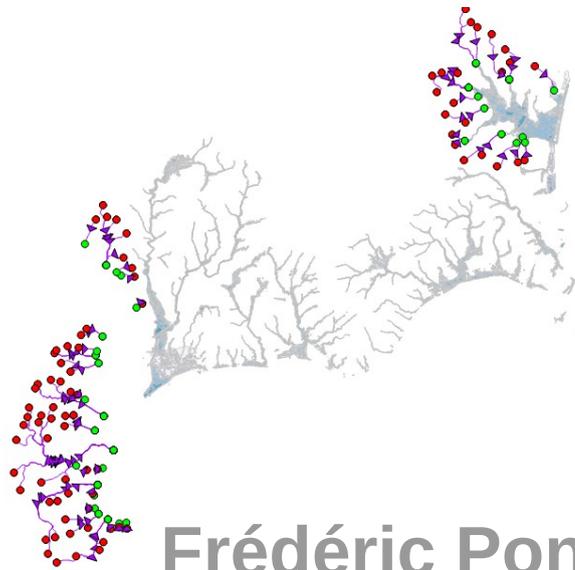


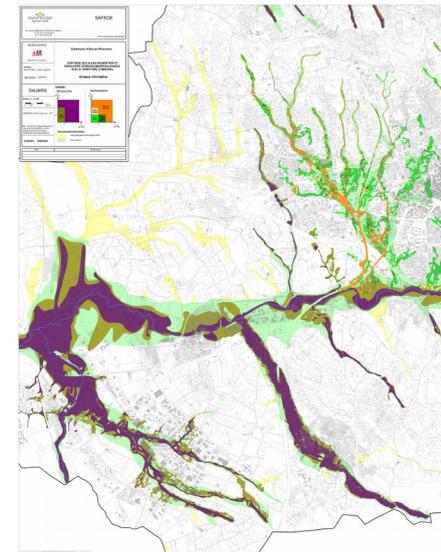
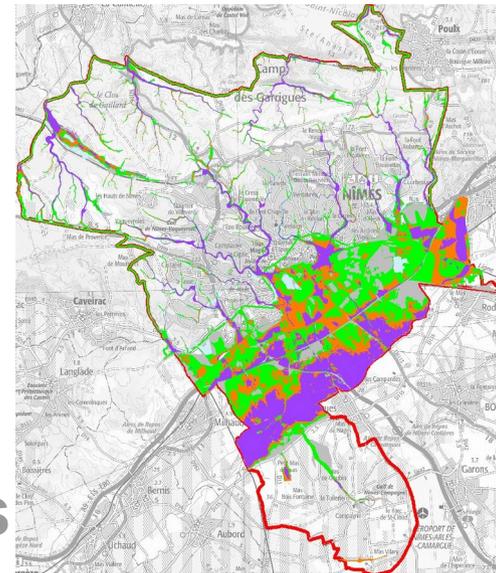


# Cerema

## Méthodes de connaissance de l'aléa dit « ruissellement »



Frédéric Pons



Cerema Méditerranée

# Sommaire

- Ce que l'on ne sait pas faire ou expliquer (sans aller sur place)
- Les méthodes hydrauliques classiques localement
- Les méthodes développées au Cerema pour de grands territoires
  - Exzeco et EAIPce
  - Cartino
- Les autres types de méthodes à grand rendement
  - Base de données SHYREG
  - Méthodes à score
  - Méthodes d'érosion
- Le mélange de méthodes
  - Nîmes, Aix en Provence

# Ce que l'on ne sait pas faire... sans visite locale

Auto-Inondation à la parcelle ou à la voirie immédiate à la création ou avec le temps

- Exemples nombreux
  - Seuil de garage, de porte au niveau ou en dessous du terrain alentour au départ ou au fil du temps (surélévation de chaussée, aménagement urbain)
- Possible explication des retours de sinistres et assureurs.



*Niveau de la maison plus bas que le terrain alentour – Photo Cerema*

**=> Bon sens à avoir par le particulier, l'aménageur privé ou public et le contrôle public**



Entrée de garage plus basse que la route (route présente avant les constructions)



PRIERE LAISSER LE POT SOUS LE TUYAU D'EAU DE PLUIE EN ATTENDANT  
QUE LE DEVANT DE MON PORTILLON SOIT RECTIFIE ; MON GARAGE EST  
INONDE :  
MERCI A MONSIEUR [REDACTED] QUI DOIT S'EN OCCUPER DEPUIS TROIS

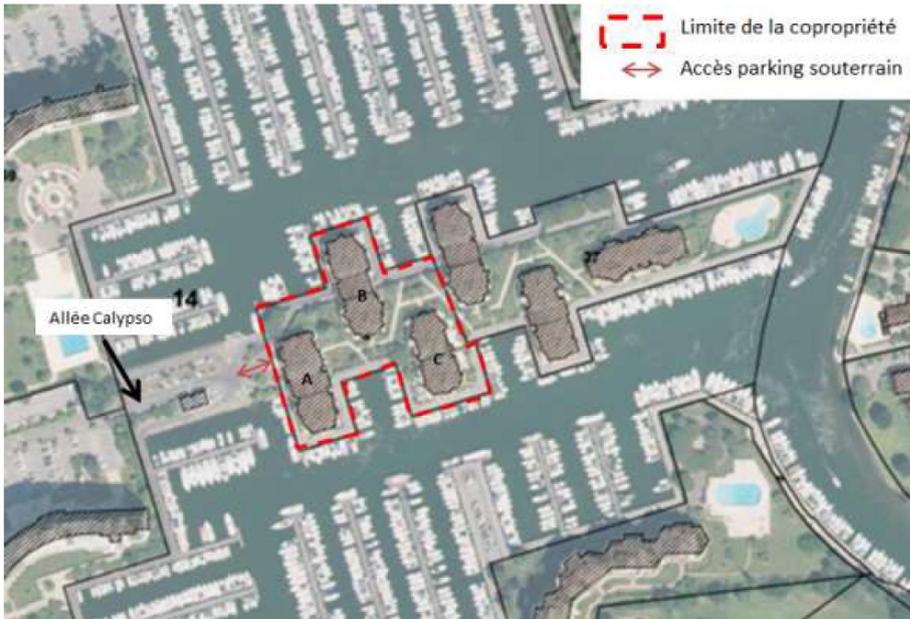
# Ce que l'on ne sait pas faire... sans visite locale

## Auto-Inondation à la parcelle ou à la voirie immédiate

- Rex Artelia Mandelieu

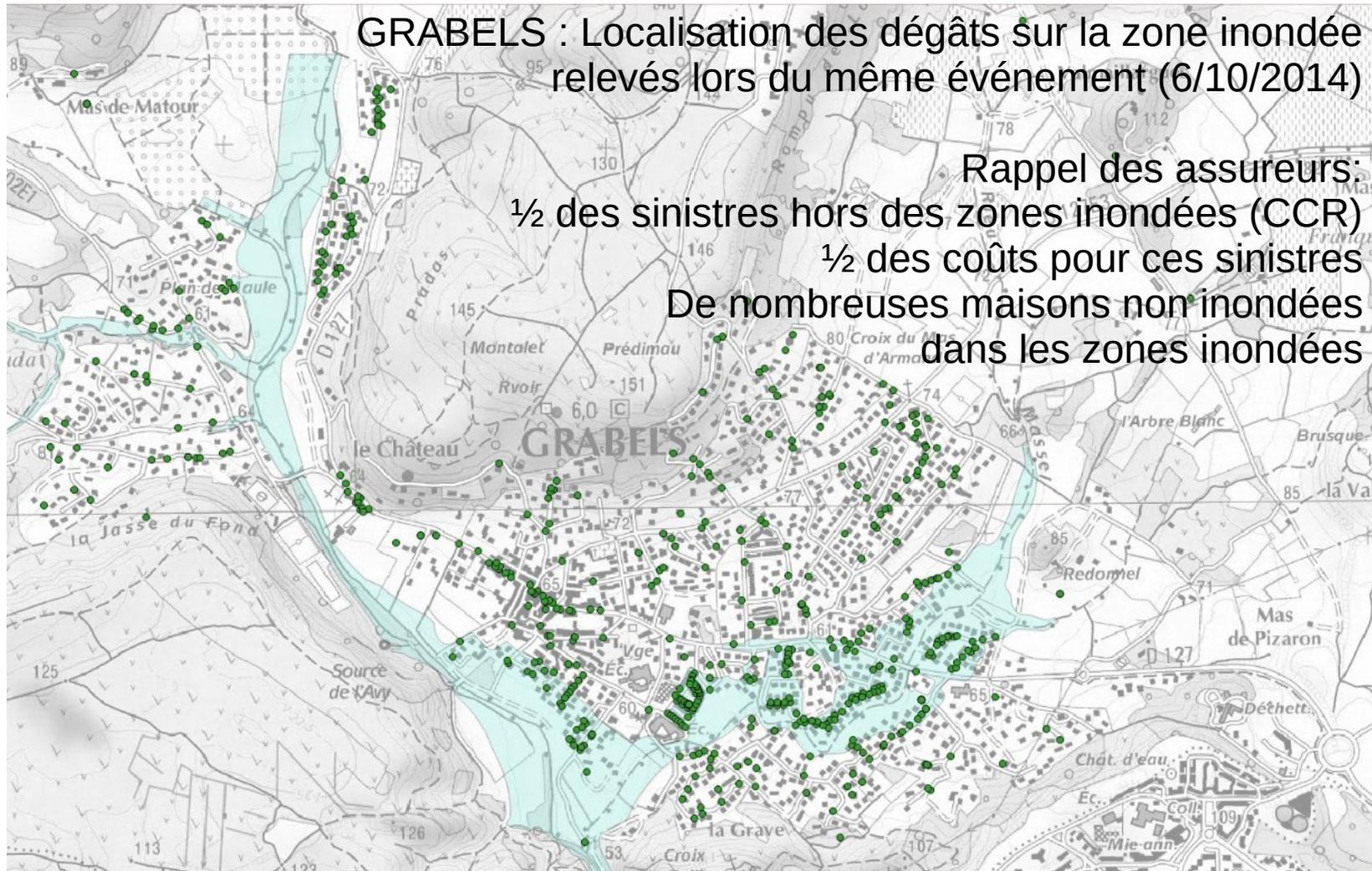
### SCENARIO D'INONDATION RETENU : DETAILS DES HAUTEURS D'EAU ATTENDUES SUR LA COPROPRITE

L'identification des vulnérabilités dans la suite du diagnostic est basée sur le scénario majorant, soit l'évènement d'octobre 2015 (hauteurs proches de celles du PPRi).



