



# Évaluation de la vulnérabilité territoriale aux inondations

Utilisation de scénarios pour les calculs de  
dommages et de population

Journée technique du 6 juin 2019  
Christophe Moulin

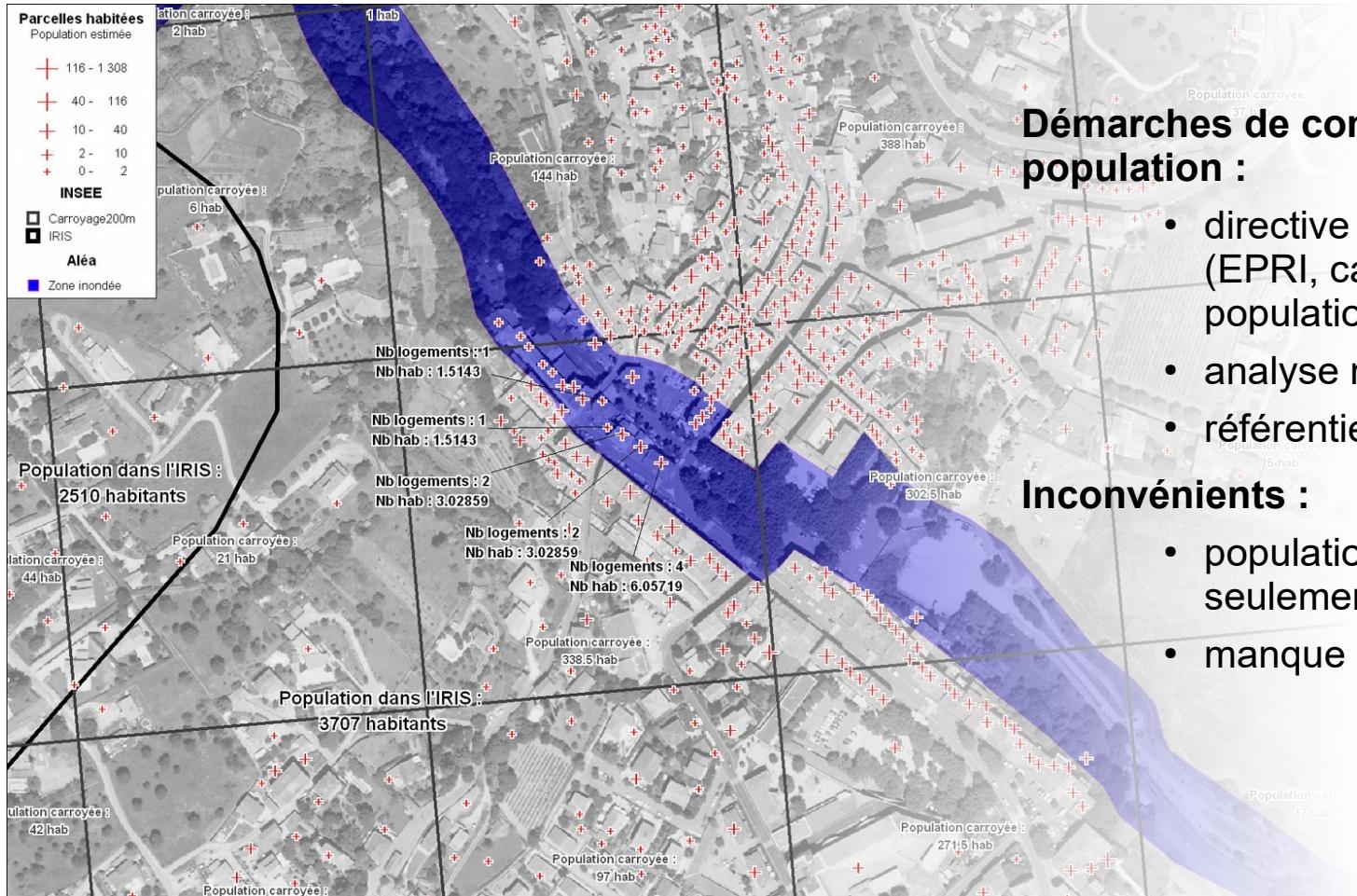
---

# Vulnérabilité territoriale ?

---

- « *L'analyse de vulnérabilité territoriale vise à identifier, caractériser et hiérarchiser les espaces à partir desquels se crée et se diffuse la vulnérabilité au sein d'un territoire* » (2015, D'Ercole / Metzger)
  - quelle échelle ? commune, bassin versant, PAPI, département...
  - méthode : approche géomatique
  - pour quoi ?
- 3 études réalisées : COPARI, population présente, dommages  
+ 1 étude en cours : partenariat Cerema-MTPM

# Au départ : exemple de la population...



# ...et des analyses coût bénéfice

| Typologie d'enjeu                                | T=30ans         |            |              |            |                   | T=50ans          |            |                 |            |                   |
|--|-----------------|------------|--------------|------------|-------------------|------------------|------------|-----------------|------------|-------------------|
|  | Initial         | % du total | Projet       | % du total | Gain              | Initial          | % du total | Projet          | % du total | Gain              |
| Habitat  | 8 K€            | 0%         | 0 K€         | 0%         | <u>100%</u>       | 9 473 K€         | 10%        | 36 K€           | 2%         | <u>100%</u>       |
| Activités économiques                            | 699 K€          | 27%        | 0 K€         | 0%         | <u>100%</u>       | 78 986 K€        | 83%        | 699 K€          | 34%        | <u>99%</u>        |
| Agriculture ( <i>cultures et exploitations</i> ) | 172 K€          | 7%         | 19 K€        | 20%        | <u>89%</u>        | 1 189 K€         | 1%         | 900 K€          | 44%        | <u>24%</u>        |
| Equipements publics ( <i>dont STEP</i> )         | 0 K€            | 0%         | 0 K€         | 0%         | =                 | 1 628 K€         | 2%         | 18 K€           | 1%         | <u>99%</u>        |
| Voiries  | 1 716 K€        | 66%        | 77 K€        | 80%        | <u>96%</u>        | 3 900 K€         | 4%         | 385 K€          | 19%        | <u>90%</u>        |
| <b>Total:</b>                                    | <b>2 595 K€</b> |            | <b>96 K€</b> |            | <b><u>96%</u></b> | <b>95 176 K€</b> |            | <b>2 039 K€</b> |            | <b><u>98%</u></b> |

# 1. Projet COPARI

# Projet de coopération France-Québec COPARI (2016) – cas de Hyères

---

## données

- une surface inondable DI
- Fichier foncier
- BD Topo
- SIRENE
- FINESS
- données locales

## 5 types d'enjeux

- population
- employés
- touristes
- élèves
- population extérieure

## découpage

- grille de carrés de 200 m

## scénarios de présence

- jour / nuit
- semaine / weekend
- saison / hors-saison

# Scénarios de présence

---

| Scénario                       | POP_RESID                | EMPLOI | TOURIST  | ELEVES      | FREQ |
|--------------------------------|--------------------------|--------|--|-------------|------|
| B1 hors-saison<br>jour semaine | Taux de présence<br>jour | 1      | Taux de résidents<br>permanents * taux<br>de présence jour | 1           | 0    |
| B2 hors-saison<br>nuit semaine | 1                        | 0      | Taux de résidents<br>permanents                            | 0           | 0    |
| B3 hors-saison<br>jour we      | 1                        | 0      | Taux de résidents<br>permanents * taux<br>de présence jour | 0           | 0,1  |
| B4 hors-saison<br>nuit we      | 1                        | 0      | Taux de résidents<br>permanents                            | 0           | 0    |
| C1 saison jour<br>semaine      | Taux de présence<br>jour | 1      | taux de présence<br>jour                                   | 1<br>(ou 0) | 1    |
| C2 saison nuit<br>semaine      | 1                        | 0      | 1  | 0           | 0    |
| C3 saison jour<br>weekend      | Taux de présence<br>jour | 0      | taux de présence<br>jour                                   | 0           | 1    |
| C4 saison nuit<br>we           | 1                        | 0      | 1  | 0           | 0    |



