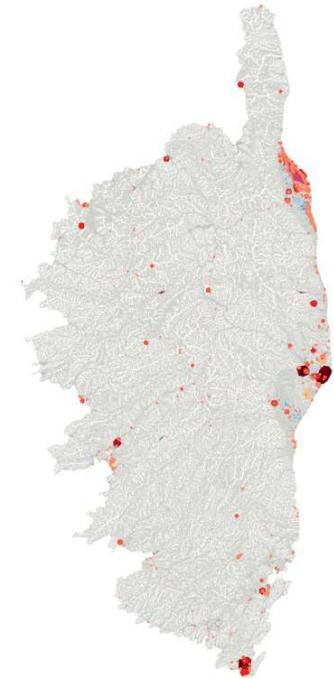
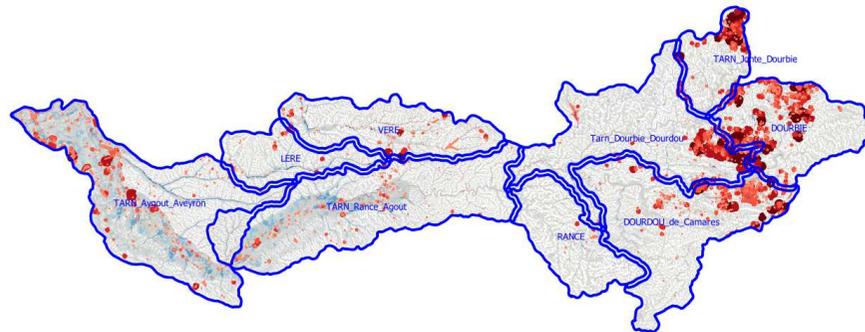
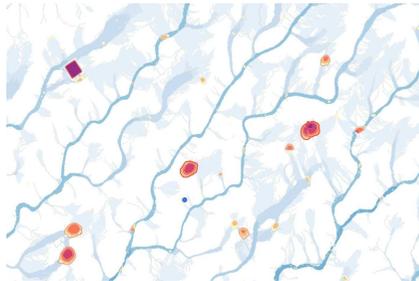
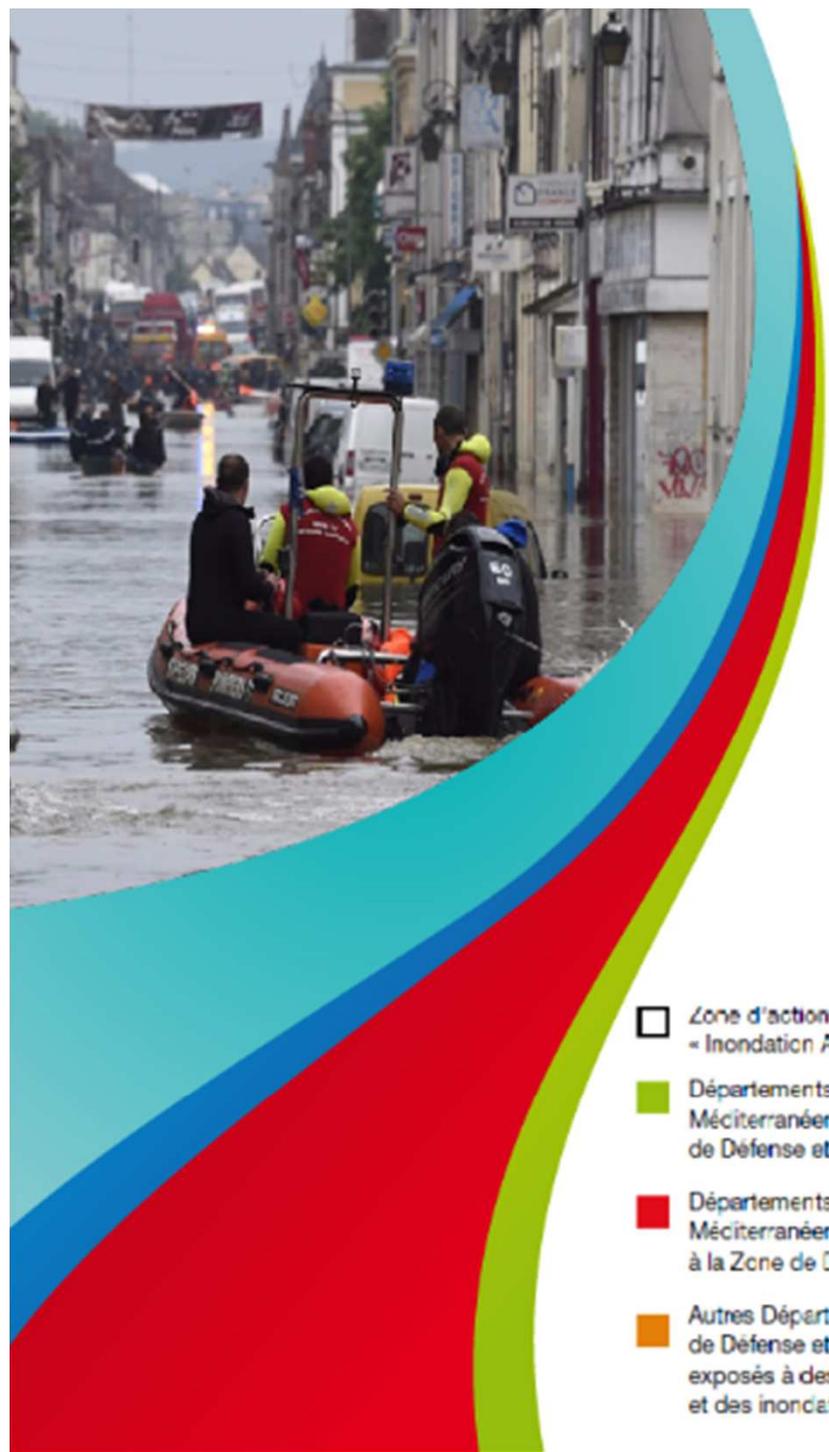


# WEBINAIRE EXZECO ARC MÉDITERRANÉEN LIVRAISONS CORSE ET TARN







- Zone d'action de la mission « Inondation Arc Méditerranéen »
- Départements rattachés à l'Arc Méditerranéen hors de la Zone de Défense et Sécurité Sud
- Départements rattachés à l'Arc Méditerranéen appartenant à la Zone de Défense et Sécurité Sud
- Autres Départements de la Zone de Défense et Sécurité Sud également exposés à des pluies intenses et des inondations rapides

**MISSION INTERRÉGIONALE**  
**INONDATION**  
 SUR L'ARC MÉDITERRANÉEN



## Esprit d'animation de la mission

Écoute et appui des services et des acteurs locaux

Travail interministériel et multipartenarial

Actions concrètes au plus près du terrain

Partage d'expérience et expérimentations



**INONDATION**  
"Agissons Ensemble"





## Stratégie zonale « inondation » 2019-2021

Inscrire l'action dans la durée

Autour de 5 axes stratégiques

Axe I - Culture du risque

Axe II - Partage d'expérience et montée en compétences des acteurs

Axe III - Anticipation locale des crises

Axe IV - Innovation et expérimentation

**Axe V - Expertise**

En ligne sur : <http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/inondations-arc-mediterraneen-r2225.html>