<b>Hauteur d'eau au niveau de l'entrée du parking souterrain (évènement d'octobre 2015)</b>	5 à 10 cm
<b>Visualisation du niveau au droit de l'accès du parking souterrain</b>	
<b>Hauteur d'eau au niveau de l'accès à la cave du bâtiment B (évènement d'octobre 2015)</b>	5 à 10 cm

# Ce que l'on ne sait pas expliquer



GRABELS : Localisation des dégâts sur la zone inondée relevés lors du même événement (6/10/2014)

Rappel des assureurs:  
1/2 des sinistres hors des zones inondées (CCR)  
1/2 des coûts pour ces sinistres  
De nombreuses maisons non inondées dans les zones inondées

pour

# Méthodes hydrauliques classiques

Les méthodes employées dans la connaissance des aléas inondations cours d'eau sont utilisables

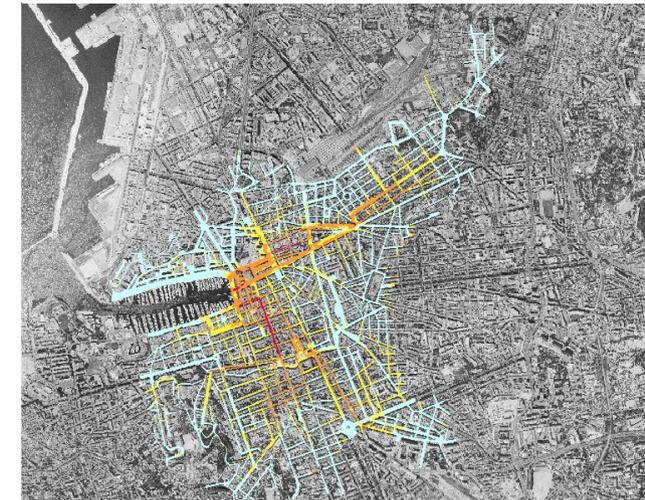
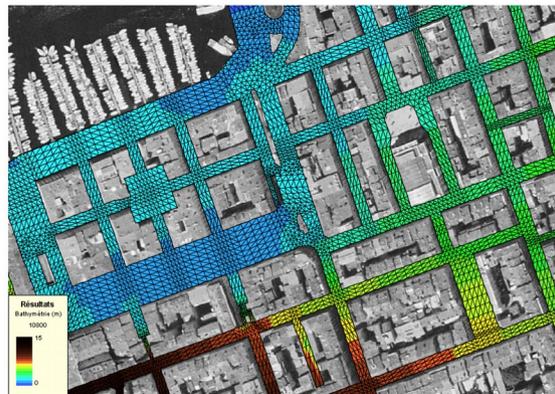
- Hydrogéomorphologie => AZI



- Modélisation 1D pour les thalwegs secs



- Modélisations 2D sur des écoulements plus complexes



# Méthodes hydrauliques classiques

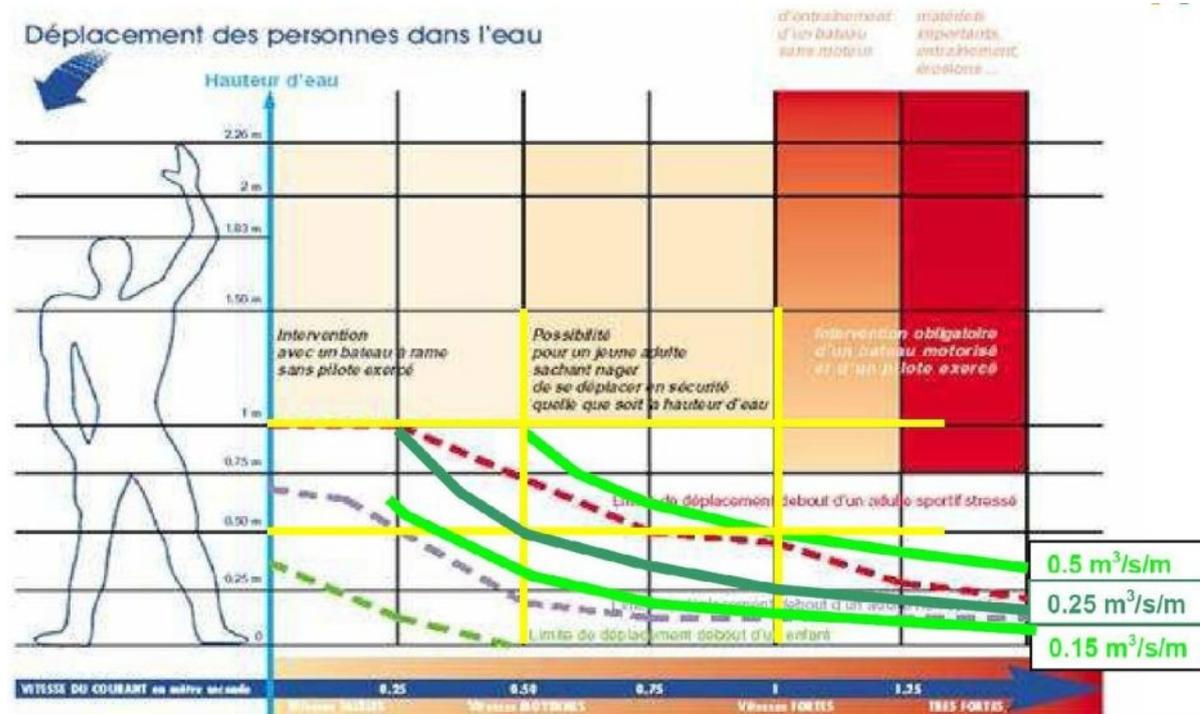
Les difficultés résident dans

- Les **INCERTITUDES** ou la forte influence de paramètres locaux non contrôlables
  - Débits, micro-topographie, embâcles, comportement ouvrages...

## MAIS IL Y A DES CERTITUDES

Critères classiques parfois délicats

- T100, Hauteur, Vitesse
- forte pente, faible hauteur, très forte vitesse => Aléa Très fort ?
- Débit linéique utilisé hauteur eau x vitesse (Ajaccio, Marseille)



source DDE84, Guide guide PPR inondations, note complémentaire sur le ruissellement péri-urbain croisé avec le débit linéique (Sogreah)

# EXZECO

Extrait diapo de 2009 sur la base d'Exzeco toujours d'actualités



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

# ExzeCO (EXtraction des Zones d'ECoulements)

Méthode actuellement 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
- Paramètres, 1: hauteur de Remplissage ou Bruitage, 2: Nombre d'itérations, 3: Surface drainée minimale