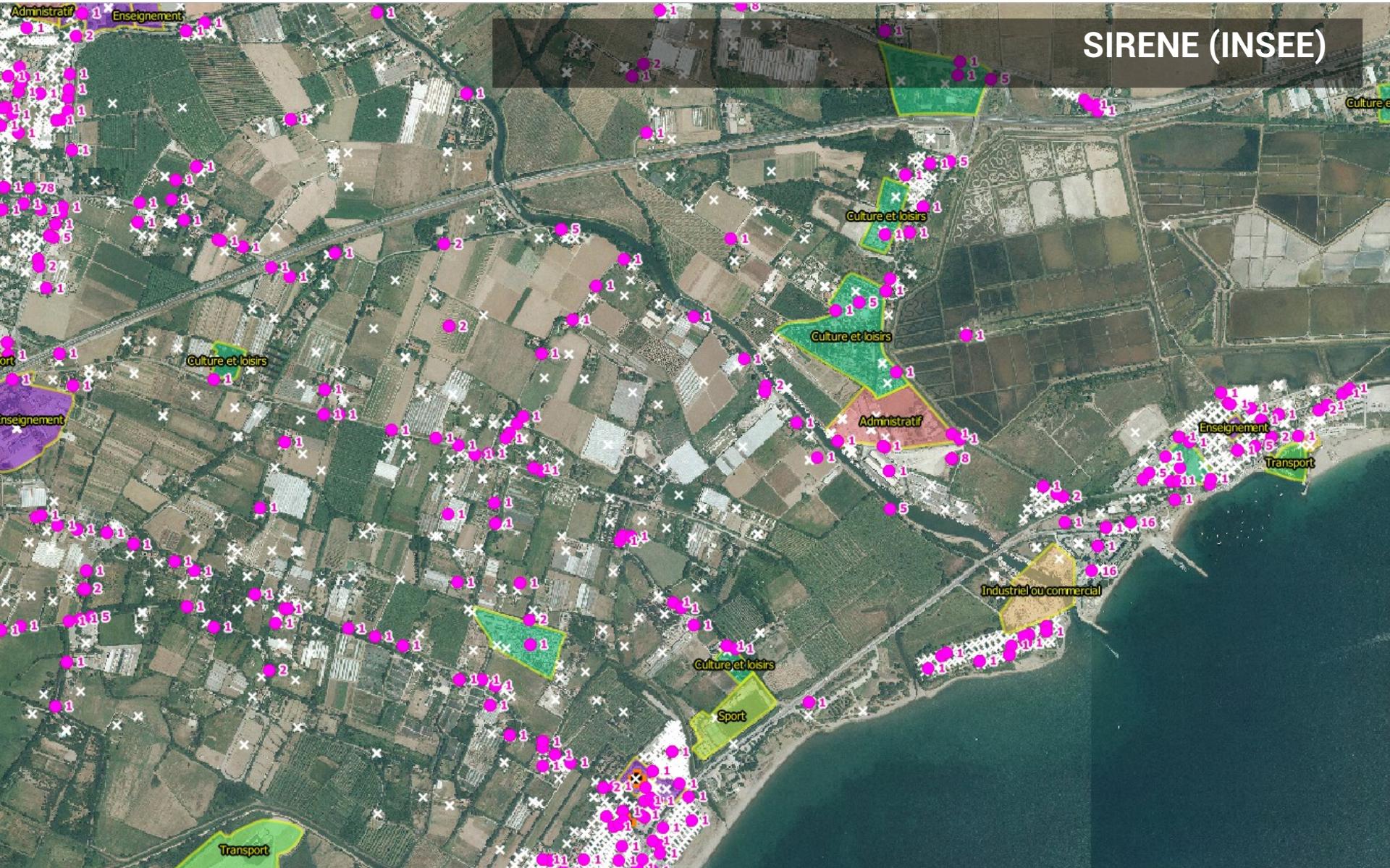
# BD Topo (IGN)