# SOMMAIRE

- Historique d'Exzeco
- Amélioration d'Exzeco et Exzeco5m MIIAM
- Limites, vigilance, attention, accès aux données
- Usages
- Echanges finaux, visualisation sous SIG



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# 1. HISTORIQUE D'EXZECO



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# HISTORIQUE EXZECO (DÉBUT EN 2009)

## Peu de connaissances sur les plus petit BV souvent nommés « Inondations par ruissellement » ou « crue éclair »

- Difficulté technique de discerner
- les inondations par ruissellement et par débordement de cours d'eau



## Réseau Hydrographique de piètre qualité en France

- inexistant : en tête de réseau, thalwegs intermittents ou secs non répertoriés
- incomplet : discontinuité des réseaux de la BD Topo et BD Carthage

**Objectifs : Cartographier un phénomène très local à une échelle globale**  
département, grand bassin versant, etc. (précision fonction échelle de rendu) =>  
Méthode SIG



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

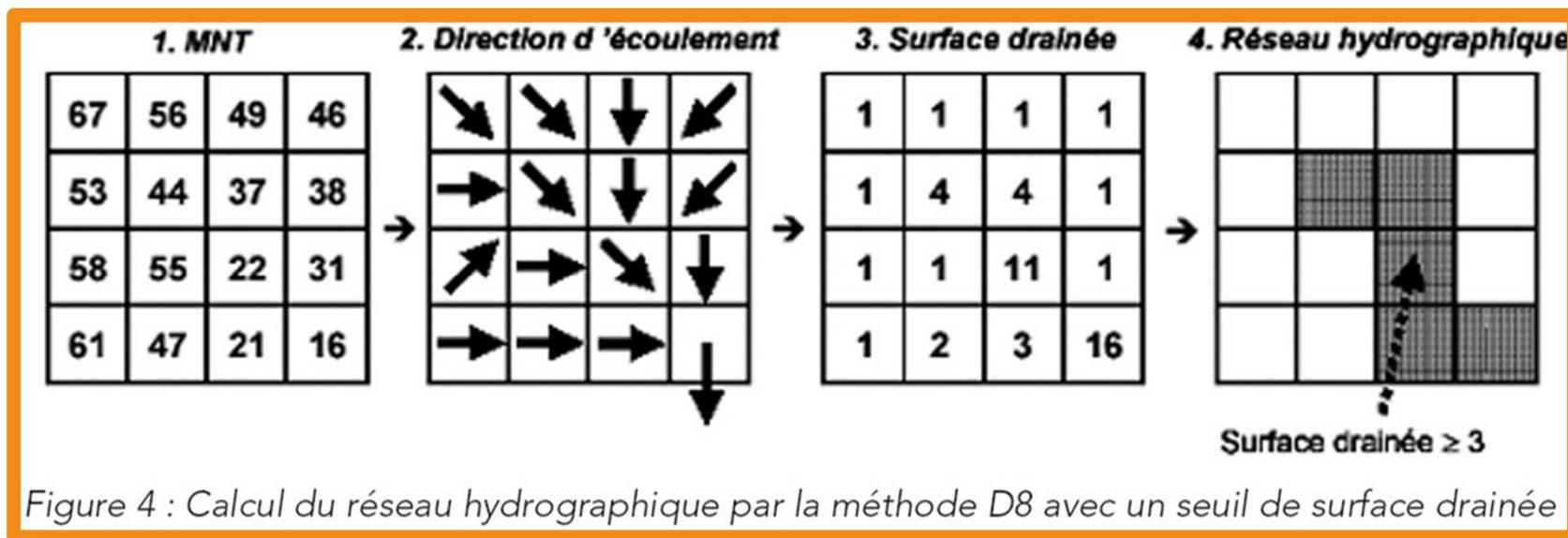
09/11/2020



# HISTORIQUE EXZECO (DÉBUT EN 2009)

## Méthode purement topographique :

- Utilisation algorithmes « hydrographie » SIG sur les surfaces drainées
- Développement d'une méthode de remplissage des fonds de thalwegs par bruitage aléatoire du MNT au Cerema



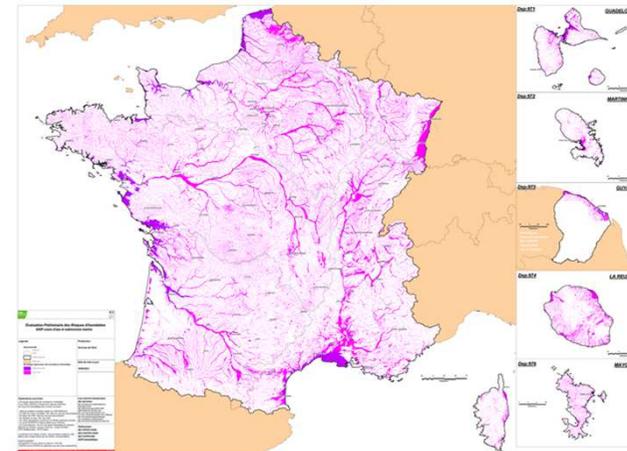
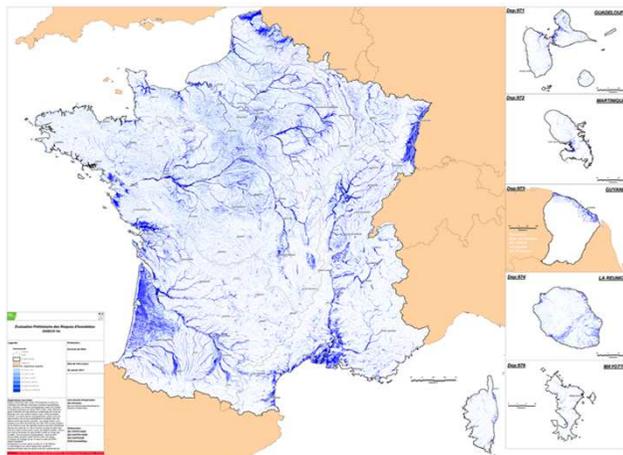
# RAPPEL DIRECTIVE INONDATIONS

## Evaluation Préliminaire des Risques d'Inondations

### Approche Nationale

Approche Nationale dont la réalisation d'une Enveloppe Approchée des inondations Potentielles (EAIP)

- Méthode **Exzeco 25m** France entière
- **Bruitage 1m sur MNT 25m** avec élévation entière



# 2. AMÉLIORATION D'EXZECO ET EXZECO5M MIAM



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# AMÉLIORATION D'EXZECO ET EXZECO5M MIIAM

## EXZECO Bureaux d'études

- Développement de routines Exzeco par des bureaux d'études avec ajouts de paramètres
- Quelques échanges matinées Sept 2019

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/modelisation-du-ruissellement-bassins-versants-methode>

## EXZECO



- Améliorations de la méthode
- Utilisations sur des MNT de meilleures qualité
  - **RGEAlti1m IGN rééchantillonné à 5m Corse et Tarn par le Cerema**
  - Lidar 1m IGN rééchantillonné à 5m coté Région Sud-PACA par le Cerema
  - RGE Alti 5m IGN (Lidar 1m et MNT SIG LR)

# AMÉLIORATION D'EXZECO ET EXZECO5M MIIAM



Résultat d'un calcul de thalweg



Calcul de thalweg différent, MNT modifié



Nombreuses itérations pour former une surface

**Cerema** **DREAL** **NOTICE**

Ruissellement sur l'Arc Méditerranéen  
Application de la méthode ExZeco  
« Extraction des Zones d'Écoulement »

Exzeco est une méthode simple, qui permet, à partir de la topographie, d'obtenir des emprises potentiellement inondables sur de petits bassins versants. L'application d'Exzeco au territoire de l'arc méditerranéen a été réalisée dans le cadre d'une étude interrégionale relative à la gestion des risques de ruissellement.

