

# Adaptations individuelles sur le territoire so-ii

## Séminaire annuel so-ii

équipe so-ii

G-eau, INRAE

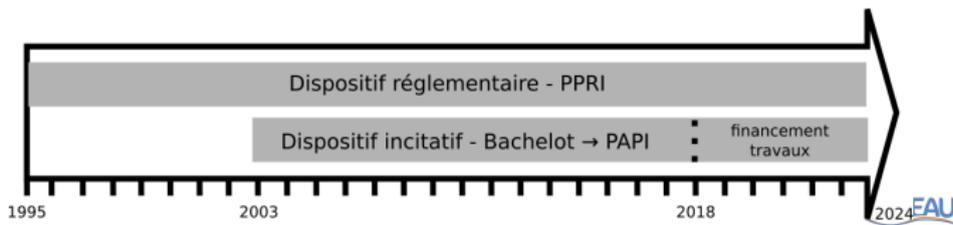
2023-12-12



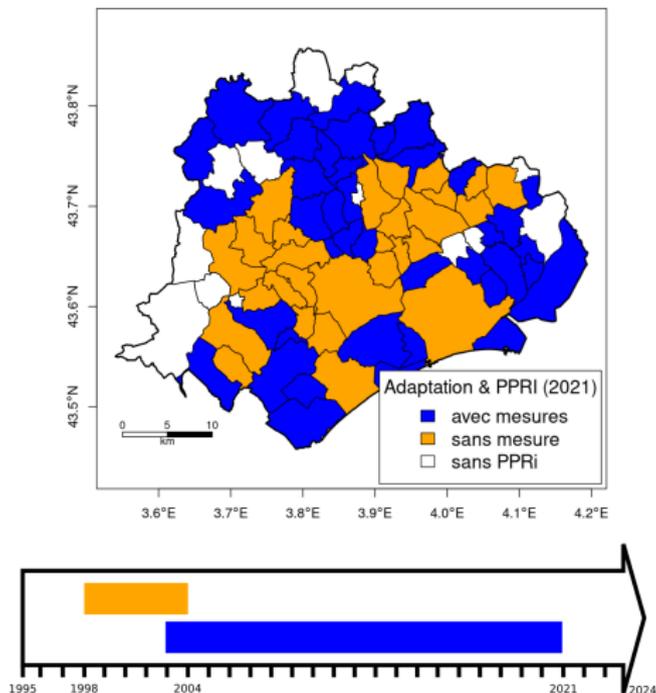
- ▶ politique d'adaptation
  - ▶ un des piliers de la gestion intégrée des inondations, qui s'inscrit dans les 3 grands objectifs :
    1. mise en sécurité des personnes
    2. réduction des dommages
    3. accélération de la remise en état
- ▶ objectif présentation
  - ▶ apports de l'observatoire so-ii sur un aspect particulier  
**adaptations des logements existants**
- ▶ présentation en deux parties
  - ▶ observation des comportements d'adaptation
  - ▶ apport d'un outil pour la mesure de l'efficacité

# Un contexte national en évolution

- ▶ depuis 1995, dispositions réglementaires (PPRI)
  - ▶ possibilité d'imposer des mesures obligatoires de réduction de la vulnérabilité sur construction existante
  - ▶ délai maximal de cinq ans après approbation pour réalisation
  - ▶ ouvre le droit à des subventions (diagnostic & travaux)
    - ▶ jusqu'à 2017 seule possibilité
- ▶ depuis 2003, développement de programmes incitatifs
  - ▶ plans Bachelot → PAPI (programme d'actions de prévention des inondations)
  - ▶ axe dédié (axe 5)
    - ▶ au départ orienté « renouvellement urbain » échelle quartier minimum
    - ▶ glisse vers adaptations individuelles (avec programmes Alabri)
    - ▶ à partir 2018 permet aussi subventions des travaux