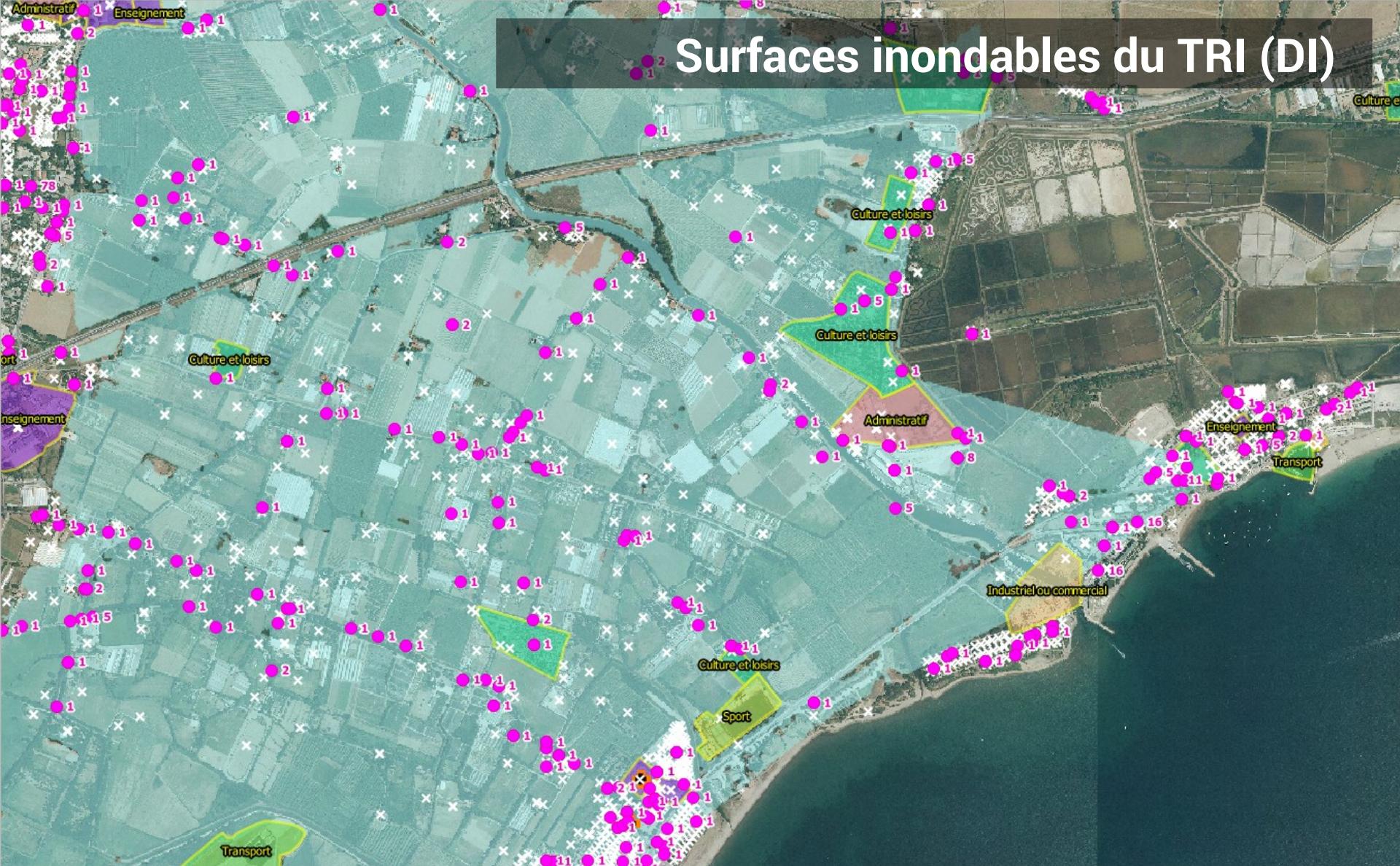


# Fichier foncier (DGFiP)

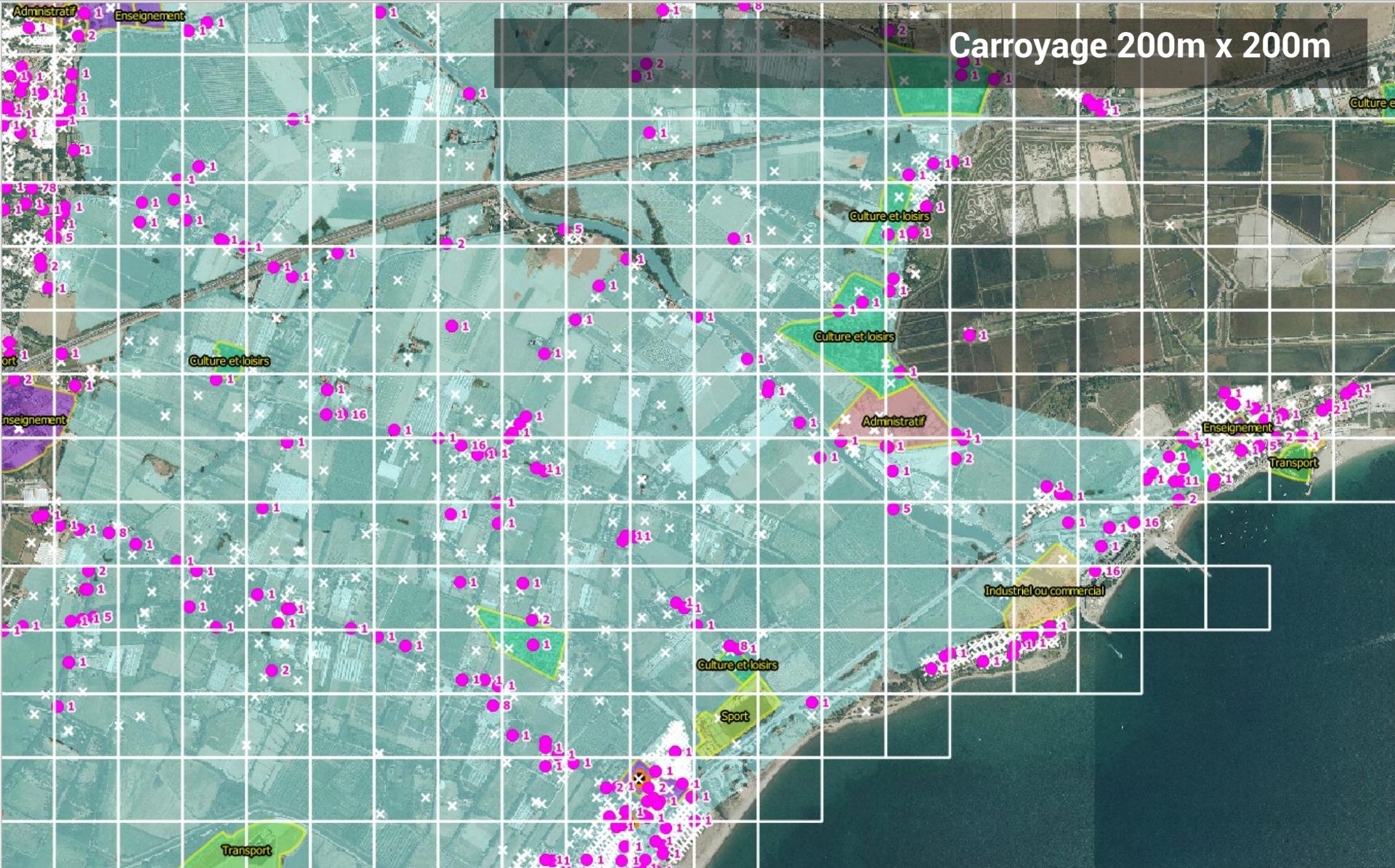




# Surfaces inondables du TRI (DI)



# Carroyage 200m x 200m



# Scénario : hors saison / jour / semaine

## Légende

## Occupation du sol

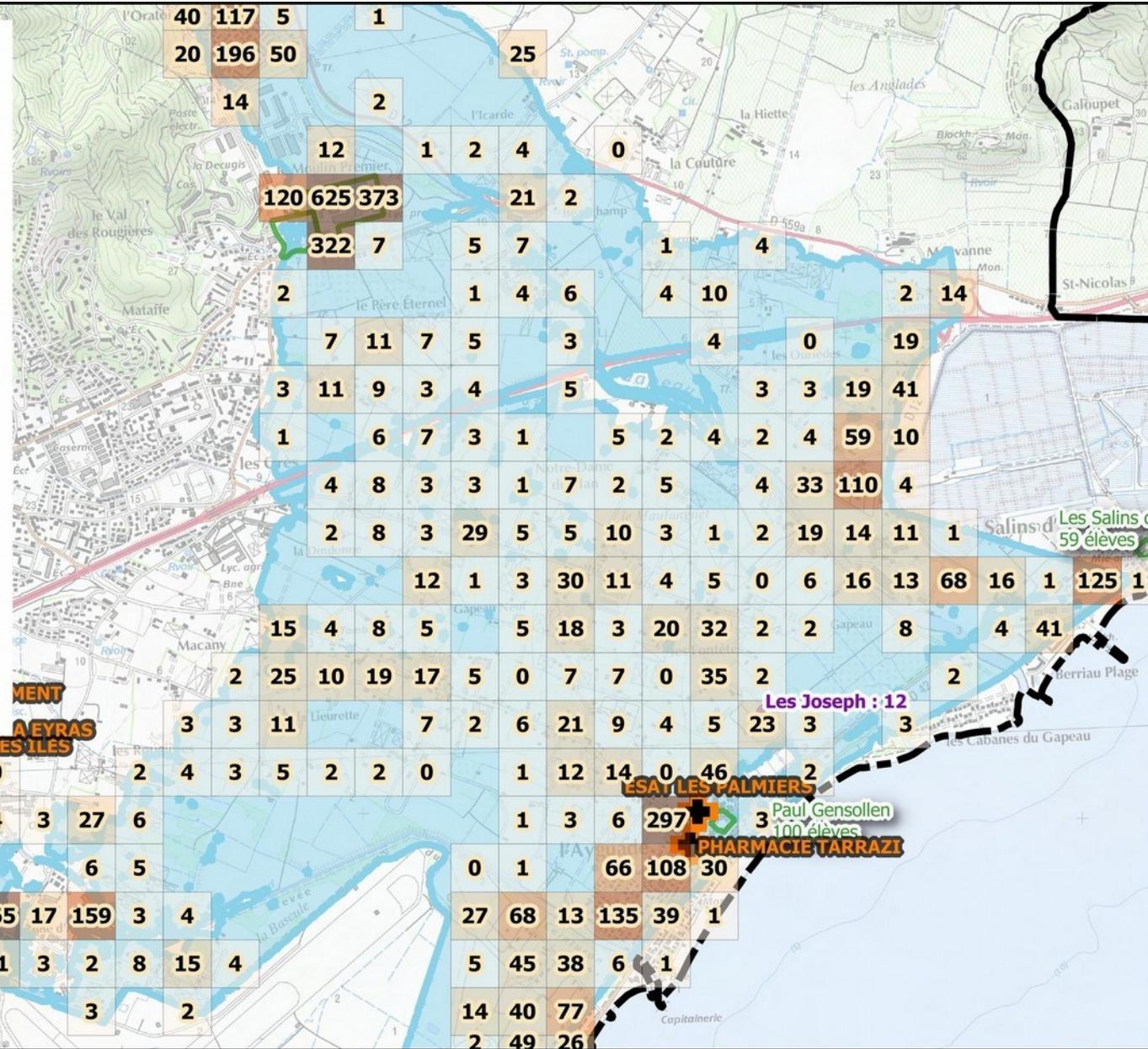
- Crèches
  - Santé
  - Enseignement
  - Employeur de plus de 50 salariés