**Principe de la méthode**  
Un modèle numérique de terrain est nécessaire pour appliquer la méthode. Cette représentation de la topographie permet de calculer les thalwegs (chemins préférentiels de l'eau lorsqu'il pleut).

En modifiant légèrement la topographie de manière aléatoire (en la « brulant »), un nouveau thalweg peut être calculé.

Figure 2: De nombreuses itérations forment une surface

**Le modèle numérique de terrain (MNT)**  
Il représente les altitudes d'une zone géographique par des valeurs à l'échelle égale. Ce MNT est composé des points d'altitude sur une grille de carrés (pixels) tous les 2 mètres dans la direction Est/Ouest et tous les 2 mètres Nord/Sud.

222	222	222	222	222	222	222	222
222	222	222	222	222	222	222	222
222	222	222	222	222	222	222	222
222	222	222	222	222	222	222	222
222	222	222	222	222	222	222	222
222	222	222	222	222	222	222	222
222	222	222	222	222	222	222	222
222	222	222	222	222	222	222	222

Pour que la méthode fonctionne, il s'agit d'un nouveau calcul des valeurs du MNT en base - non modifiée en ajoutant 20 cm à certains pixels choisis au hasard.

Ruissellement sur l'Arc Méditerranéen - Application de la méthode ExZeco - 10 mai 2019 | 1

Utilisation des algorithmes de calcul D8 SIG  
Extension  
Surface drainée  
Disponible sur Cerema Data  
Attention données lourdes à afficher  
Avec Notice d'utilisation



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen  
09/11/2020



# AMÉLIORATION D'EXZECO ET EXZECO5M MIIAM

MNT

18	19	23	27	26
15	16	23	22	24
13	20	18	20	25
12	20	19	21	22
15	11	18	14	12

Directions

↓	↙	↙	↓	↘
↓	↙	←	↘	↘
↓	↙	↖	←	←
↘	↓	↘	↘	↓
→	↓	←	→	↓

Pixels drainés

1	1	1	1	1
3	10	1	3	1
14	1	7	3	1
16	1	1	1	1
1	21	1	1	4

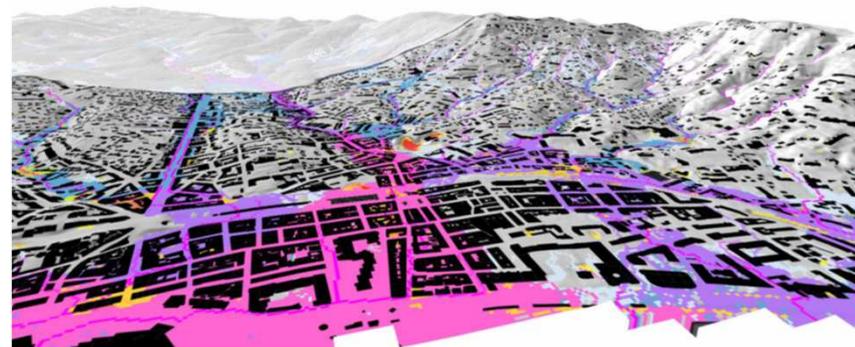
Talwegs

■	■		■	
■		■		
■				
	■			■

Classe de réseau hydrographique

- 3 < Pixels < 10
- Réseau > 10 pixels

- Application sur ~ 11 départements du sud France (DTM grid 5m)
- Intérêt crue éclair, ruissellement
- Information pour une surface à partir de 2 terrain de foot



# AMÉLIORATION D'EXZECO ET EXZECO5M MIIAM

## Calcul probabiliste

5000 tirages avec 0 ou 20 cm ajouté au MNT initial sur chaque pixel et Calcul D8

=> Résultat Exzeco 20 cm

Montée du MNT initial aux endroits touchés par Exzeco 20 cm (à partir d'une surface drainée 0,1 km<sup>2</sup>)

=> Résultat MNT 20 cm

# AMÉLIORATION D'EXZECO ET EXZECO5M MIIAM

MNT	initial	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm
Nombre de Bruitage 20 cm	5000	5000	5000	5000	5000
Exzeco	020 cm	040 cm	060 cm	080 cm	100 cm
Surface drainée	> 0.1 km <sup>2</sup>	> 0.5 km <sup>2</sup>	> 1 km <sup>2</sup>	> 5 km <sup>2</sup>	

Endoréisme	Lame eau	100 mm	200 mm	300 mm	400 mm	500 mm
	Surface drainée	0.01 km <sup>2</sup>	0.05 km <sup>2</sup>	0.1 km <sup>2</sup>	0.5 km <sup>2</sup>	1 km <sup>2</sup>
	Volume dépression	0.001 Mm <sup>3</sup>	0.01 Mm <sup>3</sup>	0.03 Mm <sup>3</sup>	0.2 Mm <sup>3</sup>	0.5 Mm <sup>3</sup>

# FOURNITURE EXZECO5M MIIAM

---

## Cuvettes

1 couche

- Calcul des dépressions, nécessaire à la méthode, permet de fournir ces cuvettes comme un résultat d'Exzeco

## Endoréismes

1 couche regroupant 5 calculs

- L'endoréisme d'un bassin versant est le fait qu'il ne se déverse pas dans un cours d'eau ou une mer, mais est au contraire clos, retenant ses eaux dans une cuvette fermée.

Exzeco 020,040,060,080,100

5 couches

- exzeco 100cm, produit principal mais également 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm (avec les classes de superficies drainés 0,01 / 0,05 / 0,1 / 0,5 / 1 / 5 / 10 / 50 km<sup>2</sup>) pour des usages plus spécifiques.