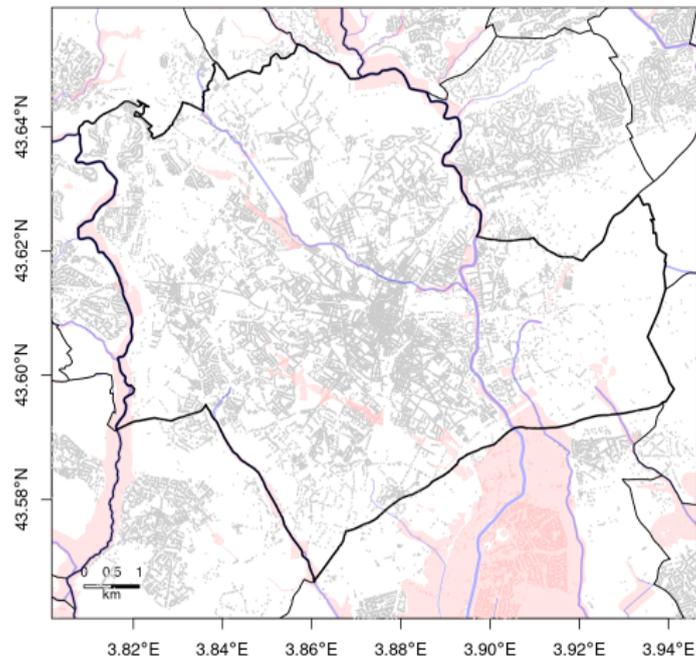
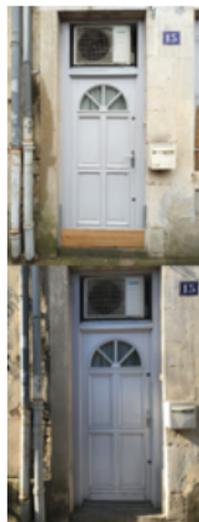
# Contexte local : différentes générations de PPRI



(d'après DDTM 34)  
G-EAU  
INRAE

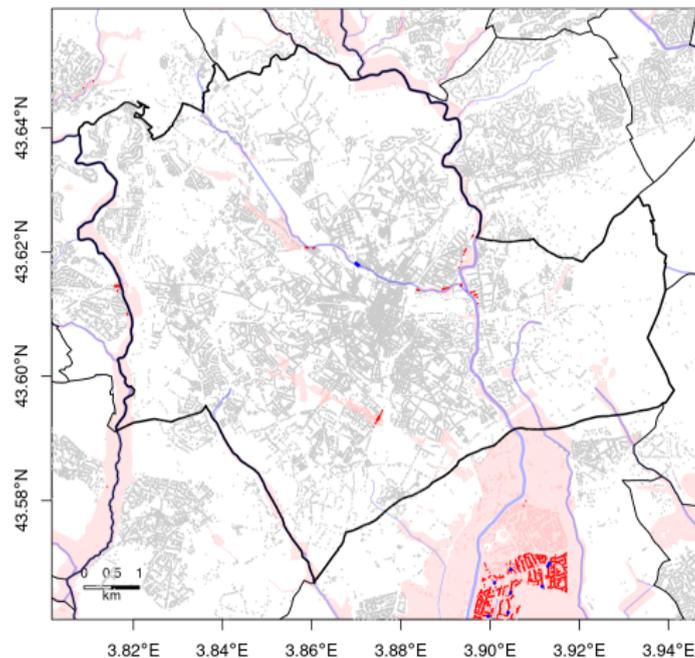
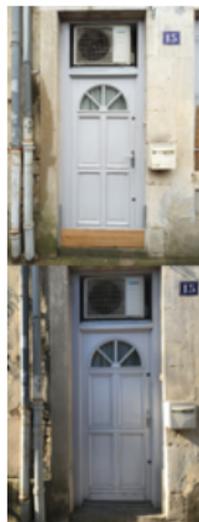
# Enseignements de la TO Adaptation