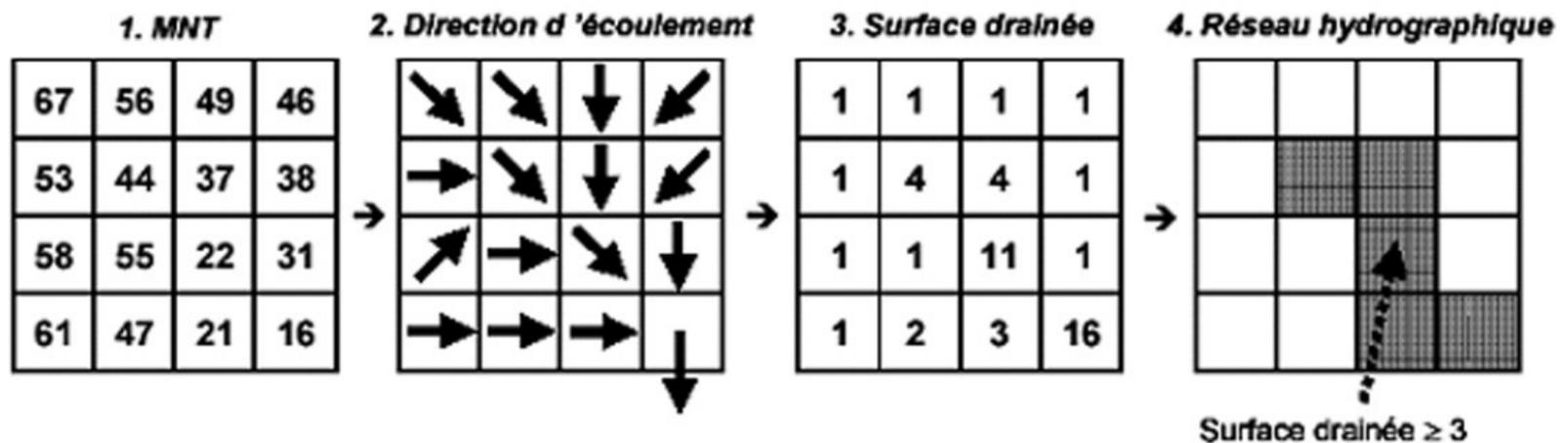
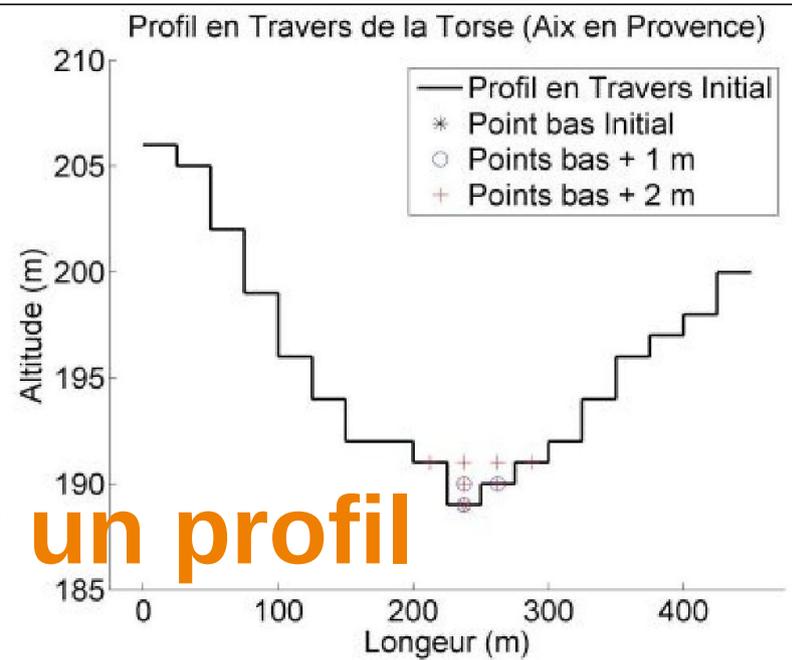
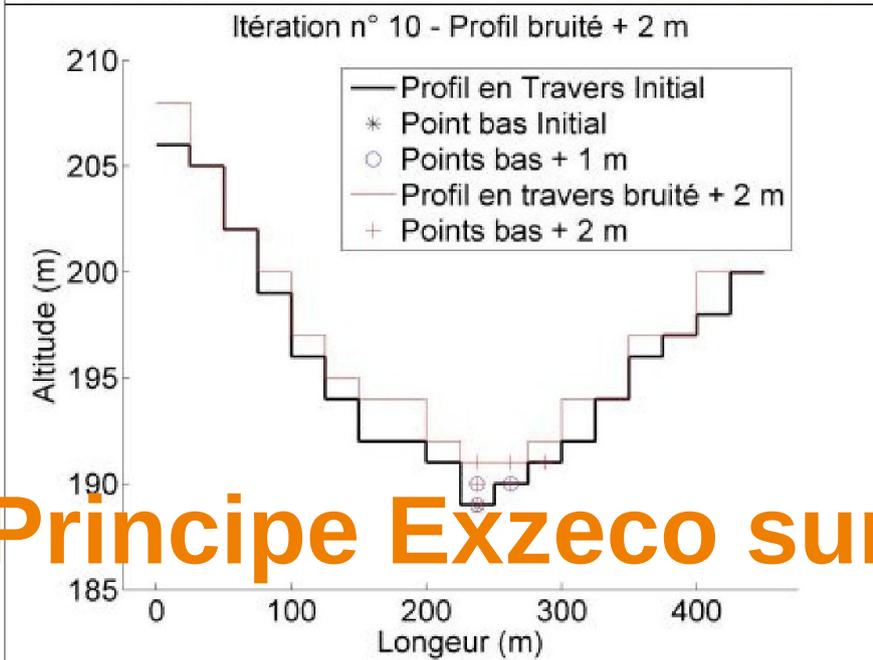
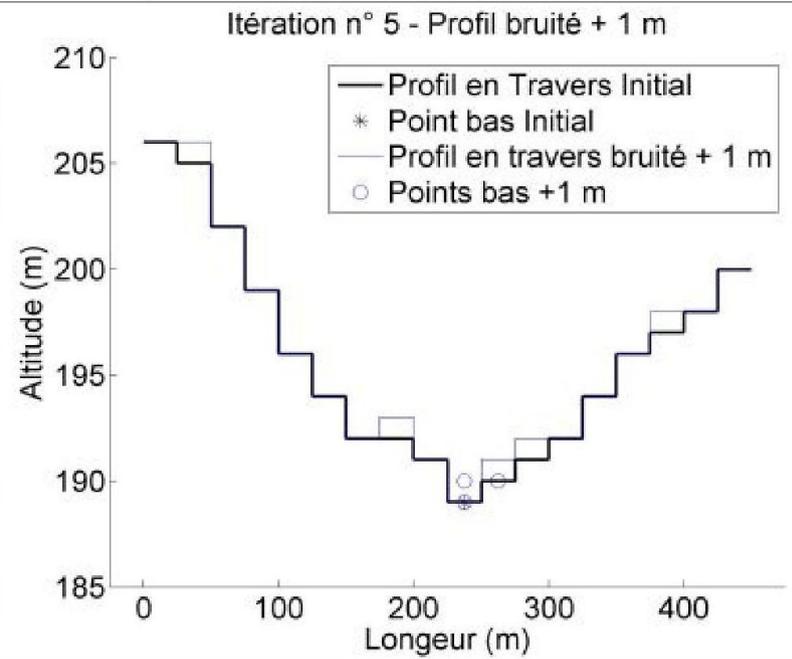
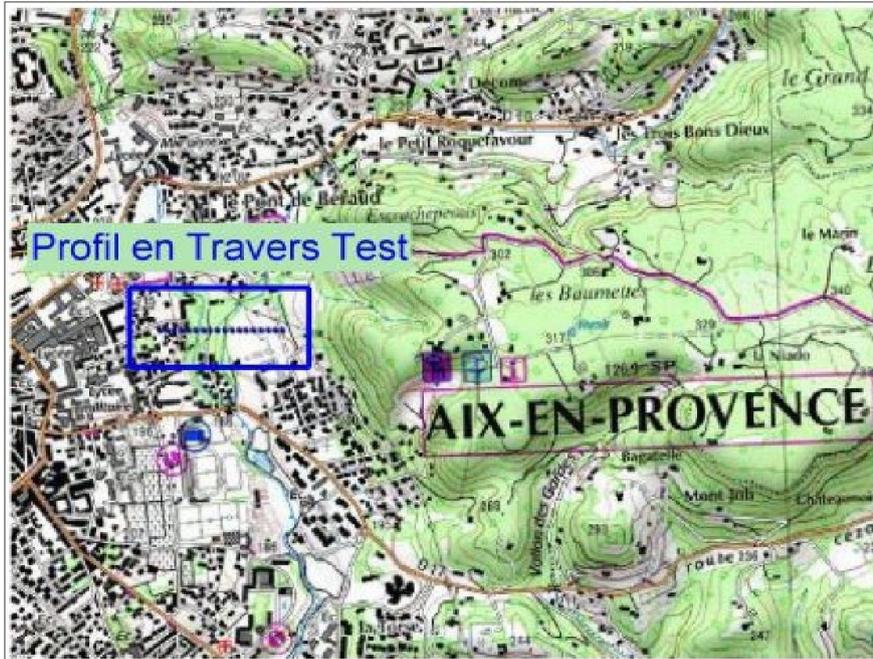
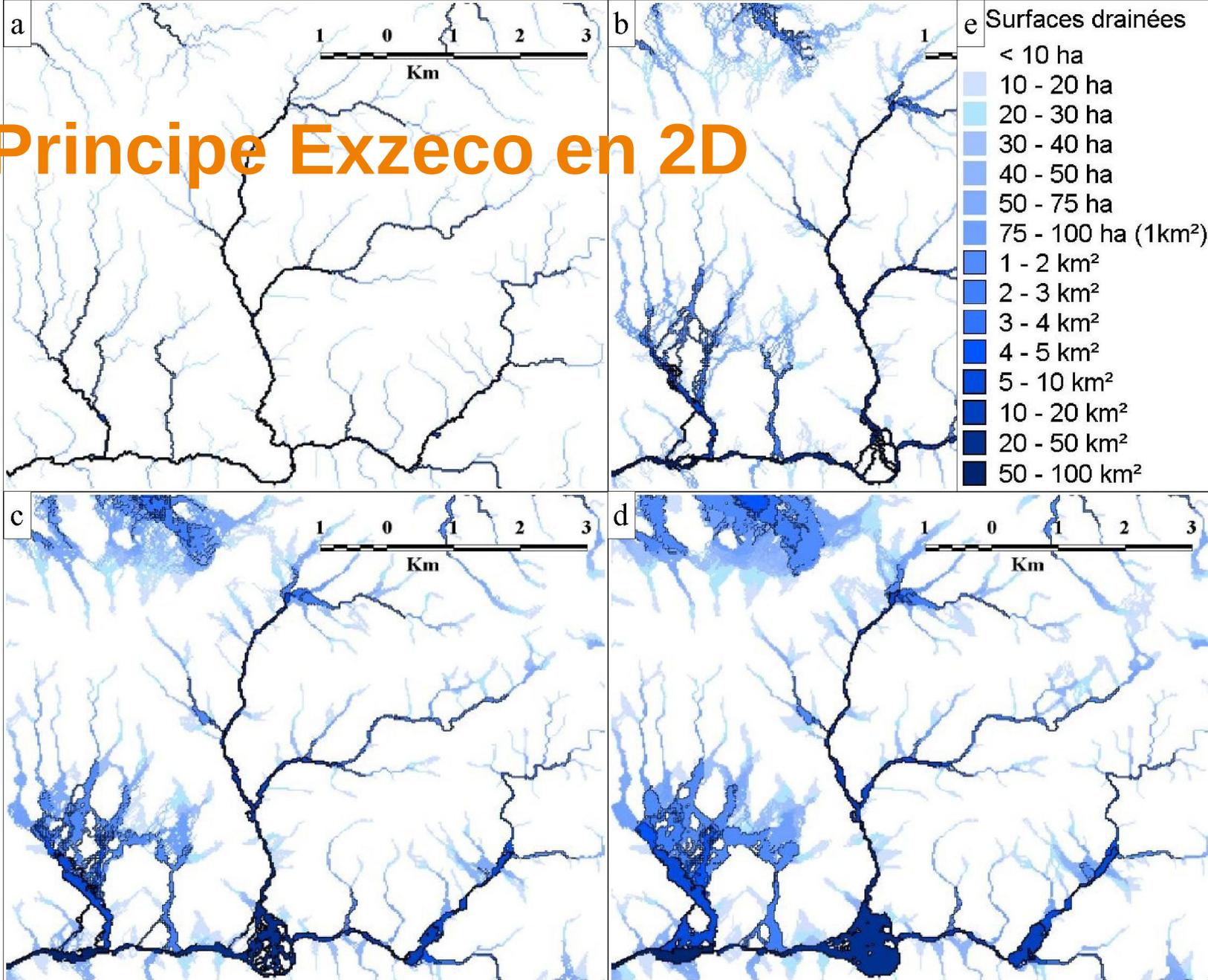