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# FOURNITURE EXZECO5M MIIAM



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# FOURNITURE EXZECO5M MIIAM

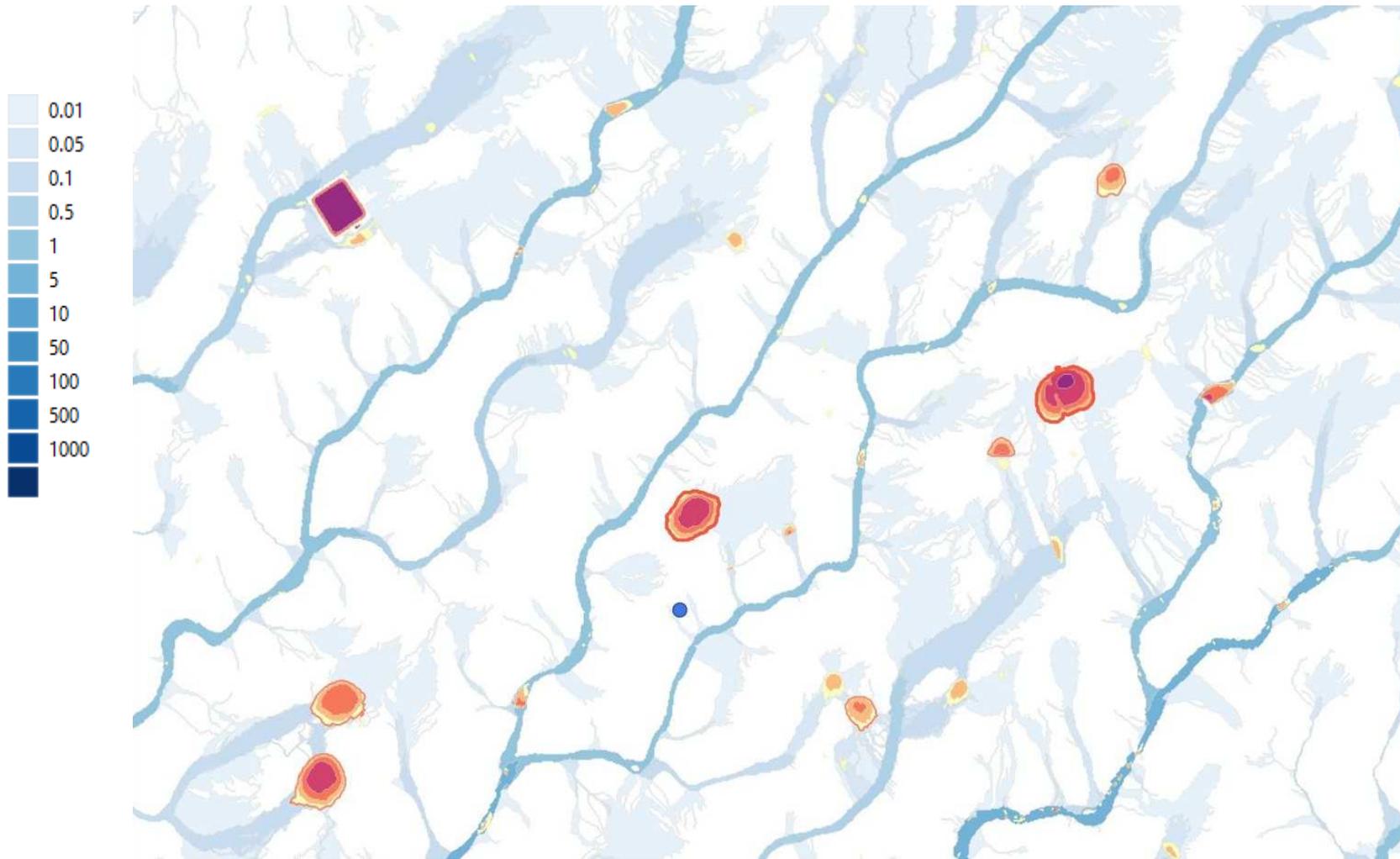


Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# FOURNITURE EXZECO5M MIIAM



# FOURNITURE EXZECO5M MIIAM



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# 3.

## LIMITES, VIGILANCE, ATTENTION, ACCÈS AUX DONNÉES



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# LIMITES

---

Pas d'information de hauteur,  
vitesse, débits

Valeurs subjectives

MNT et pas MNS

Incohérence du MNT

- Calcul Topographique
- Valeurs de bruitage et d'endoréismes choisis d'après l'expérience mais sans calage local
- Pas de prise en compte des bâtiments, murs...
- **POINT DE VIGILANCE IMPORTANT**



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# MNT INCOHÉRENCE

## Le MNT peut dater

- Ex: manque la nouvelle autoroute A9 à Montpellier!
- Mais les zones urbaines et agricoles ont souvent des modifications topographiques

## Des cuvettes et donc des calculs d'endoréismes peuvent être faux

- Lié au ré-échantillonnage (Cerema)
- Lié à un oubli de prise en compte d'un passage inférieur dans un remblai (IGN)
- Lié à la non intégration des ouvrages hydrauliques (buses...) des remblais dans le RGE Alti 1m.



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# MNT MÉLANGE DE TOPO DIVERSES

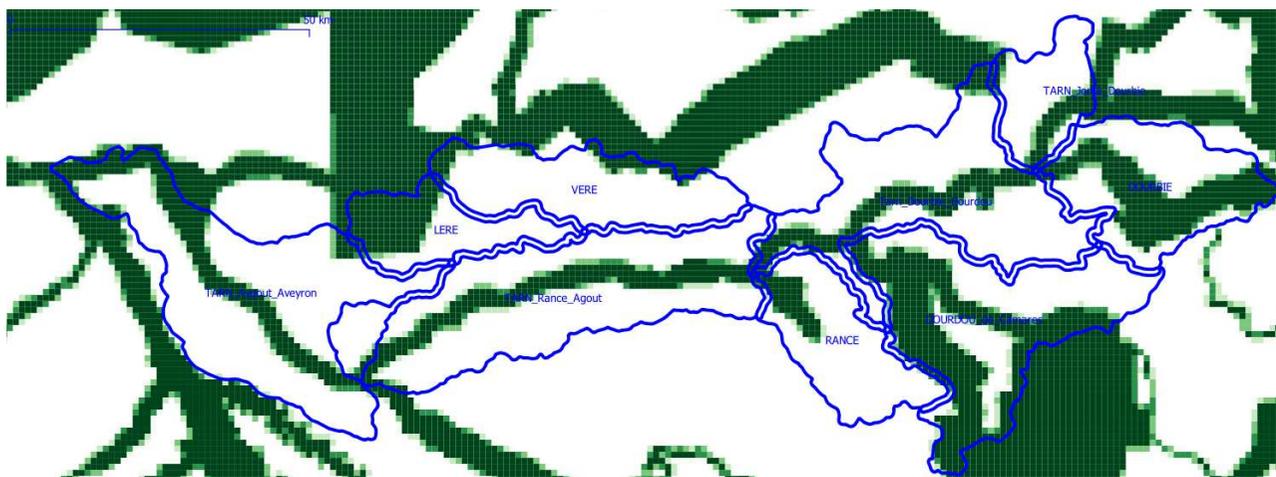
Vert: Secteur Lidar

Blanc: Autres sources de MNT

Secteurs Corse et Tarn avec beaucoup d'hétérogénéité du MNT que la livraison 2019

⇒ Réalisé sur demandes locales

⇒ Aygout à ajouter d'ici fin 2020



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# ATTENTION AUX RESULTATS

## Double calcul sur les limites de secteurs (limite de Bassins versants mal connues)

- Résultats cuvettes, endoréismes et Exzeco différents, prendre le maximum!!!