## Observation systématique des protections visibles depuis espace public



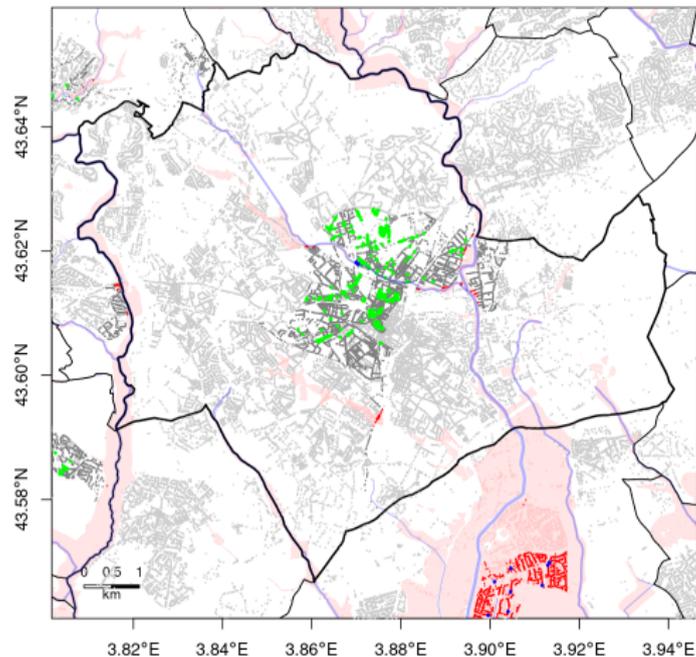
# Enseignements de la TO Adaptation

Peu de protections observées dans les zones réglementées



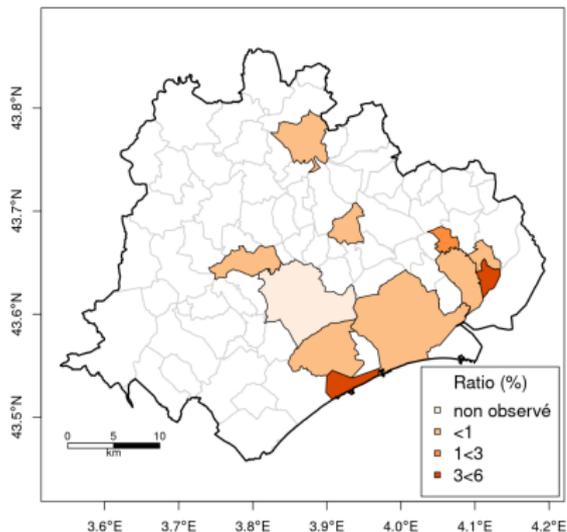
# Enseignements de la TO Adaptation

Nombreuses protections observées dans certaines zones non réglementées

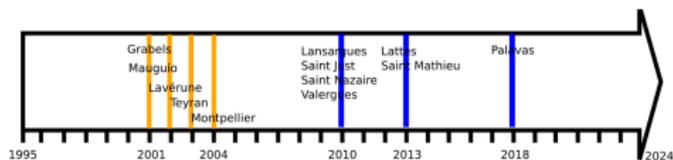
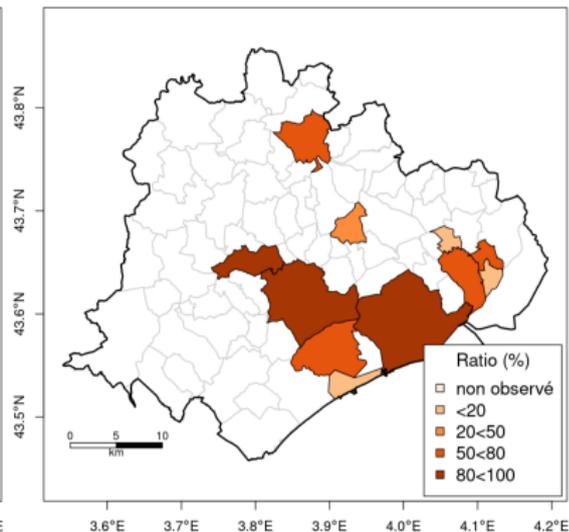