### Population présente (personnes)

- 0 - 10  
10 - 50  
50 - 100  
100 - 250  
 $> 250$

Aléa

- ### Surface inondable de probabilité faible (DI)



## **2. Généralisation des calculs de populations présentes**

# Les limites de l'exemple d'Hyères

---

- une seule commune
- des données locales difficiles à obtenir sur de grands territoires
- des enjeux non couverts : hopitaux, clients des surfaces d'activité
- des scénarios figés et identiques dans toutes les communes

# Contexte d'ouverture des données

---

- ouverture de Sirene de l'INSEE en 2017, géolocalisation par Etalab
- création d'open data dans différents ministères :
  - établissements et effectifs des écoles primaires et établissements secondaires
  - effectifs des établissements supérieurs
  - données très détaillées sur les établissements hospitaliers

# Méthode proposée

---

## Décomposition du territoire en espaces (des « lieux »)

- bâtiments (habitat, hébergement commercial, santé, enseignement, culture et loisirs ...)
- voies de déplacement (rue, routes, voies ferrées...)
- espaces ouverts (urbain, loisir, agricole, activité, naturel)

## Affectation des populations de référence pour chaque lieu

- Recherche des données nécessaires
- Définition de ratios éventuellement

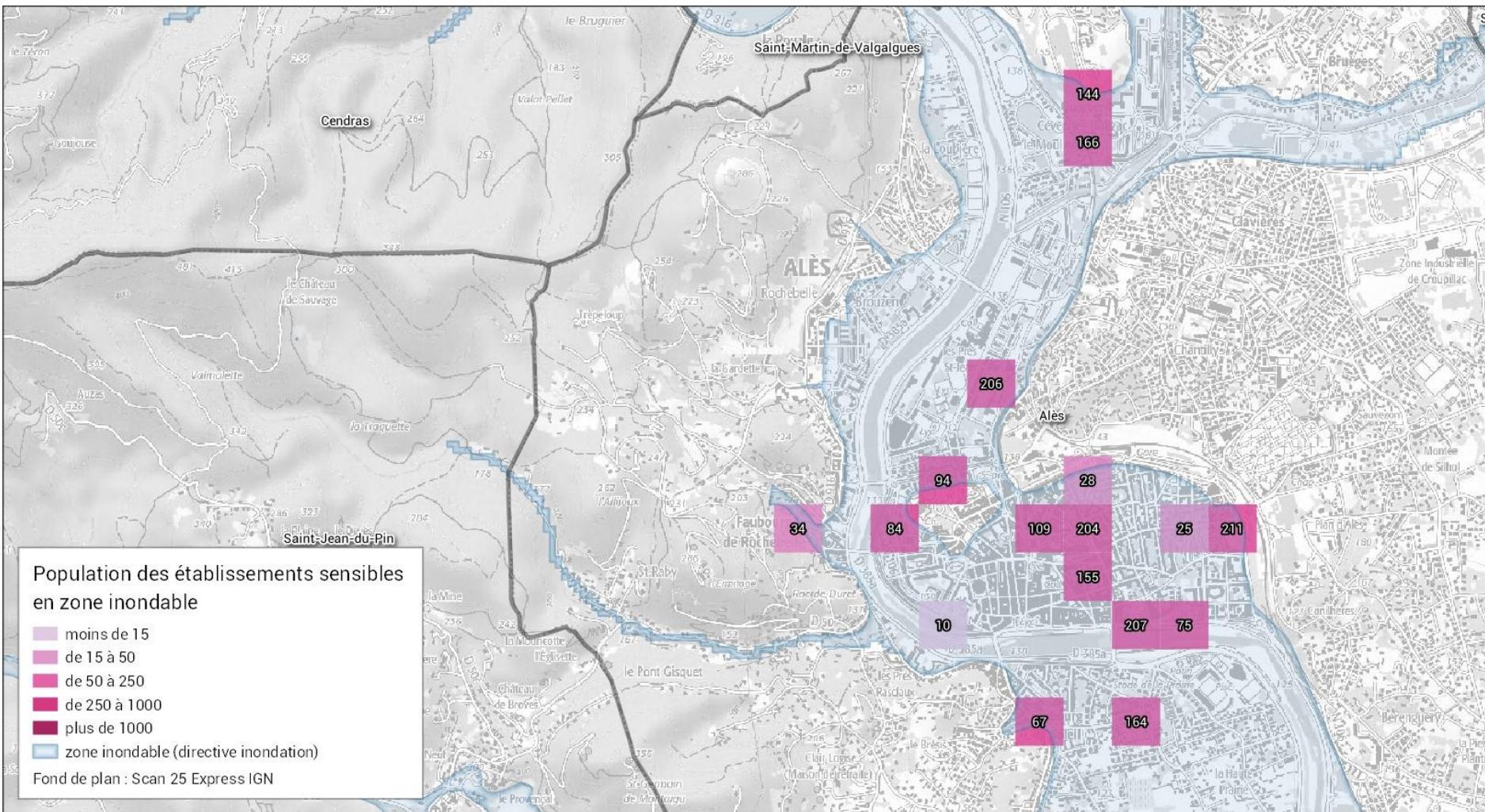
## Création de scénarios et de modalités de présence