## Si on lance 2 fois le calcul Exzeco sur les mêmes données d'entrées, on n'a pas forcément le même résultat!!!!

- Très proche en zone avec relief, plus délicat sur des zones très planes

## Attention aux zones dans les étangs et en mer



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# EXZECO MIAM

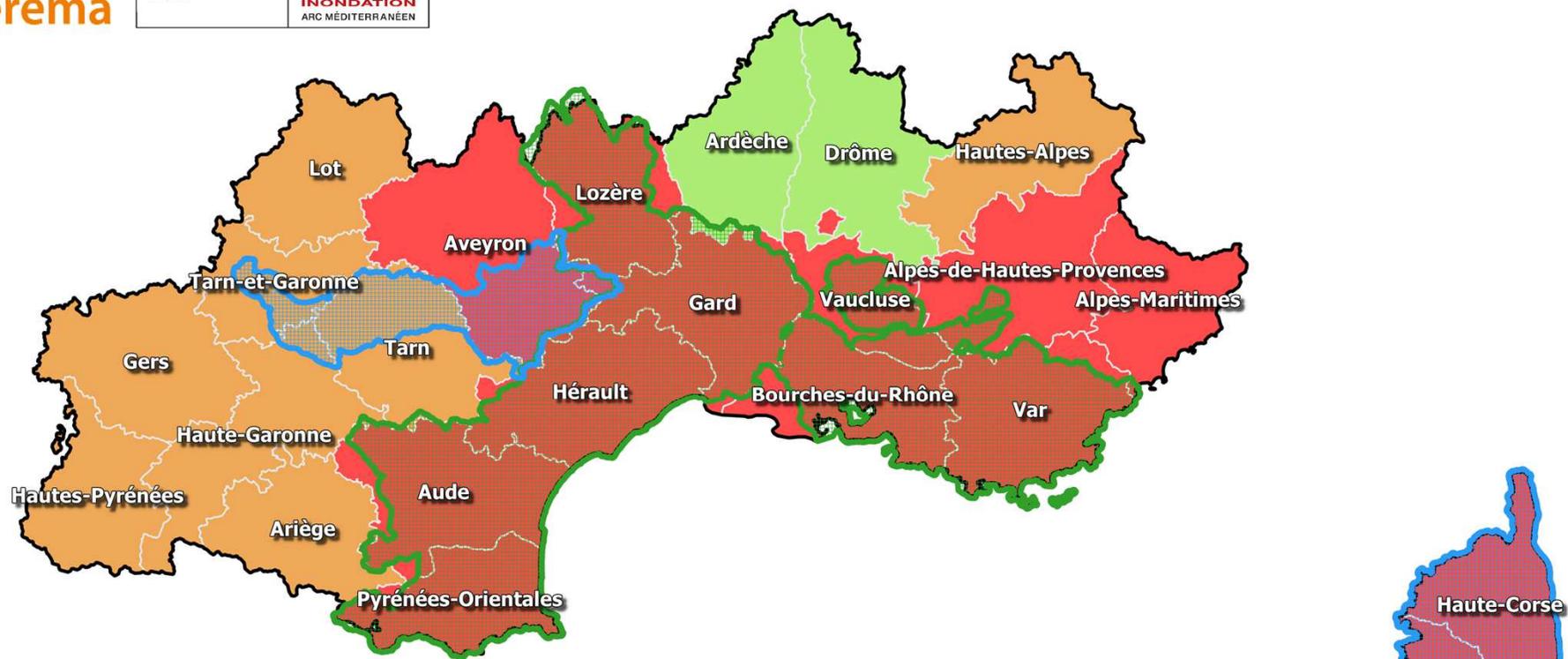
Exzeco MIAM 5m est une **DONNEE BRUTE** non expertisée



**A vous de prendre en main si vous le voulez**

**Et de voir sur votre territoire l'intérêt**

- Regardez ce que cela donne par rapport à des études existantes locales
- **Mais surtout regardez à coté de chez vous si vous habitez dans un territoire traité**



□ Zone d'action de la mission "Inondation Arc Méditerranéen"

Départements rattachés

■ Départements rattachés à l'Arc Méditerranéen hors de la Zone de Défense et Sécurité Sud

■ Départements rattachés à l'Arc Méditerranéen appartenant à la Zone de Défense et Sécurité Sud

■ Autres Départements de la Zone de Défense et Sécurité Sud également exposés à des pluies intenses et des inondations rapides

Traitements Exzeco

■ Livraison 2020

■ Livraison 2019



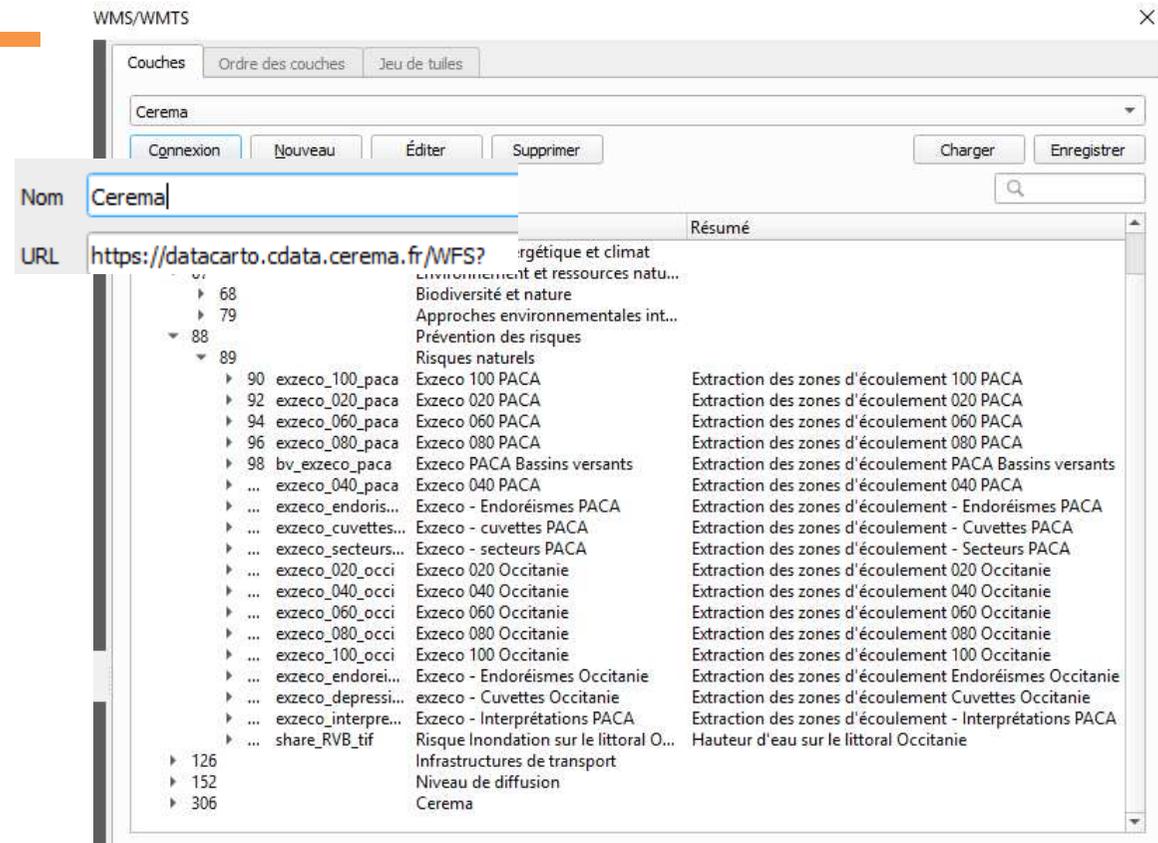
# EXZECO MIIAM SUR CDATA CEREMA

Format/Protocole échange classique WMS/WFS

Ceremadata visible sur data.gouv.fr, datasud

Cartes WEB avec accès départemental

Accès Public



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# EXZECO MIAM SUR CDATA CEREMA

