNION EUROPEENNE	Fonds européen de développement régional		Auc / Aucun régime d'aide	50,00	294 470,59			
<b>Total co-financier</b>				<b>80,00</b>	<b>471 152,94</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
Bénéficiaire				20,00	117 788,23			
<b>COUT TOTAL ELIGIBLE</b>				<b>100,00</b>	<b>588 941,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>





UNION EUROPÉENNE  
Fonds Européen de  
Développement Régional



PRÉFET DE LA RÉGION  
PROVENCE-ALPES  
CÔTE D'AZUR

RÉGION  
PROVENCE  
ALPES  
CÔTE D'AZUR



EN PARTENARIAT AVEC LA RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

## INSTRUCTION

<b>Service instructeur :</b>	Service POIA	<b>Avis du service instructeur :</b>	Favorable
------------------------------	--------------	--------------------------------------	-----------

### Motivation du service instructeur :

L'opération s'inscrit dans :

- AP03 - Axe prioritaire : Développer la résilience des territoires et des populations face aux risques naturels
- OT05 – Objectif thématique : Promouvoir l'adaptation au changement climatique et la prévention et la gestion des risques
- PI05b - Priorité d'investissement : Favoriser les investissements destinés à remédier à des risques spécifiques, en garantissant une résilience aux catastrophes et en développant des systèmes de gestion des situations de catastrophe

Elle est donc éligible à l'Appel à Propositions AAP03-OT05-PI05d-OS4 - Objectif spécifique : Etendre et améliorer la gestion intégrée des risques naturels sur le massif.

De plus, l'opération a obtenu une note finale de 18/20.

SYNTHESE :

#opération éligible au PO, à l'appel, et qui obtient une note de 18/20 sans aucune note éliminatoire#