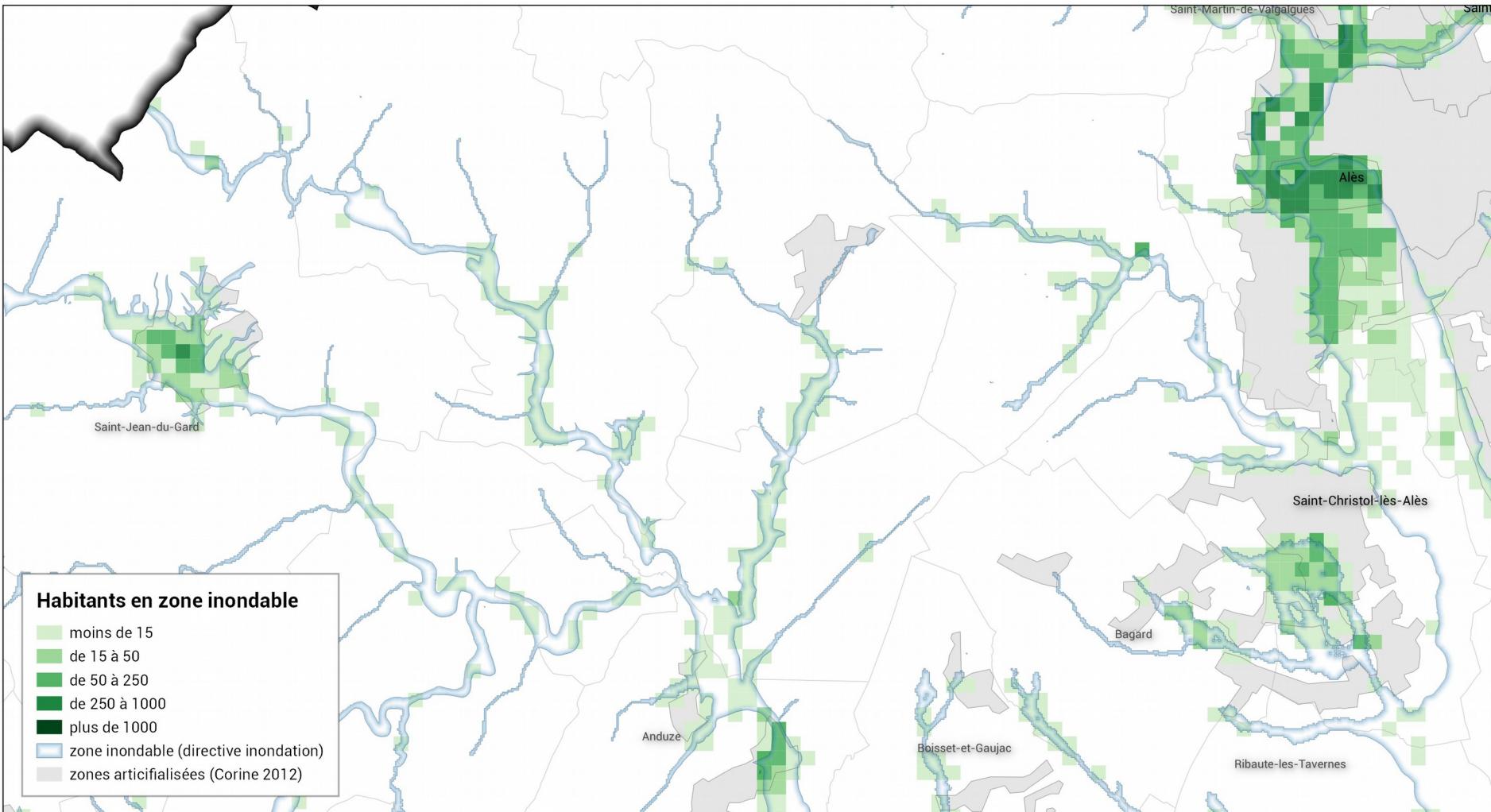
- Définition de **scénarios** de présence, par exemple heure de pointe en vacances scolaires
- Création de modalités ( % de présence d'un type de population)
- Utilisation de données INSEE pour différencier les communes