Fichier Édition Affichage Historique Marque-pages Outils Aide

Carte Ruissellement sur l'Arc Médit. x

https://carto.cdata.cerema.fr/1/EXZECO\_PACA\_DPTS.map

Les plus visités Débuter avec Firefox

Carte Ruissellement sur l'Arc Méditerranéen: Résultats Exzeco en Région Provence Alpes Côte d'Azur par départements

Interroger Mesurer Localiser Sauvegarder Ouvrir

Données Rechercher

Couches Voir les légendes

- Interprétations
- Dpt 04 - Alpes de Haute Provence
- Dpt 06 - Alpes Maritimes
- Dpt 13 - Bouches du Rhône
  - Endorismes Dpt13 Bouches du Rhône
  - Cuvettes Dpt13 Bouches du Rhône
  - 020 Dpt13 Bouches du Rhône
  - 040 Dpt13 Bouches du Rhône
  - 060 Dpt13 Bouches du Rhône
  - 080 Dpt13 Bouches du Rhône
  - 100 Dpt13 Bouches du Rhône
- Dpt 83 - Var
  - Endorismes Dpt83 Var
  - Cuvettes Dpt83 Var
  - 020 Dpt83 Var
  - 040 Dpt83 Var
  - 060 Dpt83 Var
  - 080 Dpt83 Var
  - 100 Dpt83 Var

Aide

ATTENTION: Vu le poids important des couches, le temps de chargement peut être

Ne plus afficher au chargement



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# 4. USAGES EXZECO



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# MATINÉES EXZECO SEPTEMBRE 2019

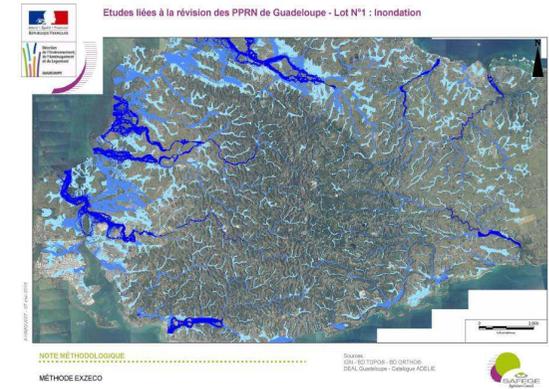
## BE privés (SUEZ-SAFEGE, CEREG, PREDICT)

- Développement d'EXZECO ou utilisation
- Méthode rapide et exhaustive pour identifier les secteurs à enjeux susceptibles d'être inondés
- où une modélisation hydraulique peut-être nécessaire pour qualifier plus finement l'aléa.

## Objectifs:

- Schémas directeurs des eaux pluviales, PPRi, PLU, PAC.
- Intégration pour la gestion de crise

## Difficulté à vulgariser la méthode



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# MATINÉES EXZECO SEPTEMBRE 2019

## DDTM (13 et 30)

- PAC pour les documents de planification
- Avis sur plan de planification arrêtés
- Possible intégration PLU.

Difficulté à choisir la couche ou la classe d'Exzeco => Expertise

Discussion sur limite ruissellement/débordement de cours d'eau

### Utilisation d'Exzeco dans les Bouches du Rhône

#### 1. Utilisation d'Exzeco

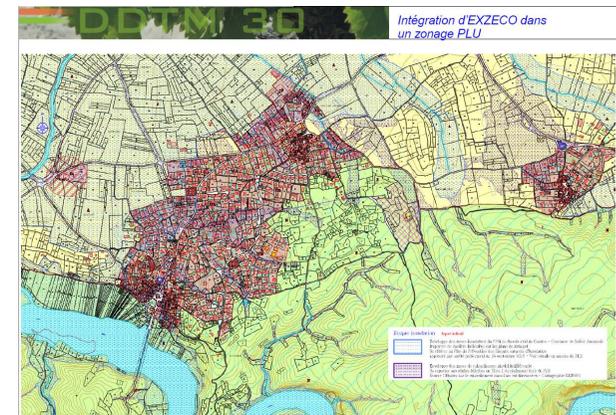
- dans les PAC pour les documents de planification
- dans les avis sur les documents de planification arrêtés

#### 2. Comparaison avec l'ancienne donnée Exzeco par rapport au millésime 2019

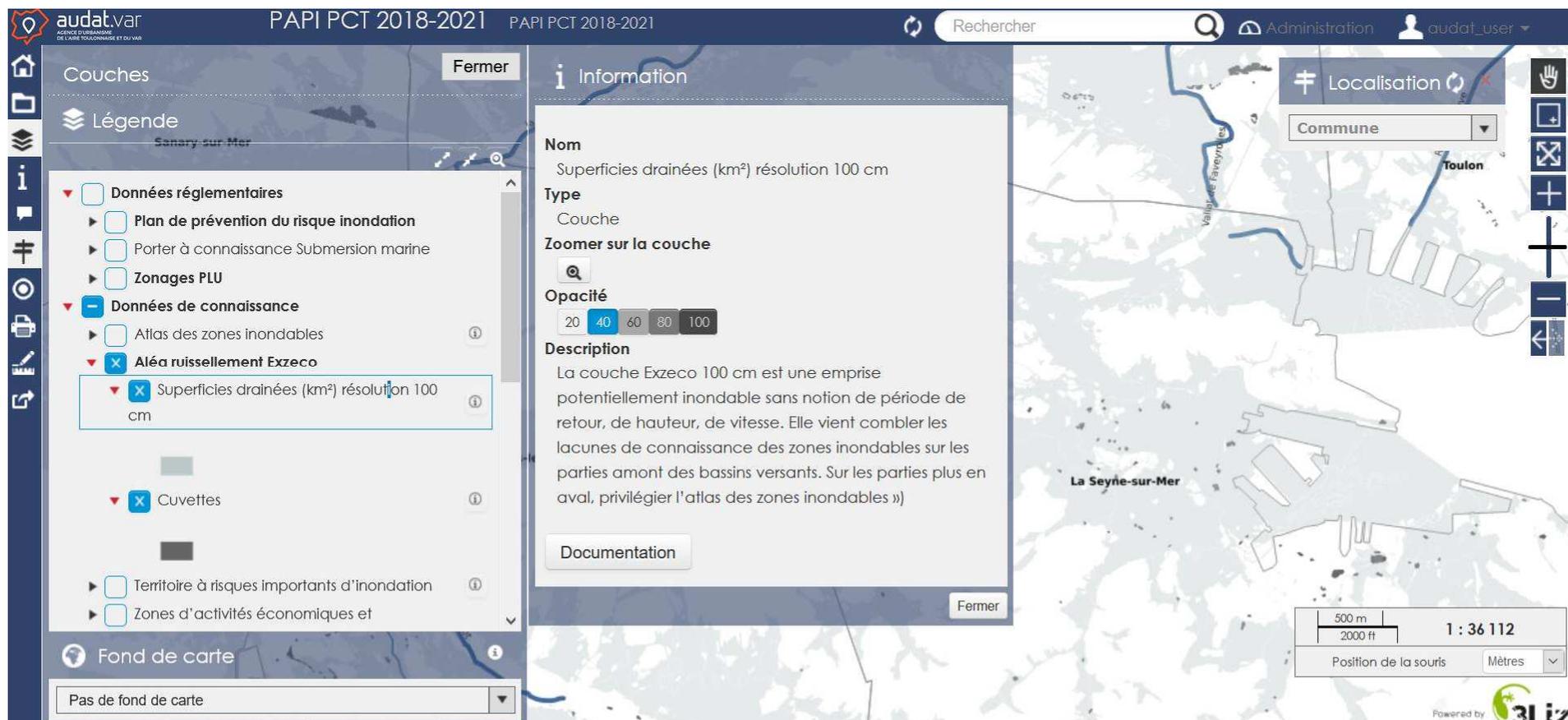
#### 3. Comparaison avec une étude hydraulique 2D sur le bassin des Ayalades