Figure 4 : Calcul du réseau hydrographique par la méthode D8 avec un seuil de surface drainée



# Principe Exzeco sur un profil

# Principe Exzeco en 2D



# Utilisations Exzeco

Exzeco 1m au pas de 25m a été développé en priorité pour être intégré à l'EAIPce de l'EPRI

**Rappel EAIPce** (comprenant débordement de cours d'eau, y compris les débordements des petits cours d'eau à réaction rapide (thalwegs secs), les inondations des cours d'eau intermittents et les inondations des torrents de montagne)

Il existe d'autres utilisations :

- Comparaison zones inondées inondables (Rex Var)
- Utilisation Exzeco 25m dans le règlement PPRi Dracenie
- Travail sur des MNT plus fins (intégration Exzeco 5m dans PPRi Nîmes)
- Appropriation de la méthode EXZECO par le BE SAFEGE (nombreux schémas assainissement)
- Et d'autres moins connues (Travail Gard, Var...) par le Cerema

# Exzeco1m MNT25m – avantages, limites et disponibilité

## ATTENTION EXZECO N'EST PAS DIRECTEMENT UNE ZONE INONDABLE

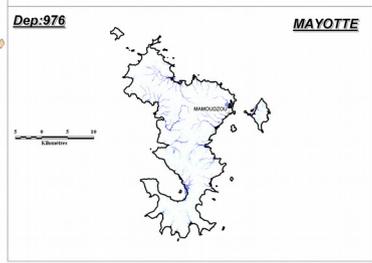
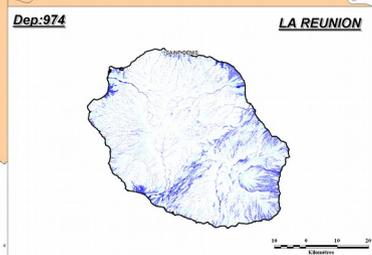
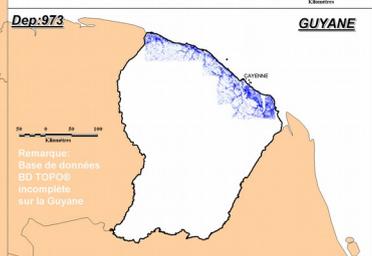
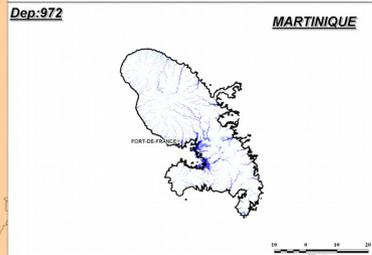
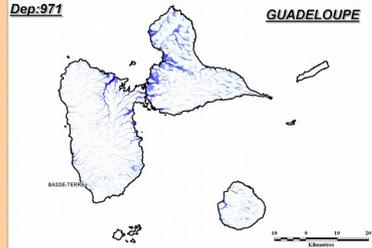
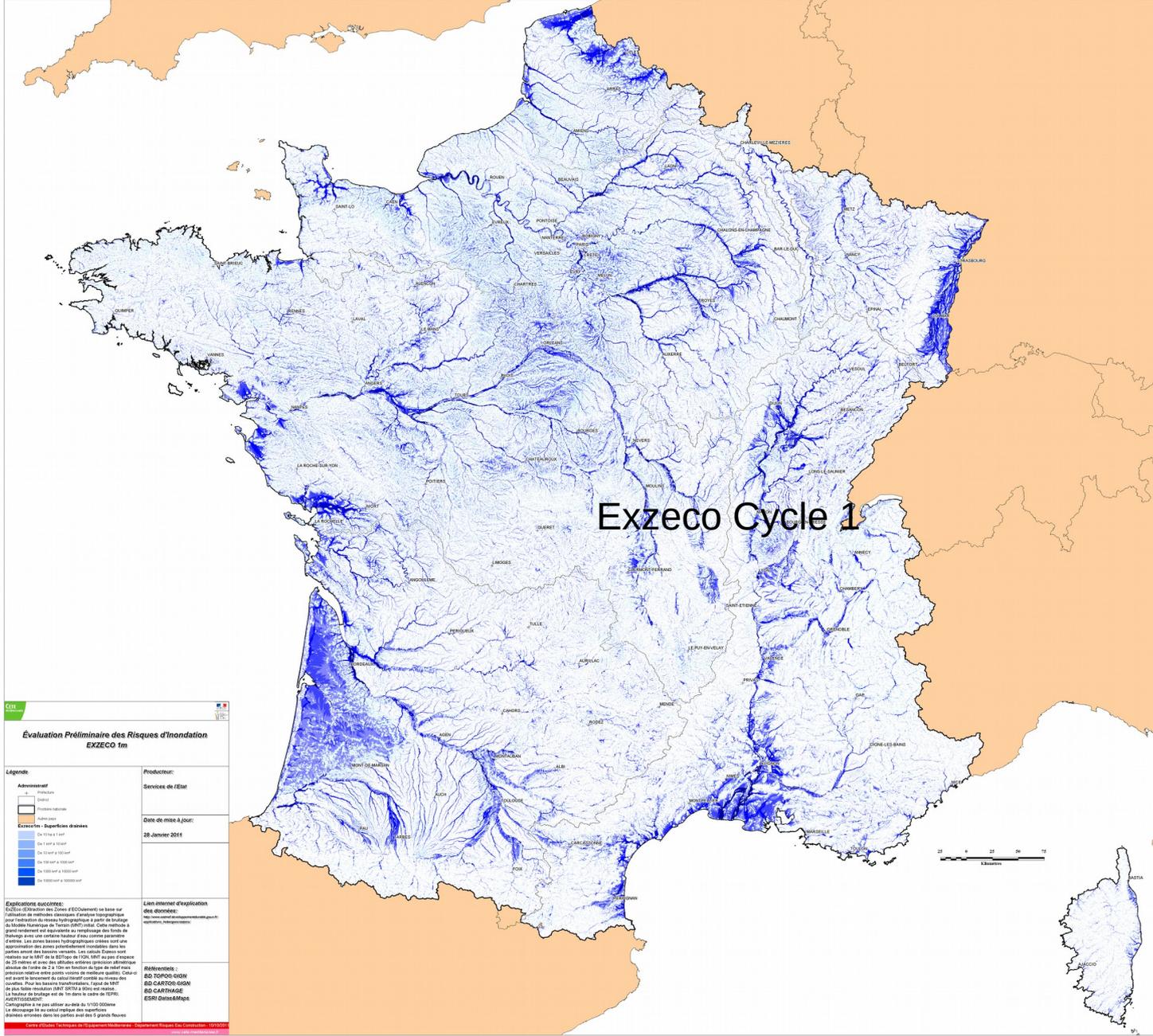
- Données EXZECO1m à disposition des services Etat depuis janvier 2011
  - Sous donnée cuvette importante (Zone karstique...)
- Données EAIP dispo depuis fin 2011 France entière pour les services de l'État et sur le bassin RM pour le grand public

### Avantage

- Couvre toute la France
- Permet de bien gérer des formes que les outils les + performants ont du mal (cône de déjection)

### Limites

- MNT 25m altitude entière
- Hauteur de bruitage de 1m trop faible ou trop grande
- Surestimation zones planes ? Landes, Plaine de la Crau, amont BV



**Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation EXZECO 1m**

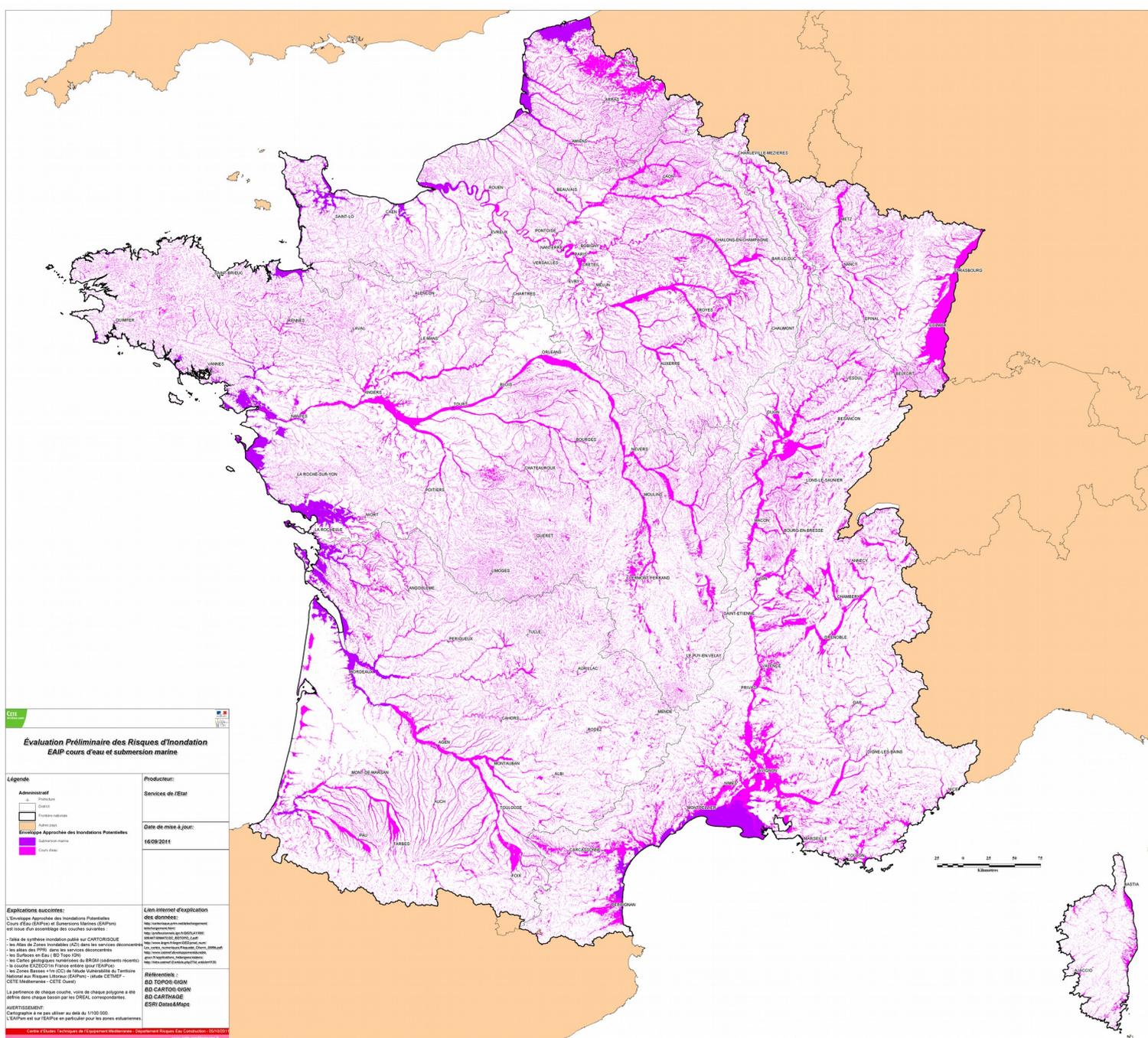
**Légende:**

<b>Adressement</b>	<b>Produit:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Profondeur</li> <li>Largeur</li> <li>Profilage national</li> <li>Autre type</li> </ul>	Services de l'Etat
<b>Courbes Superficies d'inondation</b>	<b>Date de mise à jour:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>De 100 m à 1000 m</li> <li>De 1 m à 100 m</li> <li>De 10 m à 100 m</li> <li>De 100 m à 1000 m</li> <li>De 1000 m à 10000 m</li> <li>De 10000 m à 100000 m</li> </ul>	28 Janvier 2011

**Explications succinctes:**  
 L'Exzeco (Édition des Zones d'Exzeco) se base sur l'élaboration de surfaces d'inondation topographique pour l'extrapolation à des zones hydrographiques à partir de données de Modèles Numériques de Terrain (MNT) avec une résolution à 10 mètres et un pas de 10 mètres. Les zones hydrographiques ont été représentées par des courbes de niveau et des courbes de débit. Les zones hydrographiques ont été représentées par des courbes de niveau et des courbes de débit. Les zones hydrographiques ont été représentées par des courbes de niveau et des courbes de débit.

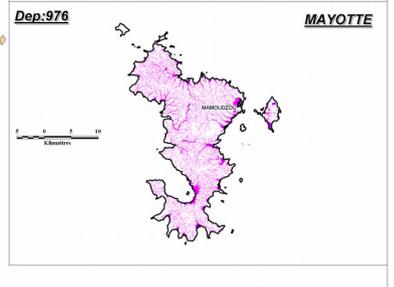
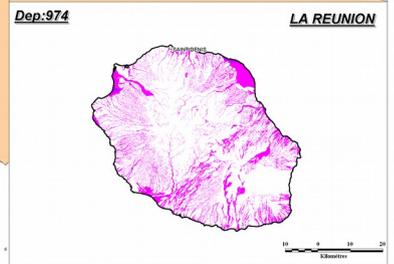
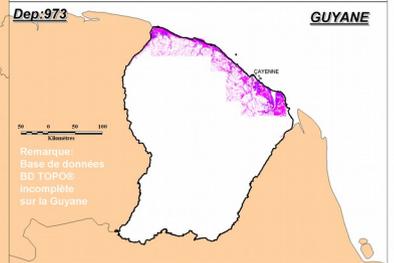
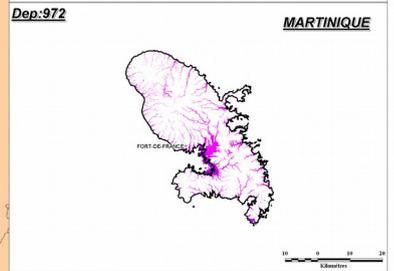
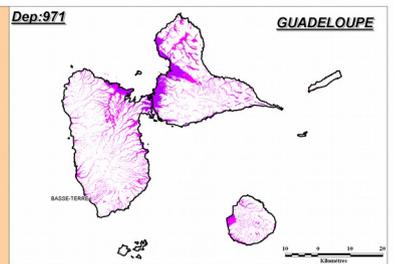
**LES INFORMATIQUES D'EXPLICATION DES DONNÉES:**  
 Les données ont été obtenues à partir de données de Modèles Numériques de Terrain (MNT) avec une résolution à 10 mètres et un pas de 10 mètres. Les données ont été obtenues à partir de données de Modèles Numériques de Terrain (MNT) avec une résolution à 10 mètres et un pas de 10 mètres.

**RÉFÉRENCES:**  
 BD TOPOLOGIE  
 BD CARTON SIGM  
 BD CARTAGE  
 ESRI DataMap



**Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation EAIP cours d'eau et submersion marine**

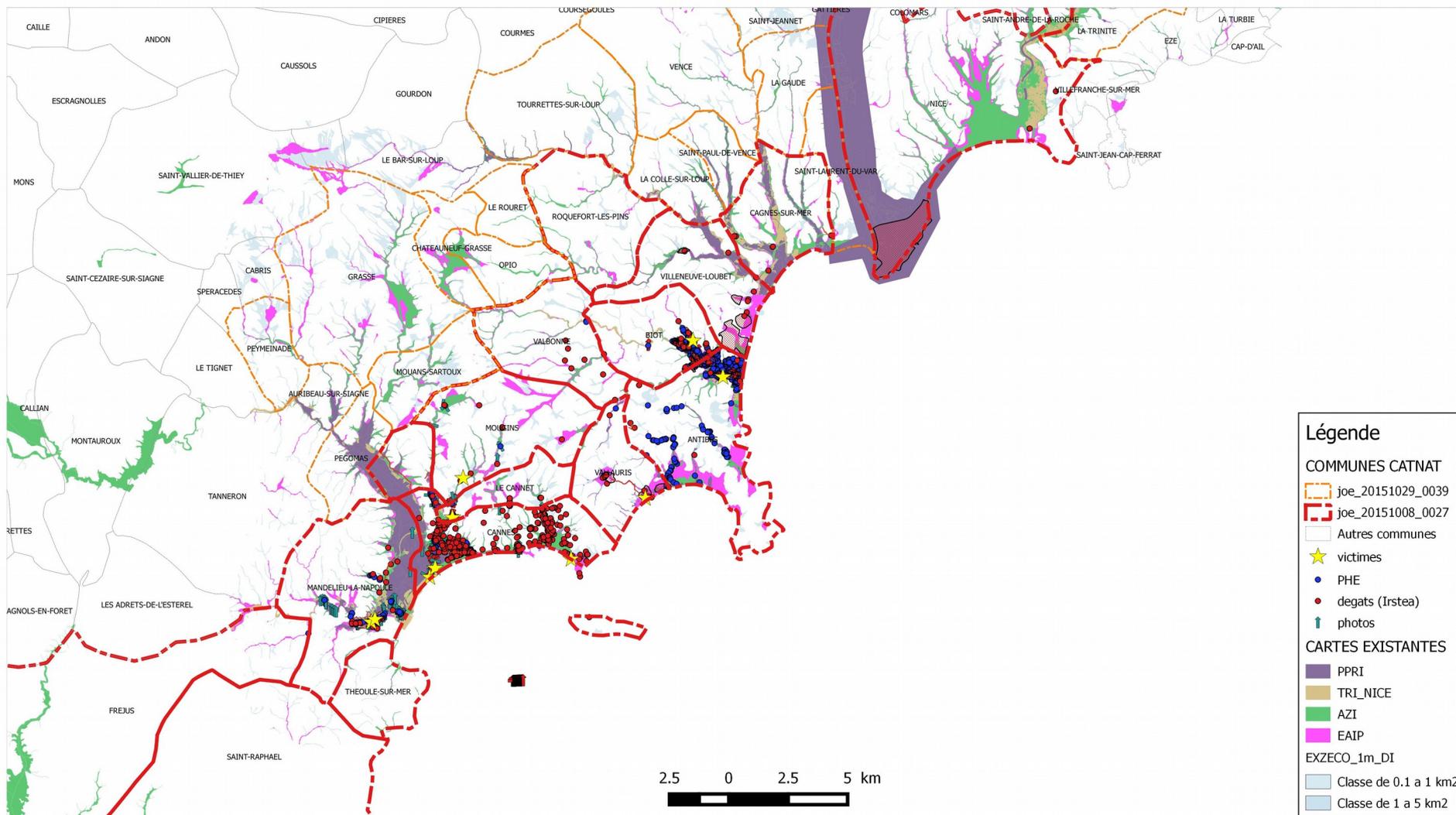
<p><b>Adressé(e) à :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Préfectures</li> <li>Préfectures déléguées</li> <li>Agglomérations</li> <li>Communes</li> </ul>	<p><b>Producteur :</b></p> <p>Services de l'Etat</p>
<p><b>Environnement :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Environnement</li> <li>Urbanisme</li> <li>Transport</li> <li>Énergie</li> <li>Forêt</li> <li>Économie</li> <li>Équipement</li> <li>Éducation</li> <li>Santé</li> <li>Logement</li> <li>Services</li> <li>Industrie</li> <li>Commerce</li> <li>Art et Culture</li> <li>Patrimoine</li> <li>Aménagement</li> <li>Équipement</li> <li>Énergie</li> <li>Forêt</li> <li>Économie</li> <li>Équipement</li> <li>Éducation</li> <li>Santé</li> <li>Logement</li> <li>Services</li> <li>Industrie</li> <li>Commerce</li> <li>Art et Culture</li> <li>Patrimoine</li> <li>Aménagement</li> </ul>	<p><b>Date de mise à jour :</b></p> <p>16/09/2011</p>
<p><b>Explications succinctes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Évaluation Préliminaire des Risques d'Inondation Préliminaire</li> <li>Cours d'Eau (EAIP) et Submersions Marines (EAIPsm)</li> <li>ou liste des communes des cours d'eau</li> <li>liste de Zones Inondables (ZI) dans les services déconcentrés</li> <li>les sites de ZPI, dans les services déconcentrés</li> <li>les Surfaces en Eau (SE) Topo (SI)</li> <li>les Contours géométriques topographiques du BRGM (géométriques)</li> <li>le Service (S) des Risques d'Inondation (SRI) de l'Etat</li> <li>les Zones Basses (ZB) (ZI) de Niveau Vulnérabilité de Territoire National par Risque Littoral (EAIP) - classe CCM2P - CITE Méditerranée - CITE Ouest</li> <li>la pertinence de chaque coupe, voire de chaque polygone à ses limites dans chaque bassin qui les délimitent, correspondantes</li> </ul> <p><b>AVERTISSEMENT :</b> Cartographie à ne pas utiliser au-delà de 1/100 000. L'EAIPsm est sur l'EAIP en particulier pour les zones estuariennes</p>	<p><b>Liens internet d'explication des données :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EAIP : <a href="http://www.scrie.fr/eaip">http://www.scrie.fr/eaip</a></li> <li>EAIPsm : <a href="http://www.scrie.fr/eaipsm">http://www.scrie.fr/eaipsm</a></li> <li>les Surfaces en Eau (SE) Topo (SI) : <a href="http://www.scrie.fr/se_topo">http://www.scrie.fr/se_topo</a></li> <li>les Contours géométriques topographiques du BRGM (géométriques) : <a href="http://www.scrie.fr/contours_topo">http://www.scrie.fr/contours_topo</a></li> <li>le Service (S) des Risques d'Inondation (SRI) de l'Etat : <a href="http://www.scrie.fr/srie">http://www.scrie.fr/srie</a></li> <li>les Zones Basses (ZB) (ZI) de Niveau Vulnérabilité de Territoire National par Risque Littoral (EAIP) - classe CCM2P - CITE Méditerranée - CITE Ouest : <a href="http://www.scrie.fr/zones_basses">http://www.scrie.fr/zones_basses</a></li> </ul> <p><b>Références :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BD TOPO : IGN</li> <li>BD CARTOIR : IGN</li> <li>BD CARTAGE : IGN</li> <li>ESRI Data&amp;Mapx</li> </ul>