# Enseignements de la TO Adaptation

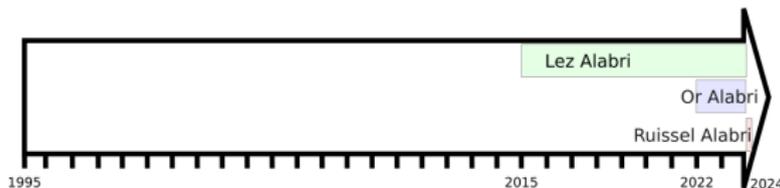
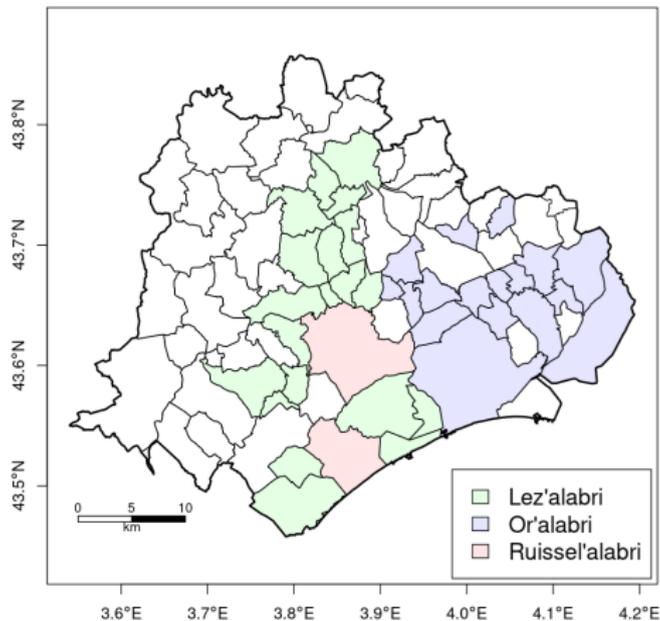
Bâtiments protégés dans le PPri (ratio %)



Protections visibles hors PPri (ratio %)



# Contexte local : programmes d'incitations récents



# Contexte local : Alabri et les mesures préconisées

- ▶ programme incitatif finançant, via le fonds Barnier, des mesures obligatoires ou préconisées
  - ▶ 1ère étape : diagnostic de vulnérabilité
  - ▶ 2ème étape : montage et suivi des dossiers de subventions
- ▶ taux de financement :
  - ▶ diagnostic : financé à 100%
  - ▶ subvention : de 80 à 100%
- ▶ Types de mesures préconisées :
  - ▶ mettre en sécurité les populations : *espace refuge*
  - ▶ résister à l'entrée de l'eau : *atardeaux, cache pour événements*
  - ▶ évacuer les eaux : *pompes, drain, avaloir*
  - ▶ protéger les équipements : *surélever et renforcer les éléments sensibles*

- ▶ suivi détaillé, par entretiens qualitatifs, d'habitants au sein d'un réseau d'observateur d'impact



# TO ROI : panoplie complète d'adaptations



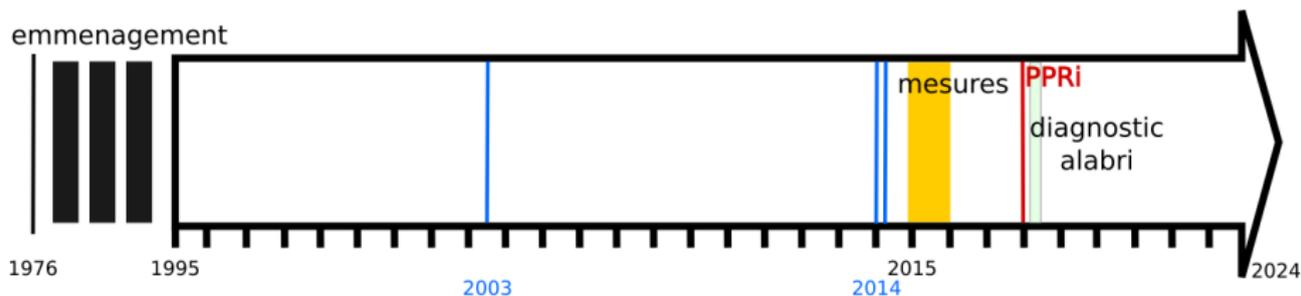
# TO ROI : dynamique & motivations

- ▶ inondations : 2003, septembre 2014 et novembre 2014
- ▶ adaptations : fin 2015



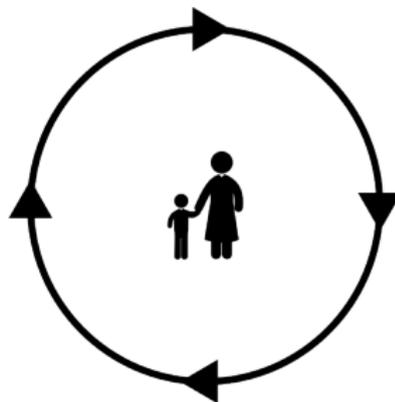
# TO ROI : initiatives en dehors des programmes