## Calcul sur un département entier

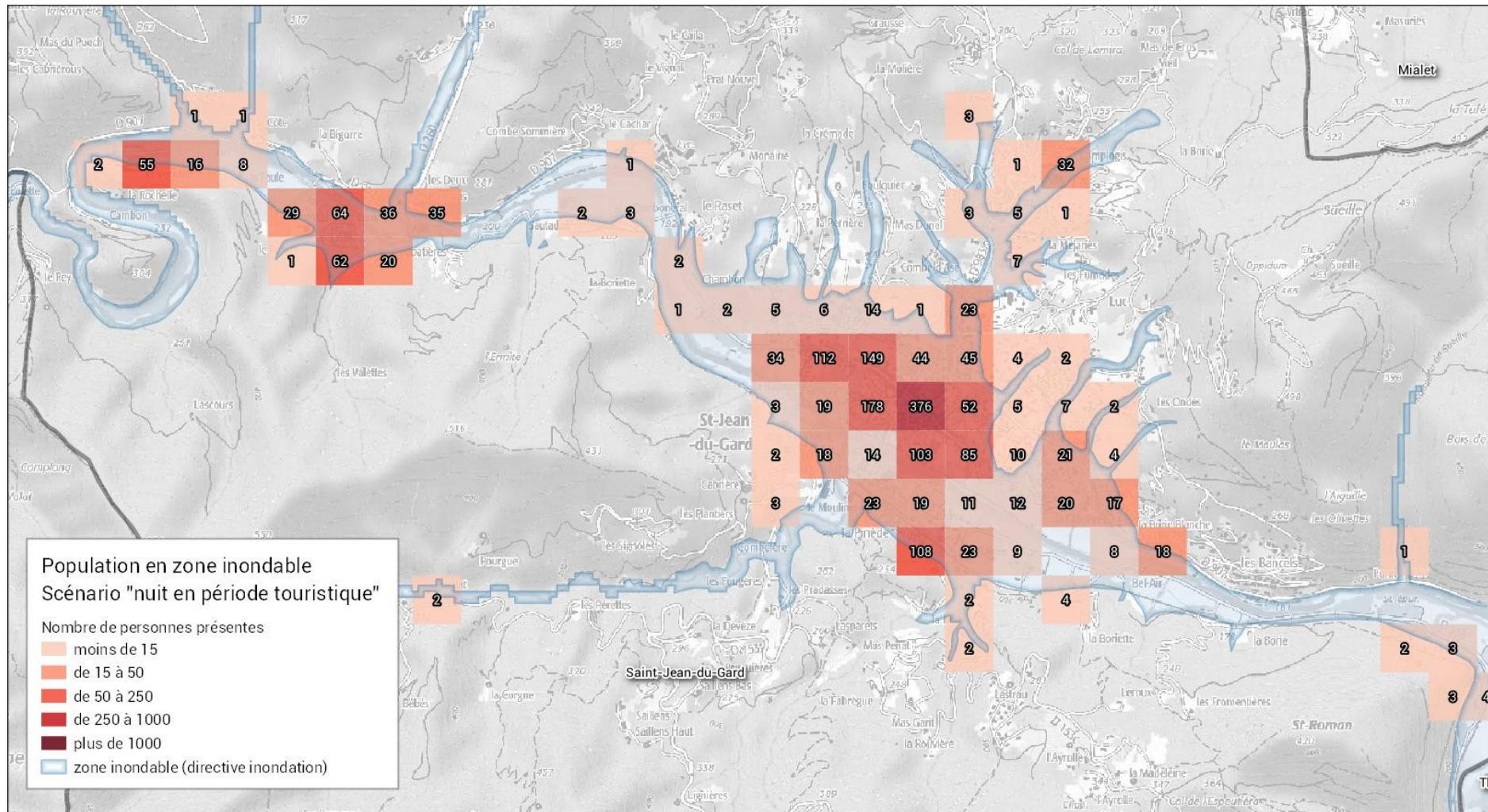
# Scénarios et modalités

| Scénario          | logement habitants       | camping campeurs        | hôtel voyageurs       | mais. retr. résidents            | hôpital résidents                | activité employés        | hôpital employés      | école élèves            | 2nd degré élèves       | ens. sup. étudiants   | ét. soc. patients de jour        | hôpital patients de jour         | commerc e clients        |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| nuit              | logement nuit            | camping permanent       | hôtel voyageurs nuit  | santé résidents maximum          | santé résidents maximum          | activité nuit            | hôpital employés nuit | absence                 | absence                | absence               | absence                          | absence                          | absence                  |
| jour              | logement jour            | camping jour            | hôtel voyageurs jour  | santé résidents maximum          | santé résidents maximum          | activité jour            | hôpital employés jour | élèves maximum          | élèves maximum         | élèves maximum        | santé accueil jour               | santé accueil jour               | commerce jour creux      |
| heure de pointe   | logement heure de pointe | camping jour            | hôtel voyageurs jour  | santé résidents maximum          | santé résidents maximum          | activité heure de pointe | hôpital employés jour | élèves heure pointe     | élèves heure pointe    | élèves heure pointe   | santé accueil jour               | santé accueil jour               | commerce jour normal     |
| nuit tourisme max | logement maximum         | camping maximum         | hôtel maximum         | santé résidents maximum          | santé résidents maximum          | activité nuit            | hôpital employés nuit | absence                 | absence                | absence               | absence                          | absence                          | absence                  |
| jour tourisme max | logement vacances        | camping jour            | hôtel voyageurs jour  | santé résidents maximum          | santé résidents maximum          | activité jour maximum    | hôpital employés jour | absence                 | absence                | absence               | santé accueil jour               | santé accueil jour               | commerce jour normal     |
| maximum théorique | logement maximum         | camping maximum         | hôtel maximum         | santé résidents maximum          | santé résidents maximum          | activité jour maximum    | hôpital employés jour | élèves maximum          | élèves maximum         | élèves maximum        | santé accueil jour               | santé accueil jour               | commerce clients maximum |
| vulnérabilité     | vulnérabilit é adulte    | vulnérabilit é campeurs | vulnérabilit é adulte | vulnérabilit é résident méd-soc. | vulnérabilit é résident méd-soc. | vulnérabilit é adulte    | vulnérabilit é adulte | vulnérabilit é écoliers | vulnérabilit é élèves2 | vulnérabilit é adulte | vulnérabilit é résident méd-soc. | vulnérabilit é résident méd-soc. | vulnérabilit é adulte    |



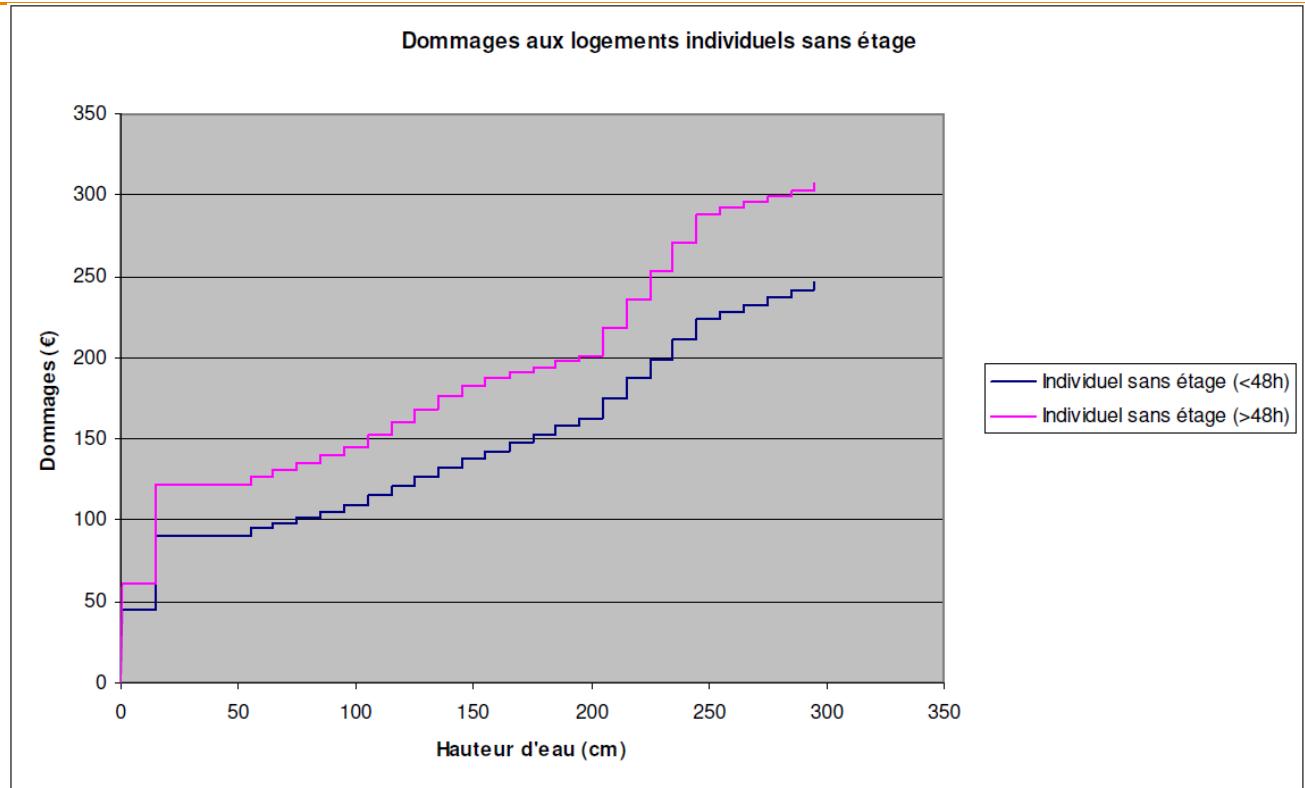


Direction territoriale Méditerranée



### 3. Calculs de dommages

# Principe du calcul de dommage (ACB)



## 3 types d'habitat :

- maison à étage
- maison de plain-pied
- appartement en rez-de-chaussée

## Variables :

- surface habitable
- hauteur d'eau
- durée de submersion

# Les apports du fichier foncier (« Majic »)

DÉCLARATION MODÈLE  
H1

IMPOS LOCAUX  
LOCAUX d'HABITATION

MAISON INDIVIDUELLE  
AUTRE CONSTRUCTION INDIVIDUELLE (LOFT)

6650  
cefta  
N° 2014-00000000  
Formulaire amélioré  
SAF-T 2015 (version 1.0)