# Alpes-Maritimes

- Toutes les victimes sont dans l'EAIIPce\_v2011
- La plupart des dégâts sont dans l'EAIIPce\_v2011
- Rajouter les données Exzeco de 10ha à 1km<sup>2</sup> permet de couvrir quasiment l'ensemble des dégâts, PHE...
  
- Par contre, 9 victimes sur 20 sont hors des cartes TRI ! Mais à l'intérieur de l'EAIIPce !

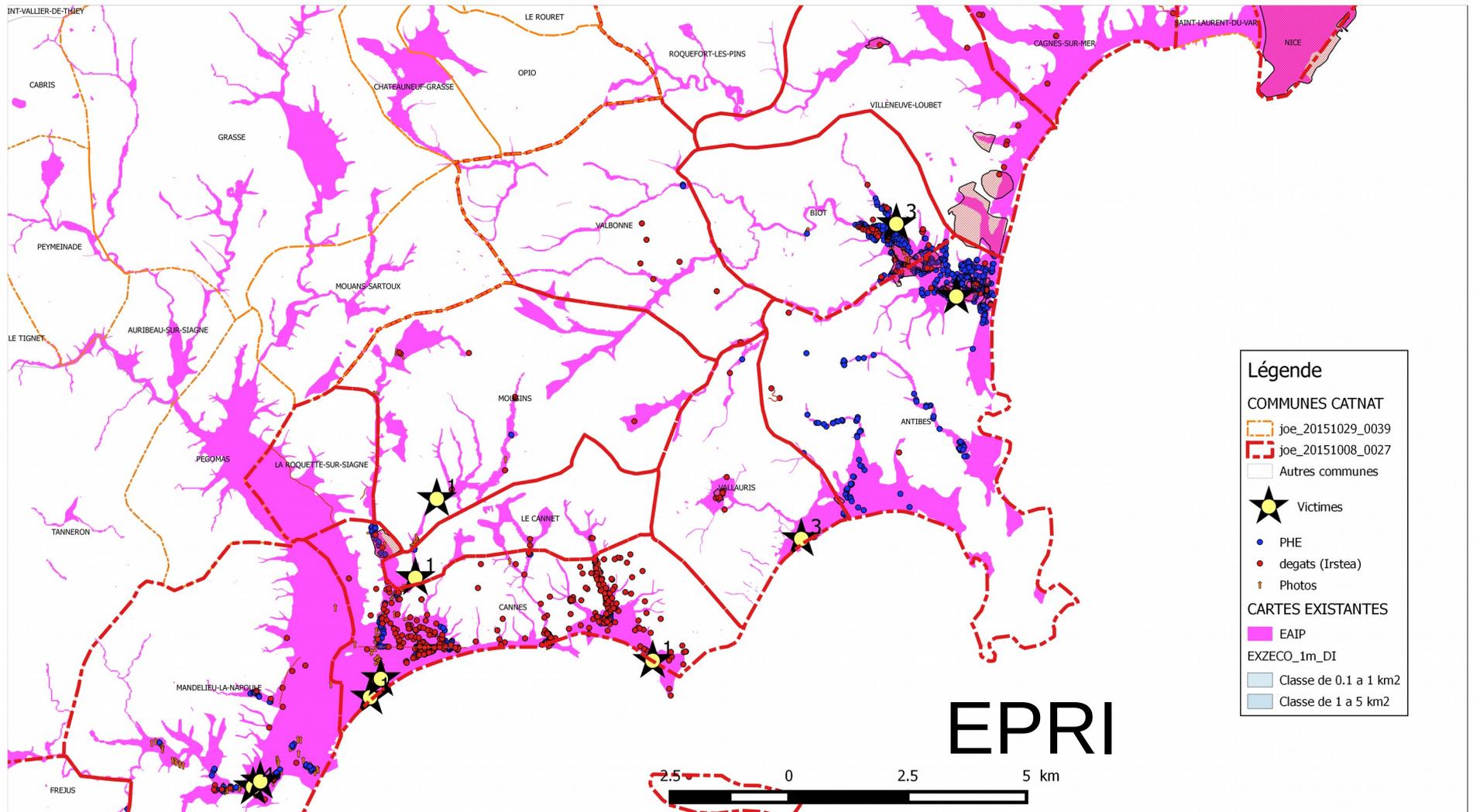
Direction territoriale Méditerranée



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Direction territoriale Méditerranée - 30 Avenue Albert Einstein - CS 70499 - 13593 Aix-en-Provence Cedex 3 - Tél : +33 (0)4 42 24 76 76  
Siège social : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

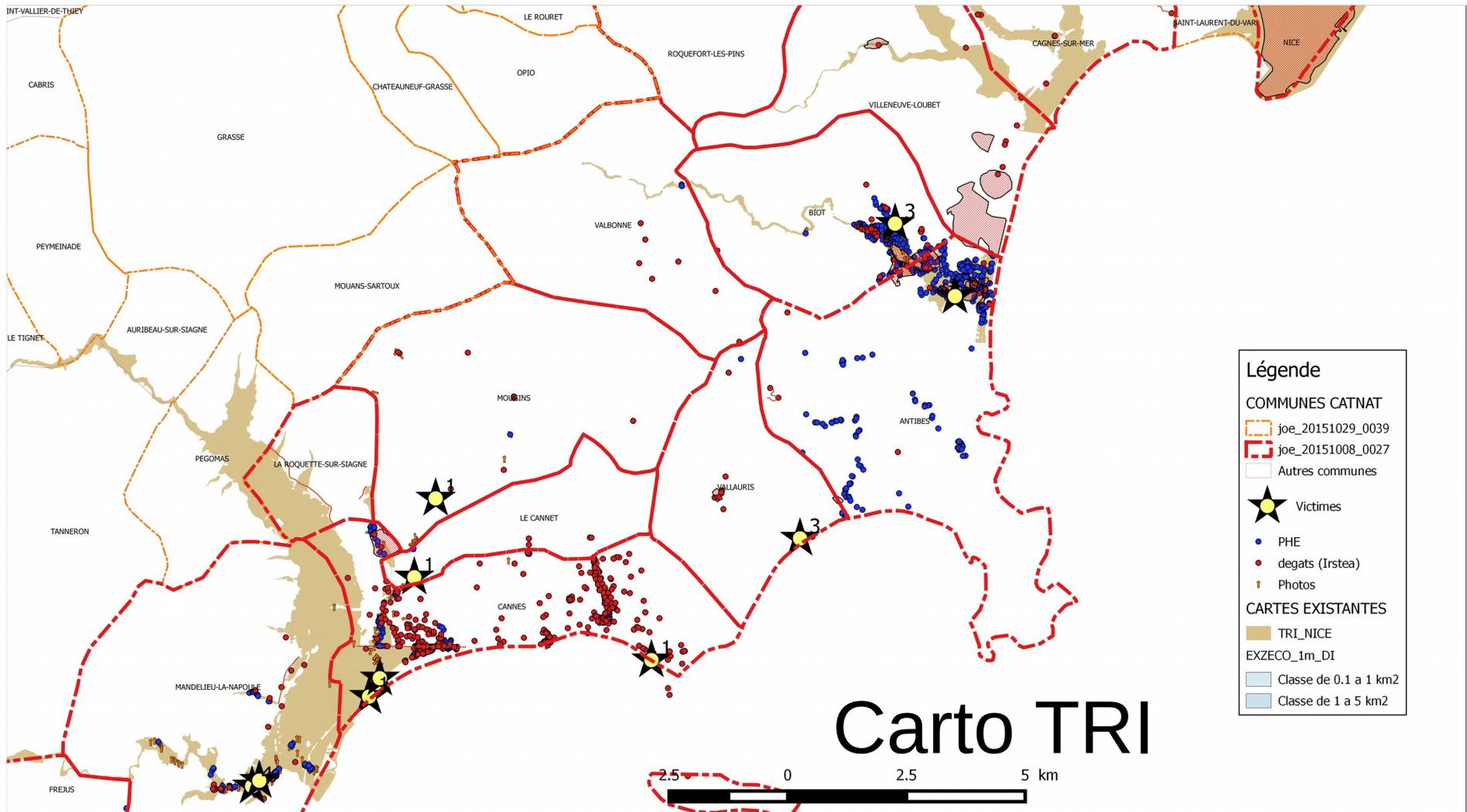
Direction territoriale Méditerranée



Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Direction territoriale Méditerranée - 30 Avenue Albert Einstein - CS 70499 - 13593 Aix-en-Provence Cedex 3 - Tél : +33 (0)4 42 24 76 76  
 Siège social : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