- ▶ adaptations avant Alabri (comme 14 autres habitants)
  - ▶ « Mais ce qui a de bête c'est qu'on l'a fait en 2015, et maintenant Lez'Alabri subventionne les batardeaux ! »
    - ▶ « Nous on est à 80 de batardeaux... 88cm... Et ils nous ont dit de les mettre à 1 mètre ! Mais attendez, s'il y a un mètre d'eau, je ne vais pas attendre qu'elle monte ! »

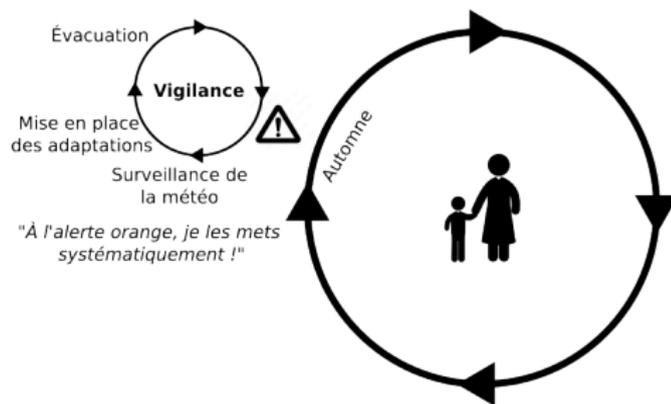


# TO ROI : comportement et efficacité

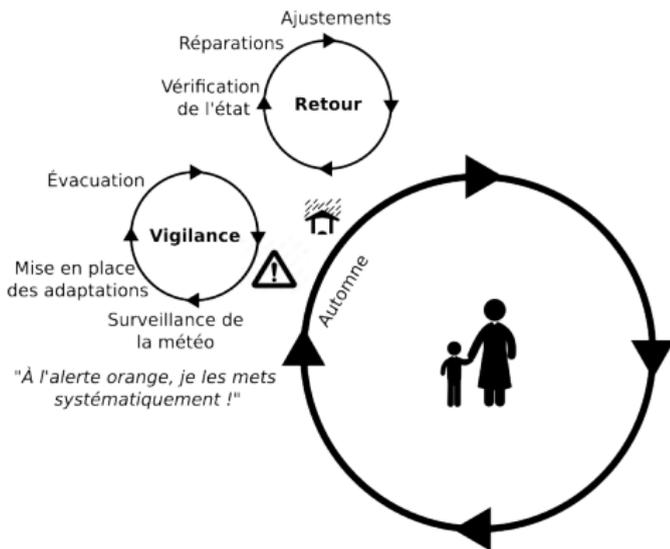
- ▶ Observations des comportements assurant l'efficacité
  - ▶ avoir des mesures en état de protéger