REVERSEMENT À L'ADMINISTRATION

1 SITUATION DU LOCAL

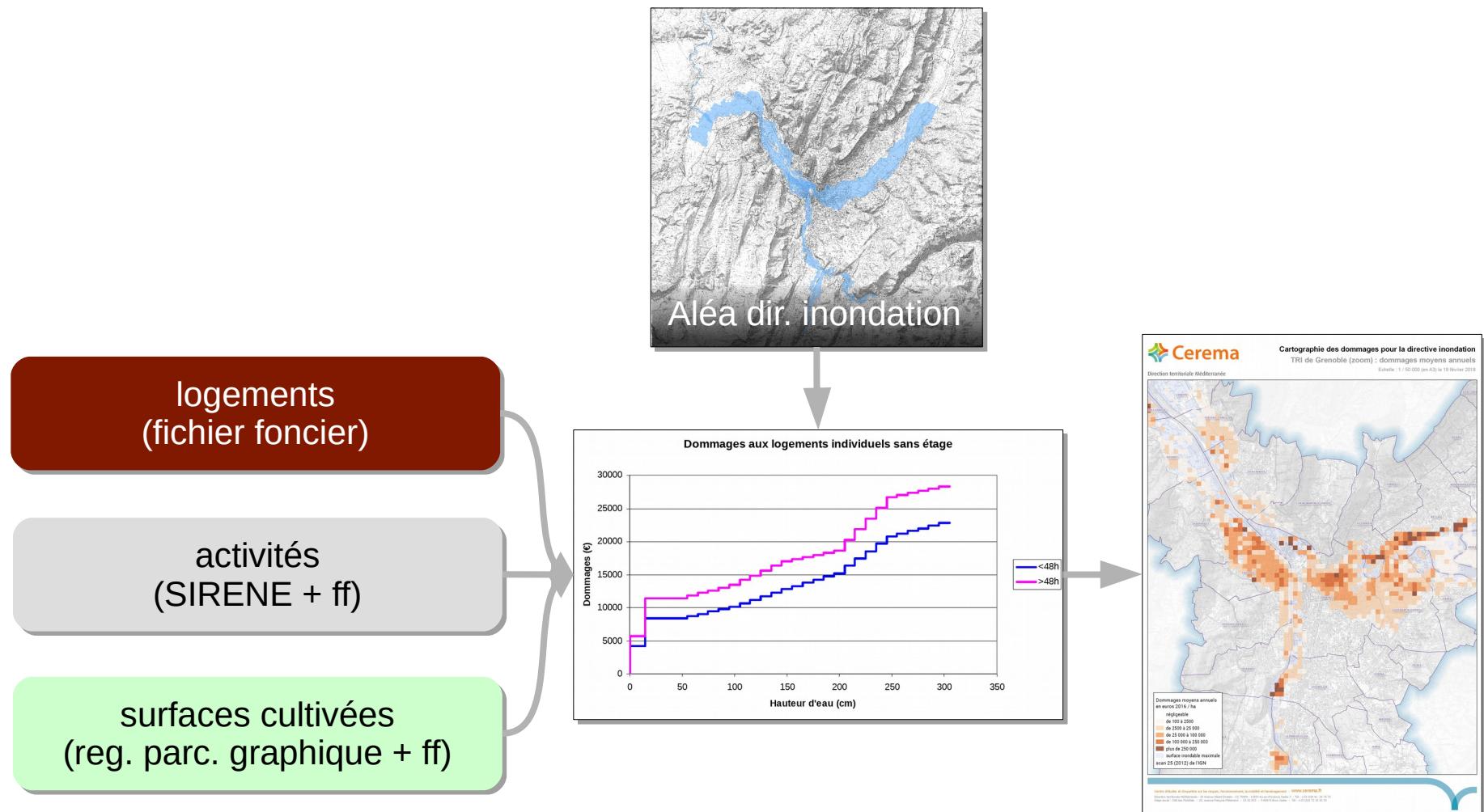
2 DESIGNATION DU PROPRIÉTAIRE (OU DE L'USURPATEUR)

3 RENSEIGNEMENTS CONCERNANT LE LOCAL

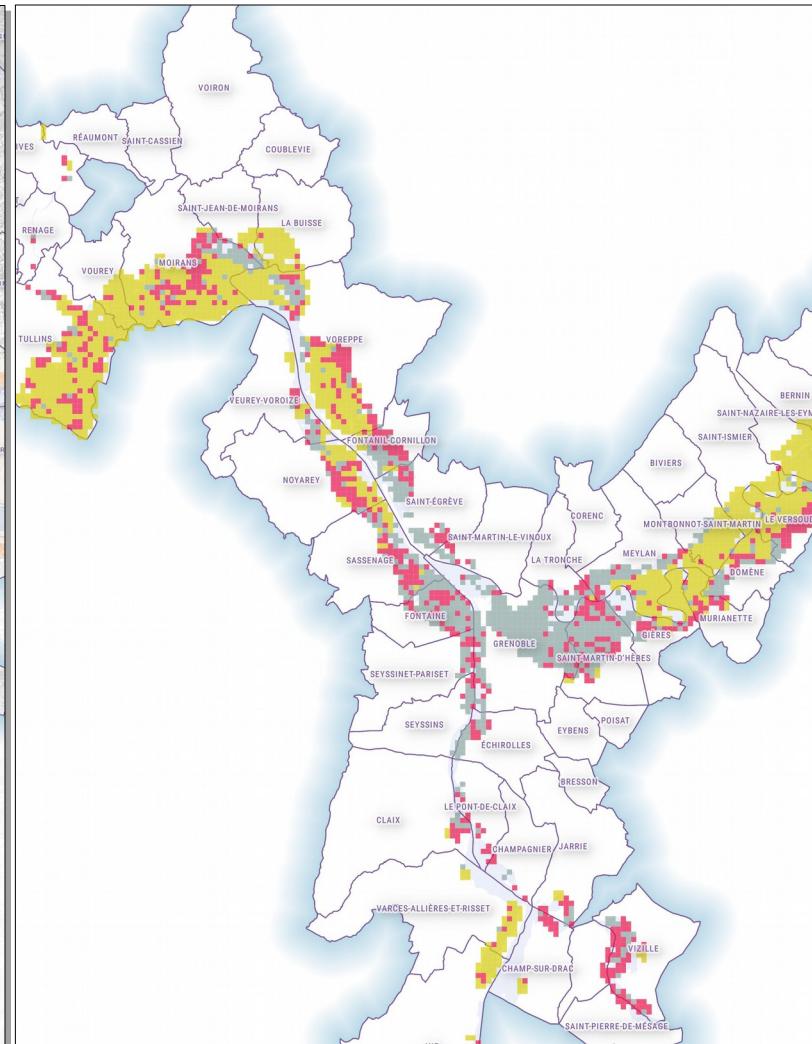
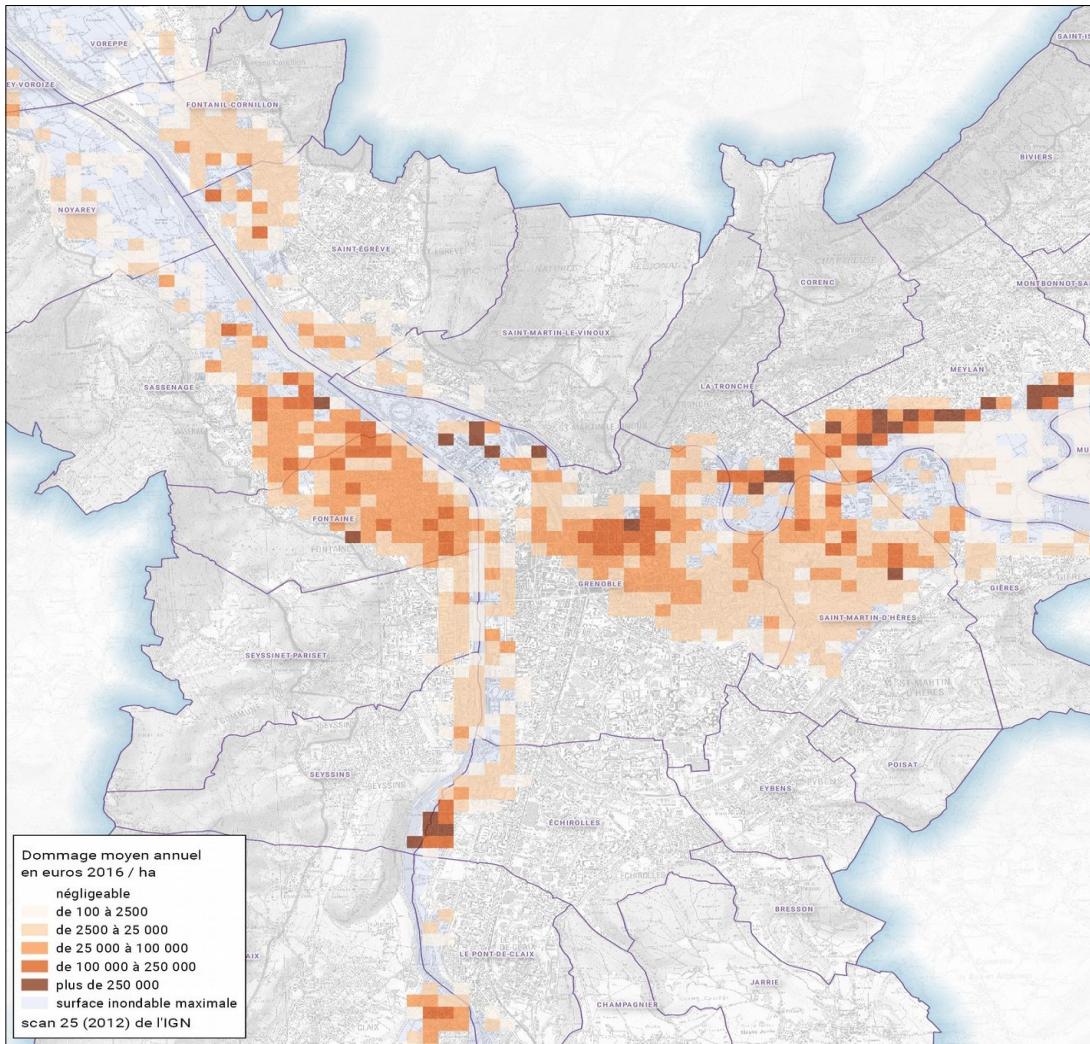
4 REVERSEMENT À L'ADMINISTRATION