Direction territoriale Méditerranée



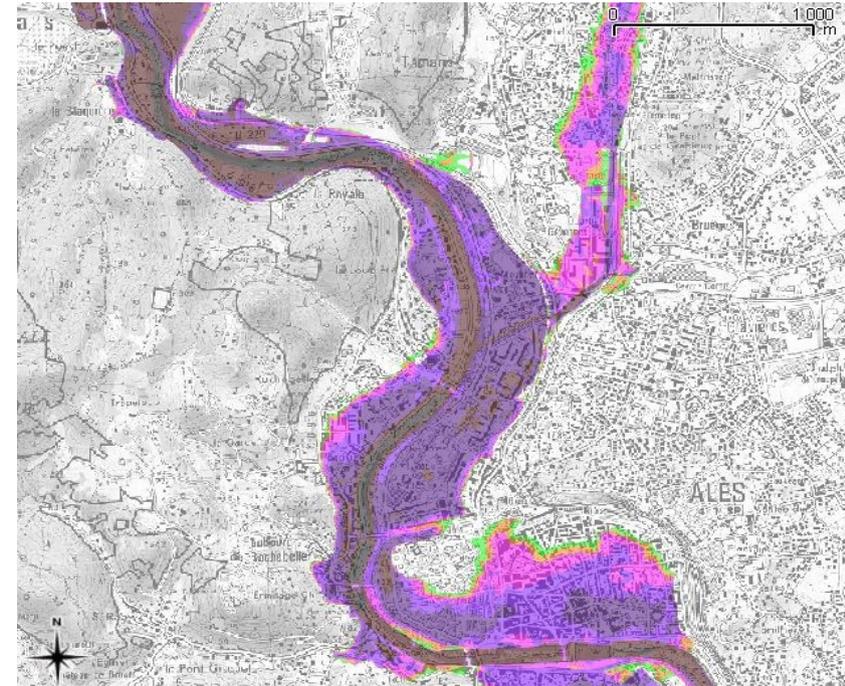
Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)

Direction territoriale Méditerranée - 30 Avenue Albert Einstein - CS 70499 - 13593 Aix-en-Provence Cedex 3 - Tél : +33 (0)4 42 24 76 76  
 Siège social : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

# Méthode CARTINO

## Philosophie de Cartino

- Construire un modèle hydraulique 1D de façon automatique
- Possibilité d'affiner manuellement cette ébauche
- Calculs hydrauliques en régime permanent (Mascaret, Flutor, Hec-Ras) bief par bief
- Cartographie automatique des résultats
- A utiliser principalement pour les crues très largement débordantes (> 100 ans)



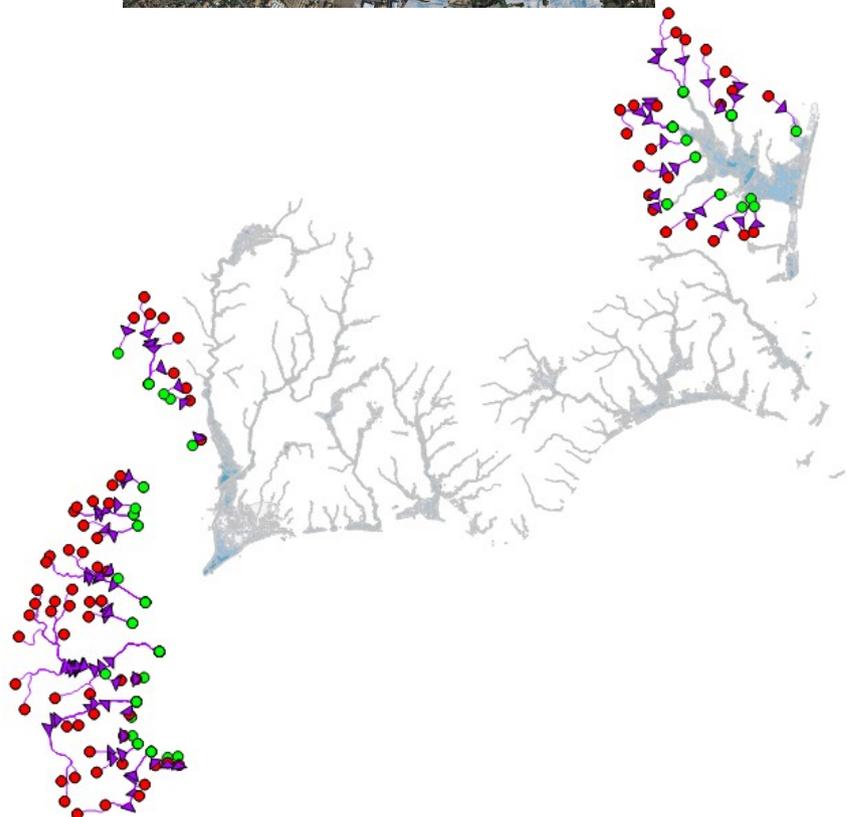
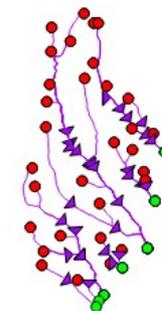
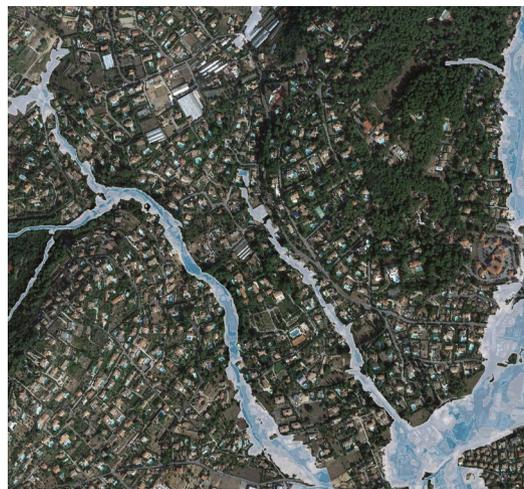
# Retour CARTINO

## Directive Inondations

- Production de certains scénarios dans 42TRI/122

## Rex LR et 06

- Calculs rapides
  - Production de cartes pour les PAC (Biot, Antibes, Cannes, Le Cannet, Mandelieu...) en cours (avec PHE) (0.1km<sup>2</sup> BV)
  - Aller-retour DDTM06
- Collectivités à analyser pour l'étude (test Nice)



# Autres types de méthodes

## SHYREG

- Cette base de données nationale produite par Irstea (Aix en Provence) permet d'approcher les débits à partir de bassins versants de plus de 10km<sup>2</sup> à l'échelle nationale
- Différentes périodes de retour sont distribuées
- *Cette base de donnée a été utilisé pour injecter le débit dans la méthode Cartino*

<http://www.documentation.eaufrance.fr/notice/00000000014284d4c7fc506a9d466b72>

# Méthode à score « ruissellement »

Les méthodes à score cherchent à déterminer les potentialités d'un territoire pour la production, le transfert et l'accumulation

- Irstea (Lyon) travaille actuellement sur la méthode Irip
- Cette méthode a été mise en œuvre en terme de R&D par Irstea
- Elle sert aussi à la SNCF pour détecter les zones sensible de leur réseau