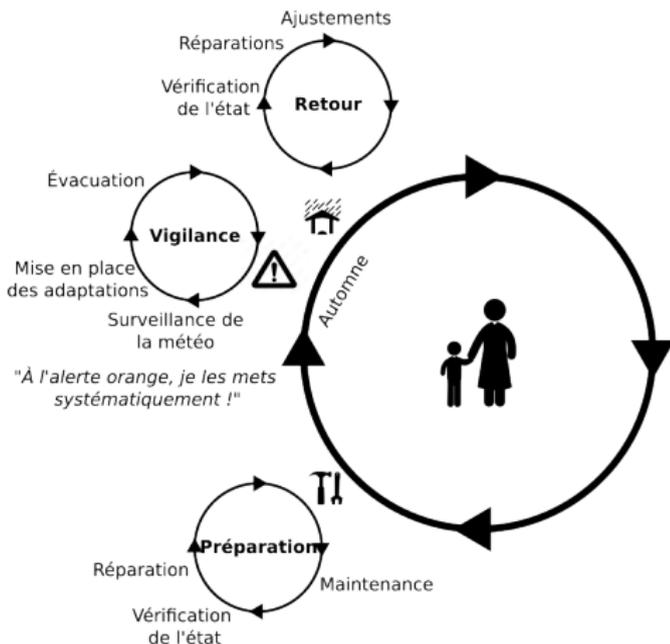
# TO ROI : comportement et efficacité



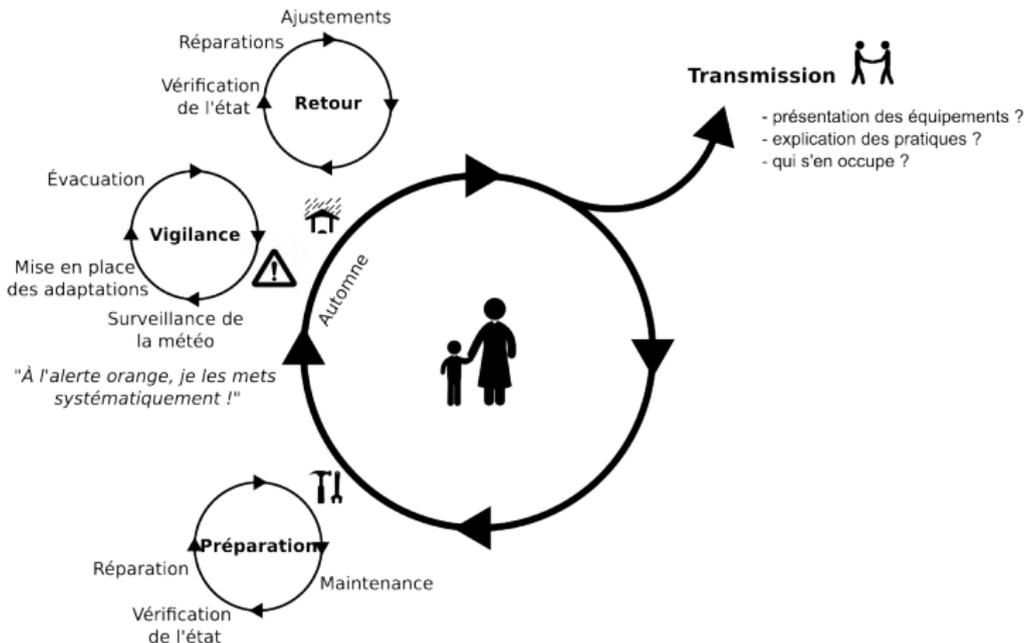
# TO ROI : comportement et efficacité



# TO ROI : comportement et efficacité

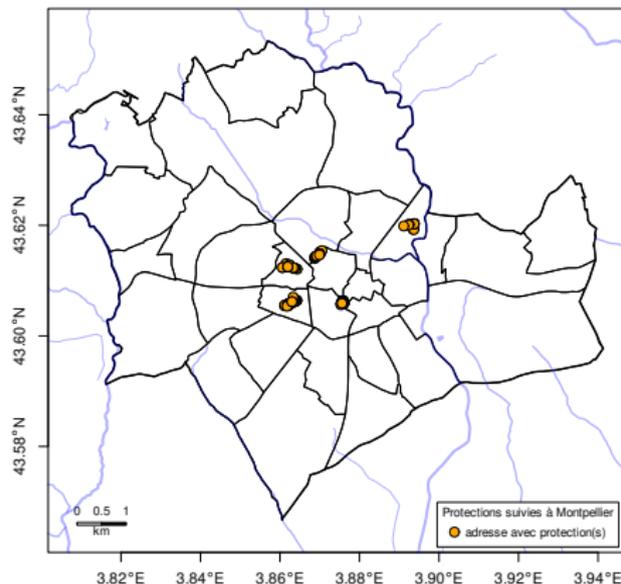


# TO ROI : comportement et efficacité



# Vers un suivi des comportements (vigilance)

## secteurs



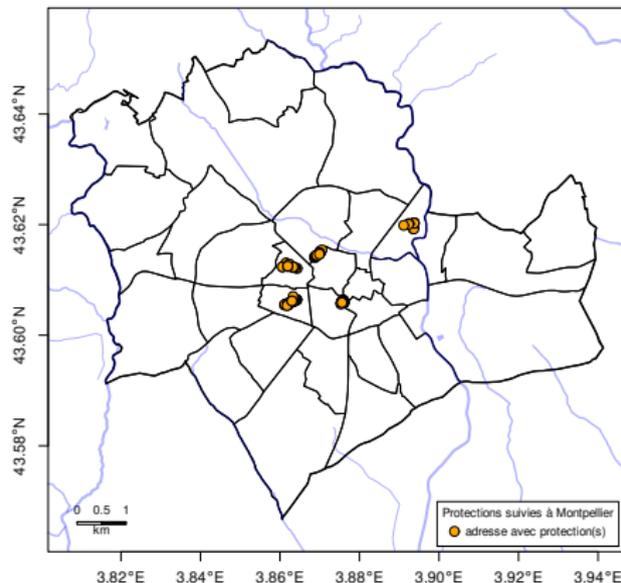
## comportements



📍 Localisation :	Métropole de Montpellier
🚧 Vigilance département :	<input type="checkbox"/> Vert <input type="checkbox"/> Jaune <input checked="" type="checkbox"/> Orange <input type="checkbox"/> Rouge
⚠️ Risque local :	<input type="checkbox"/> Courant <input type="checkbox"/> Significatif <input checked="" type="checkbox"/> Sérieux <input type="checkbox"/> Majeur
🌩️ Nature de l'évènement :	
<input checked="" type="checkbox"/> Pluies & inondations	<input type="checkbox"/> Vents violents
<input checked="" type="checkbox"/> Orages localisés (LOC.)	<input type="checkbox"/> Neige & verglas
☁️ Intensité : 50-60 mm/h →	<input checked="" type="checkbox"/> 25 à 50 <input type="checkbox"/> 50 à 70 <input type="checkbox"/> > à 70 - mm/h