#### 4. Comparaison avec une étude hydraulique 2D sur le bassin de la Cadière

2



# PAPI PETITS CÔTIERS TOULONNAIS



The screenshot shows the 'audat.var' web application interface. The main map displays the coastal area of Toulon, with a layer for 'Superficies drainées (km²) résolution 100 cm' selected. The left sidebar contains a 'Légende' (Legend) with categories: 'Données réglementaires' (Plan de prévention du risque inondation, Porter à connaissance Submersion marine, Zonages PLU) and 'Données de connaissance' (Atlas des zones inondables, Aléa ruissellement Exzeco, Superficies drainées (km²) résolution 100 cm, Cuvettes, Territoire à risques importants d'inondation, Zones d'activités économiques et). The 'Information' panel for the selected layer provides details: 'Nom: Superficies drainées (km²) résolution 100 cm', 'Type: Couche', 'Zoomer sur la couche' (with a search icon), 'Opacité' (slider from 20 to 100), and 'Description: La couche Exzeco 100 cm est une emprise potentiellement inondable sans notion de période de retour, de hauteur, de vitesse. Elle vient combler les lacunes de connaissance des zones inondables sur les parties amont des bassins versants. Sur les parties plus en aval, privilégier l'atlas des zones inondables »). A 'Documentation' button is also present. The map includes a scale bar (500m/2000ft), a scale of 1:36112, and a 'Position de la souris' dropdown set to 'Mètres'. The interface is powered by 3Liz.

**Outils WEB en préparation pour la prise en compte des inondations dans les documents d'urbanisme**  
**Accès avec mot de passe, Exzeco comme Données de connaissance**



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

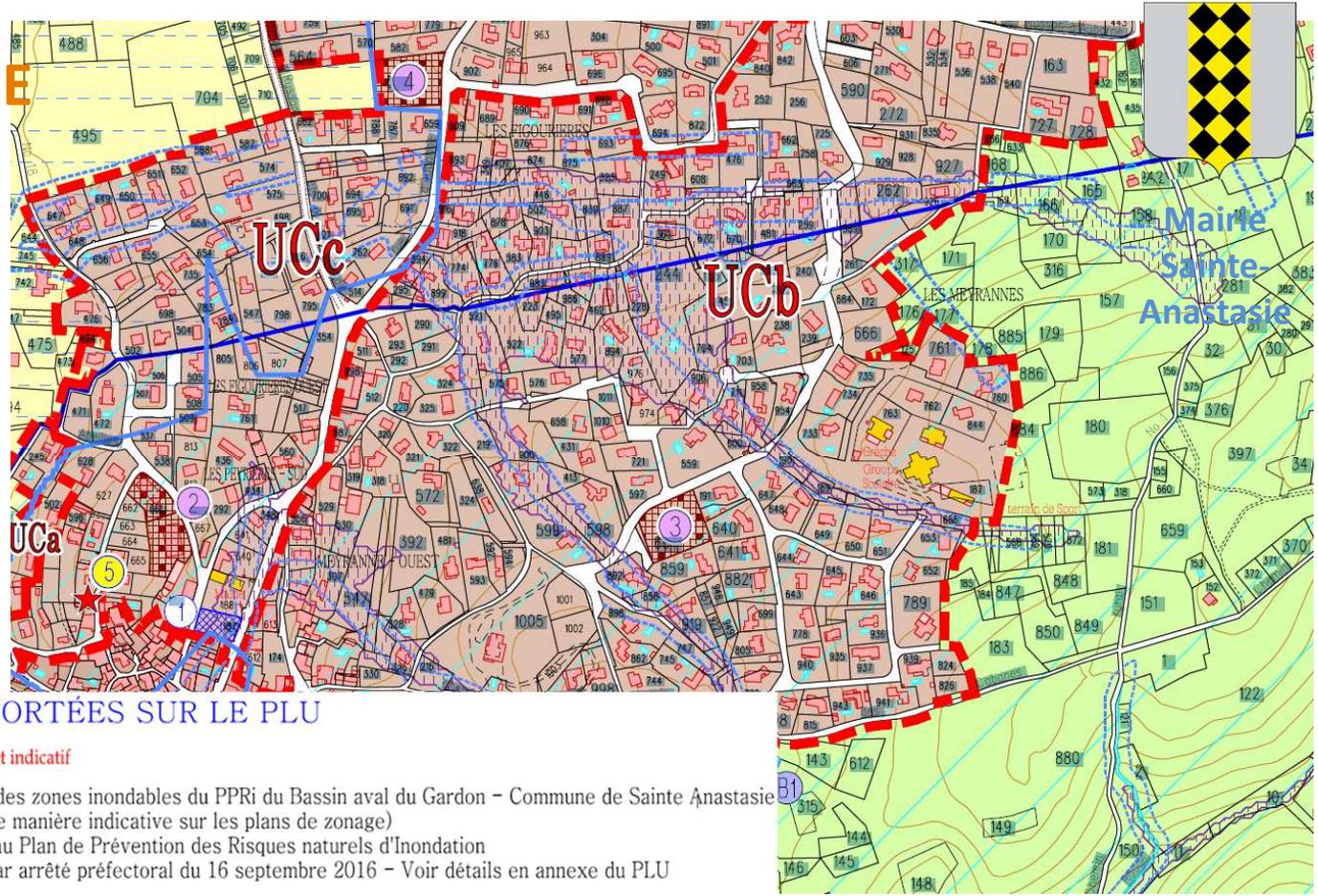
09/11/2020



# SAINTE-ANASTASIE

Fortes  
corrélation  
pluie 2014 /  
Exzeco

Intégration  
dans le PLU



## DISPOSITIONS REPORTÉES SUR LE PLU

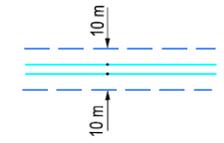
Risque inondation Report indicatif



Enveloppe des zones inondables du PPRi du Bassin aval du Gardon - Commune de Sainte Anastasie (reportée de manière indicative sur les plans de zonage)  
Se référer au Plan de Prévention des Risques naturels d'Inondation approuvé par arrêté préfectoral du 16 septembre 2016 - Voir détails en annexe du PLU



Enveloppe des zones de ruissellement pluvial indifférencié  
Se reporter aux règles édictées en Titre 1 du règlement écrit du PLU  
Source : Etudes sur le ruissellement dans l'arc méditerranéen - Cartographie EXZECO