- granularité au « local » (112 variables) et à la parcelle cadastrale (137)
- lié à une parcelle cadastrale
- étage
- nombre d'étages
- données sur les caves, sous-sols, dépendances
- surfaces des locaux
- occupation du sol
- bati d'activité (code NAF)

# Généralisation du calcul de dommages



# Calcul de dommages – carroyage 200m



# Utilisation des résultats ?

---

→ **localisation de la population : concentrée / dispersée**

- prévention :

- adaptation de l'information préventive,
- choix des techniques d'alerte,
- positionnement des moyens d'intervention,
- diagnostics de zones spécifiques

- gestion de l'évènement :

- hiérarchisation des secteurs à évacuer

→ **localisation des dommages**

- protection :

- positionnement / justification des ouvrages

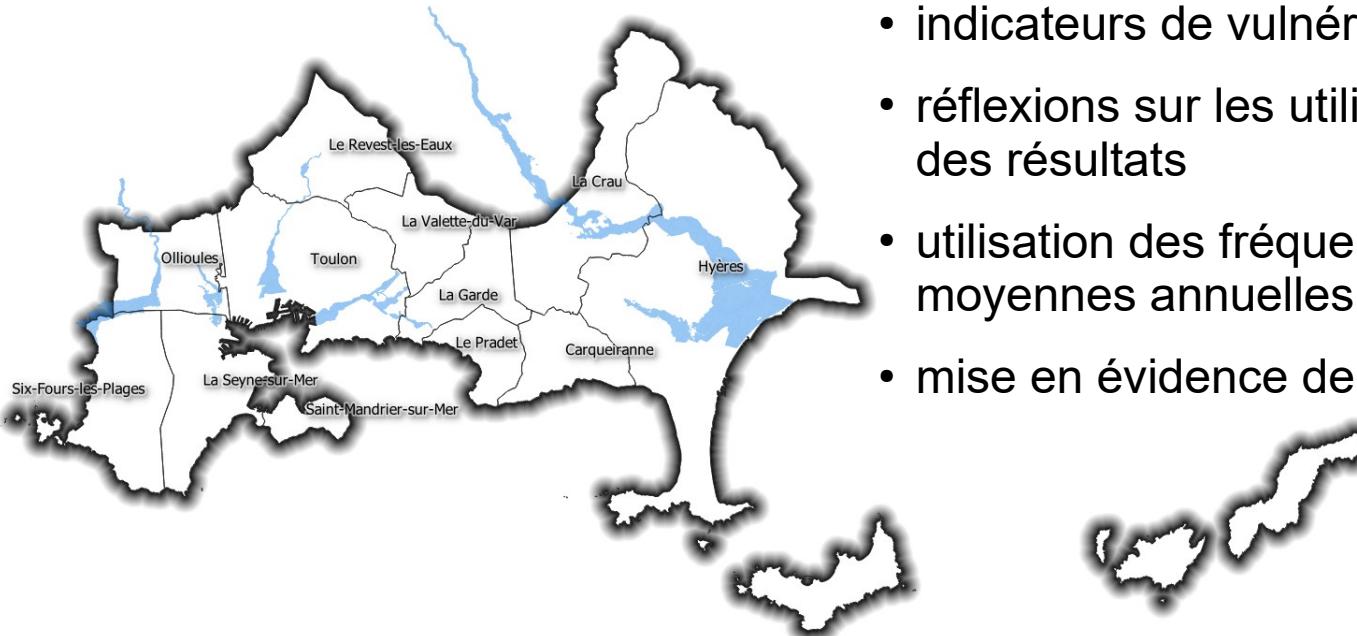
# Questions actuelles

---

- n scénarios d'aléas et m scénarios de présence : comment limiter le nombre de cartes, tout en rendant les résultats « opérationnels » ?
- quelles analyses pour quelles actions ?
- quels rendus en fonction des objectifs recherchés ?
- des données locales supplémentaires permettent-elles vraiment une approche plus fine / pertinente ?

# Partenariat Cerema – MTPM (2019)

- utilisation de nombreux scénarios d'aléas d'inondation (homogénéisation pour tous les fleuves côtiers), intégrant submersion marine et érosion côtière
- calculs de dommages, de scénarios de présence de population
- indicateurs de vulnérabilité
- réflexions sur les utilisations potentielles des résultats
- utilisation des fréquences (pour des moyennes annuelles par ex.)
- mise en évidence de secteurs critiques



# Pour en savoir plus...

---

[christophe.moulin@cerema.fr](mailto:christophe.moulin@cerema.fr)