🌧️ Cumul : 120-150 mm/24h →	<input type="checkbox"/> 60-120 <input checked="" type="checkbox"/> 120-170 <input type="checkbox"/> > à 170 - mm/24h
🌪️ Vent : 30 km/h (50 à 60 km/h en rafales généralisées) →	<input type="checkbox"/> ≥ à 80 km/h
🚧 Vigicrues Lez :	<input type="checkbox"/> Vert <input type="checkbox"/> Jaune <input type="checkbox"/> Orange <input type="checkbox"/> Rouge

# Vers un suivi des comportements (vigilance)

## secteurs



secteur	% usage
Figuerolles	16
Aubes	13
Saunerie	12
Gerhardt	9
Arceaux	3
Total	11

(Résultats partiels, campagne 2023)

- ▶ bilan :
  - ▶ une dynamique d'équipements déconnectée des PPRI
  - ▶ des habitants très engagés dans l'adaptation sans incitation
  - ▶ mise en visibilité de comportements clés pour l'efficacité
    - ▶ temps de la vigilance
    - ▶ temps du retour à la normale
    - ▶ temps de la maintenance / préparation
  - ▶ question ouverte de la transmission des biens
- ▶ estimation de l'efficacité ?
  - ▶ question posées par « professionnels » de l'adaptation
    - ▶ professionnels qui mettent en place certains équipements
    - ▶ bureaux d'études qui font les diagnostics

# TO ROI : mesure de l'efficacité ?

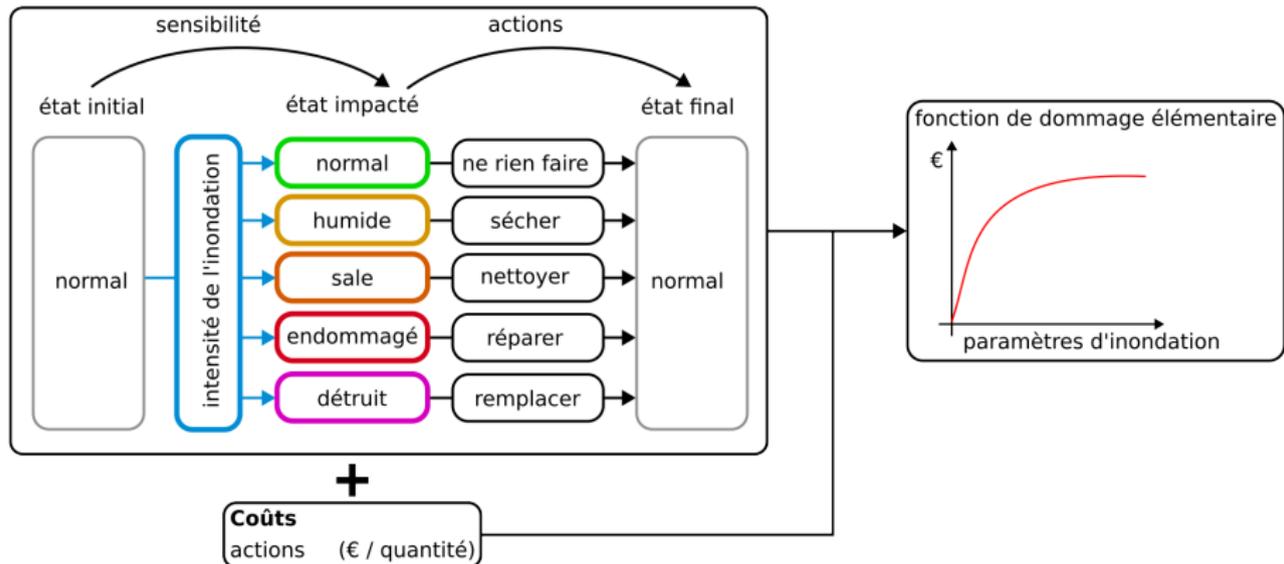
- ▶ Travaux recherche + ministère transition écologique → outils