<https://fr.wikipedia.org/wiki/IRIP>

# Méthodologie de cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion

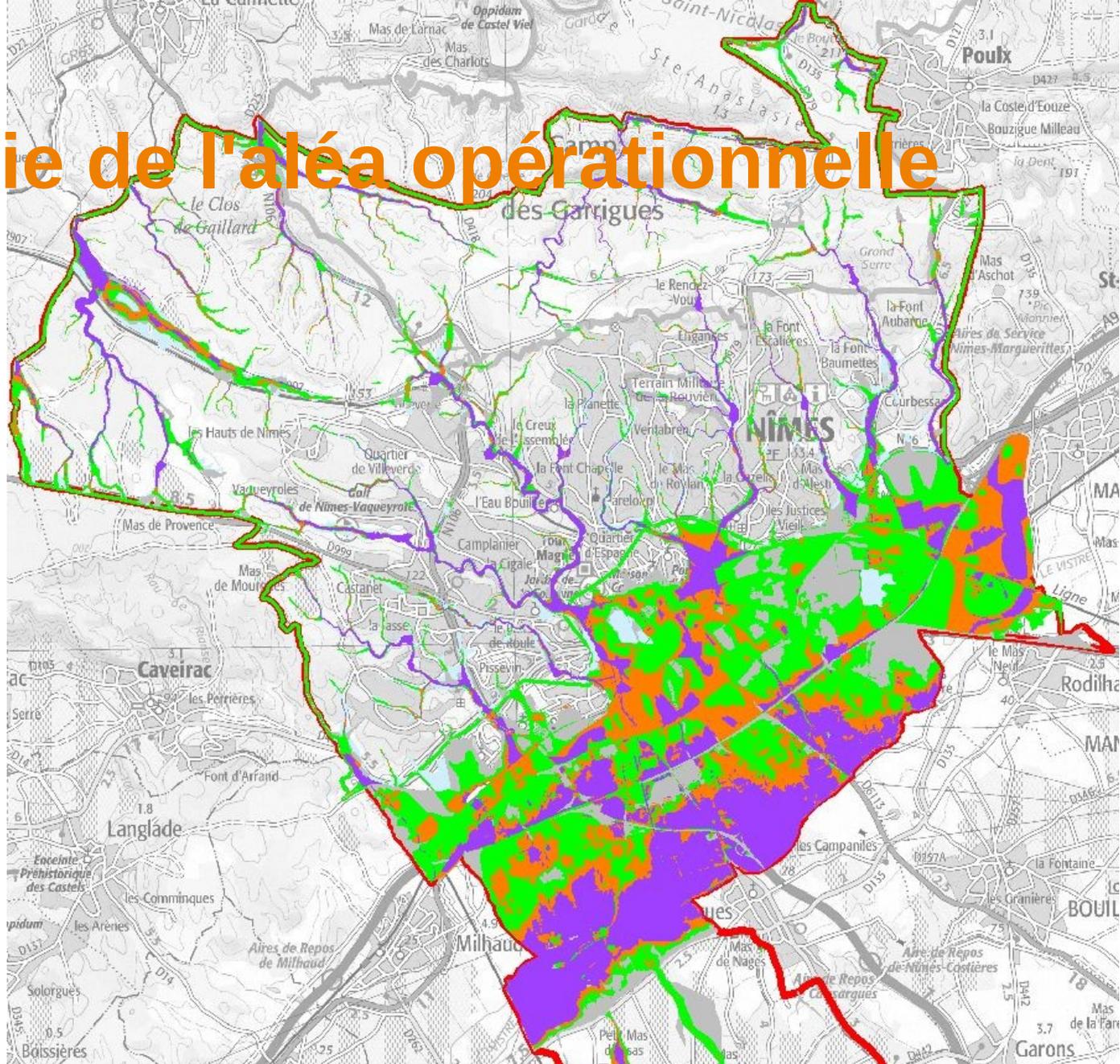
Ces méthodes cherchent à connaître l'érosion des sols en particulier en milieu agricole.

- Le BRGM travaille actuellement sur ce type de méthode
- Outil Watersed
- Ruissellement rapide et lent

# Cartographie de l'aléa opérationnelle

Il n'existe pas de méthode unique

- Nîmes (PPRi 2011)
  - mélange de cartographie historique, modèle 1D, 1D casier, 2D, Formule de Strickler automatique (ancêtre de cartino), Exzeco (MNT 5m)
  - Cartographie à partir de 0.1km<sup>2</sup> de BV

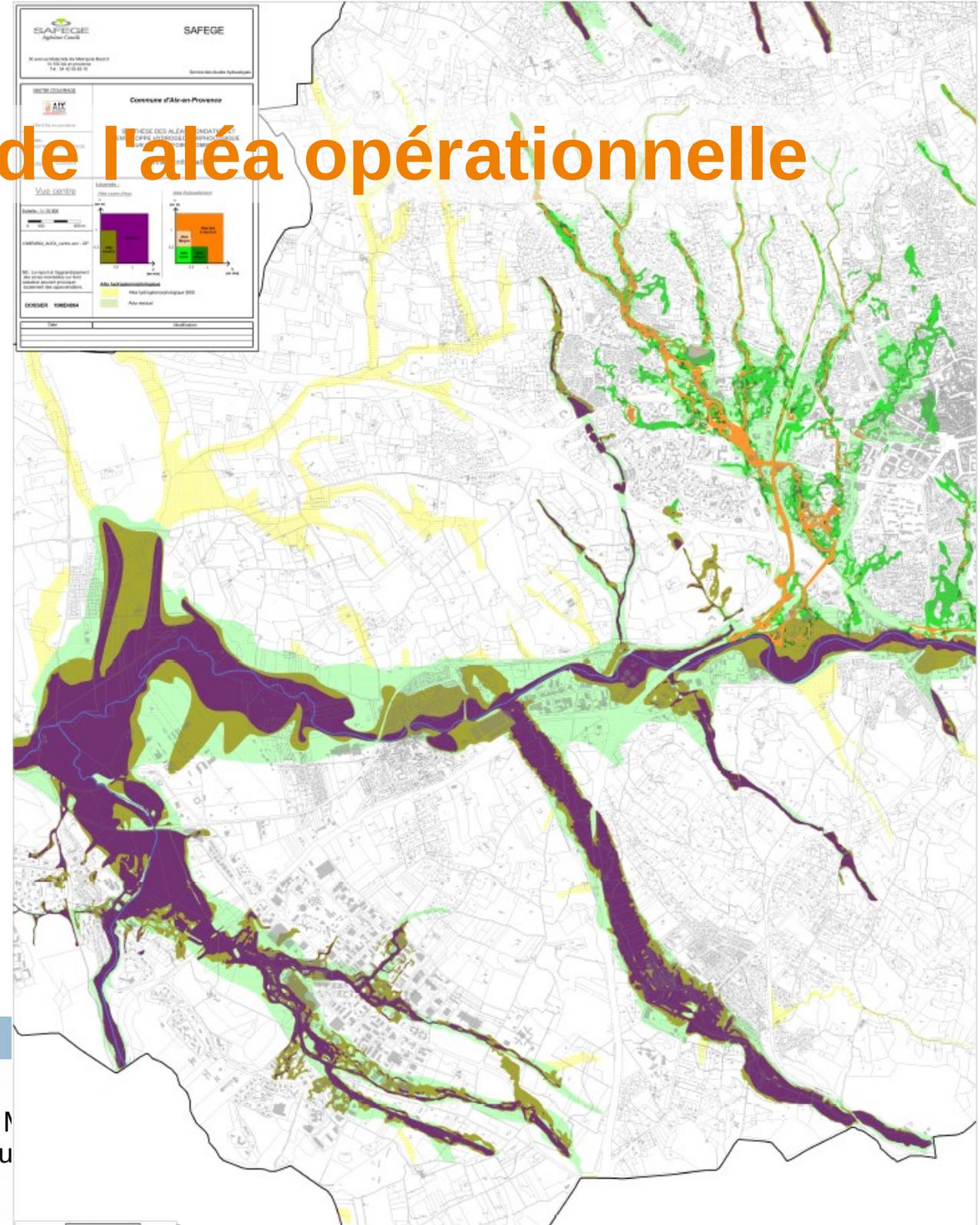
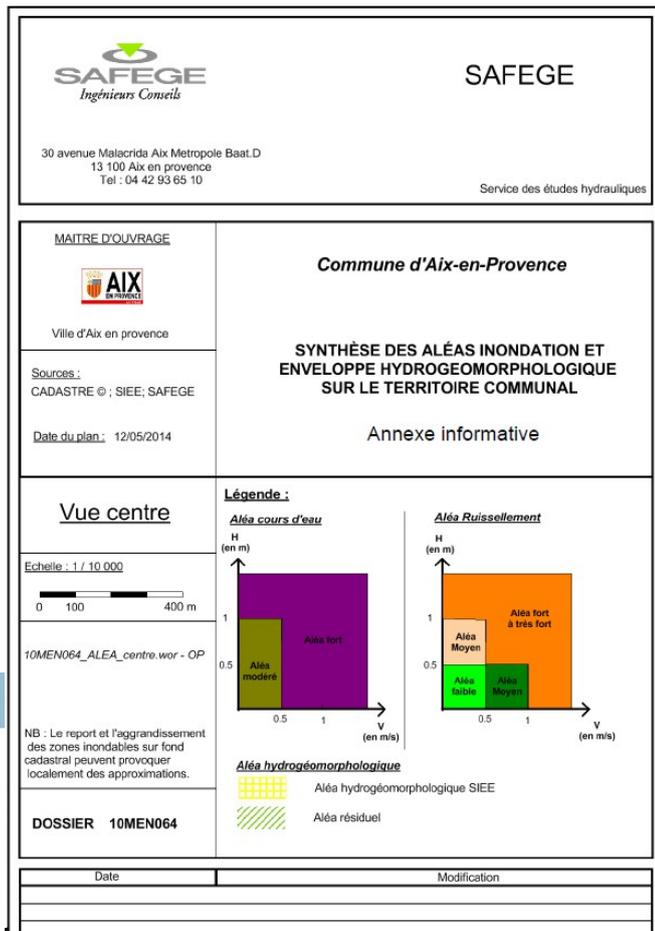
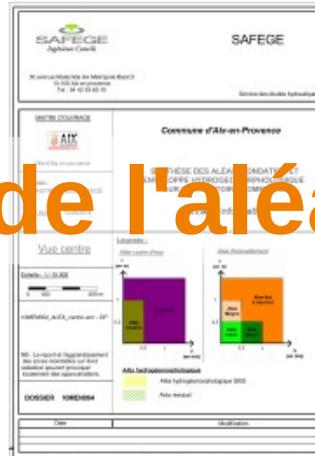


# Cartographie de l'aléa opérationnelle

- Ajaccio (PPRi)
  - mélange de cartographie 2D, d'approche HGM et débit linéique

# Cartographie de l'aléa opérationnelle

- Aix en Provence (PLU)
- mélange de cartographie HGM, Exzeco, modèles 2D



na M  
isqu

# Suite étude pilote

Quelques calculs d'aléa rapide vont être mises en œuvre sur les 3 territoires tests ou +

- Fourniture EAIPce, EXZECO1m 2011 et cuvettes...
- Possibilité de calcul Exzeco 5m (SIG LR en Occitanie), Nice avec Lidar
- Calcul Cartino sur ces territoires avec Lidar (Ok pour Banyuls et Nice)

# Vos questions