Bandes de 10 mètres de part et d'autre des cours d'eau, fossés et axes de ruissellement

<https://www.sainte-anastasie.fr/fr/urbanisme>



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



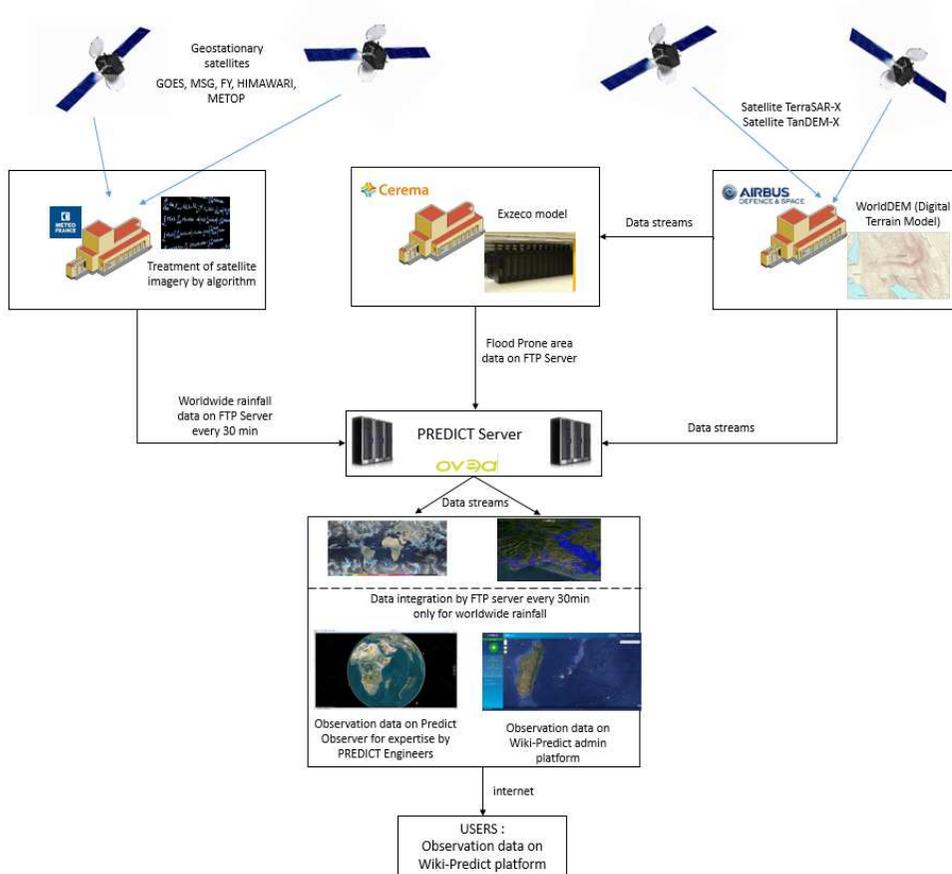
# COULÉES DE BOUE (SMMAR)

## Test d'utilisation d'Exzeco pour pré-identifier les coulées de boue

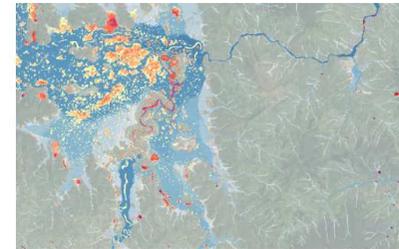


# COSPARIN

Contribution du Spatial à l'Analyse du Risque Inondation  
 Projet Agence Spatiale Européenne



Projet Cosparin  
 Secteur Andapa  
 Bilan 08/09/2020



<https://business.esa.int/projects/cosparin>



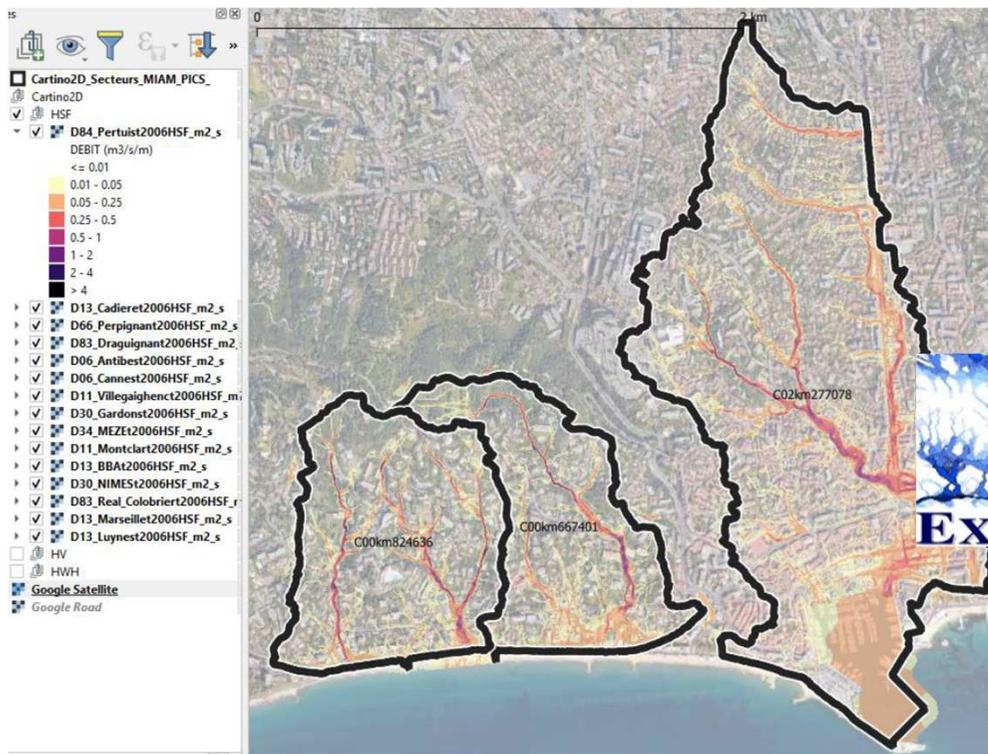
Webinaire Exzeco  
 Arc Méditerranéen

09/11/2020



# CARTINO 2D

Cartographie hydraulique des inondations de petits bassins versants (Cartino2D) sur 15 secteurs tests de l'Arc Méditerranéen (envoi 3/06/2020)



## • Méthode

Découpage intelligent en secteurs hydrologiquement indépendants

- Travail sur des « bassins » jusqu'à 10-20 km<sup>2</sup> maxi

Modélisation hydraulique automatique 2D avec le logiciel Telemac2D (mode Pluie/débit)

## Maillage 2D automatisé



Basé sur Lidar (IGN)

- Pluies statistiques (SHYREG INRAE)
- Ouvrages hydrauliques intégrables



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020



# 5. ECHANGES FINAUX, VISUALISATION SOUS SIG

Liens utiles:

<http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/ruissellement-sur-l-arc-mediterraneen-application-a11973.html>

<https://www.cerema.fr/fr/actualites/modelisation-du-ruissellement-bassins-versants-methode>

Pour aller plus loin sur le ruissellement Colloque SHF fin du mois

<https://www.shf-hydro.org/manifestations/risque-ruissellement/>



Webinaire Exzeco  
Arc Méditerranéen

09/11/2020