## Outil pour évaluation de dommages aux enjeux bâtis

- ▶ Potentiel pour répondre aux manques
  - ▶ objectif réduction du dommage
  - ▶ objectif de mise en danger des personnes

# floodam.building : composantes élémentaires



# floodam.building : fonctionnement général



Relevé détaillé au niveau du bâtiment

Liste des composants élémentaires.

Localisation

Quantité

Liste de mobilière

Localisation

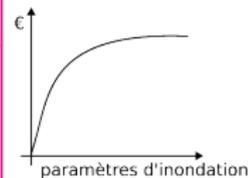
Quantité

Géométrie du bâtiment

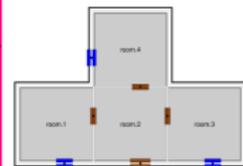


inventaire composants  
élémentaires  
(localisation, surface,  
etc)

Fonction de dommage  
du bâtiment  $f(h, d)$



Plan du bâtiment



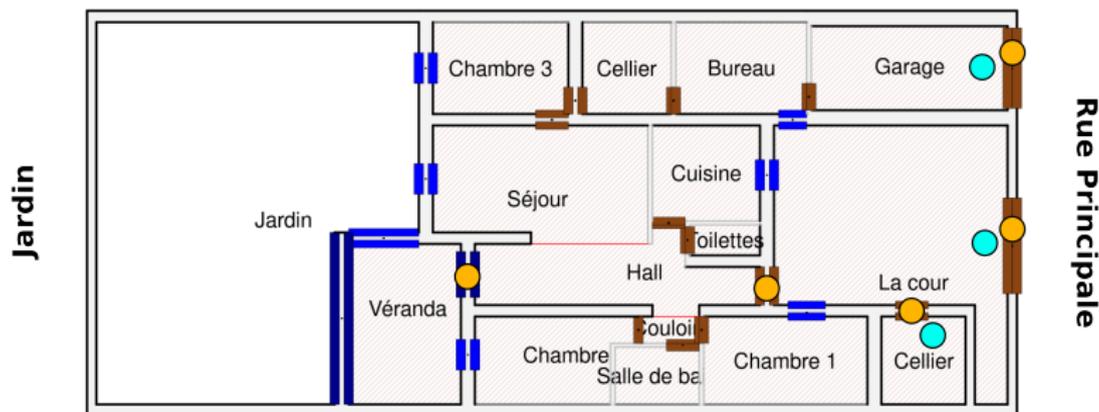
- ▶ **Mobilisation de floodam.building dans so-ii**
- ▶ Application à des cas réels avec haute niveau de détail → TO ROI
- ▶ **Objectif**
  - ▶ Tester le potentiel et capacité de floodam.building pour diagnostic de vulnérabilité **sur cas réel**

## traduction pour floodam.building

<b>Stratégie 1 : résister l'entrée des eaux</b>	Batardeaux Réhaussement clôture Cache ventilation Clapets antiretour Étanchéisation murs	Pas prise en compte Prise en compte	~ € 7 000
<b>Stratégie 2 : évacuer les eaux</b>	Caniveau Puisard drain + avaloirs Pompe Groupe électrogène		~ € 4 000
<b>Stratégie 3 : protéger les équipements</b>	Sur-élévation électroménagers		~ estimée négligeable
<b>Stratégie 4 : remplacer les matériaux</b>			

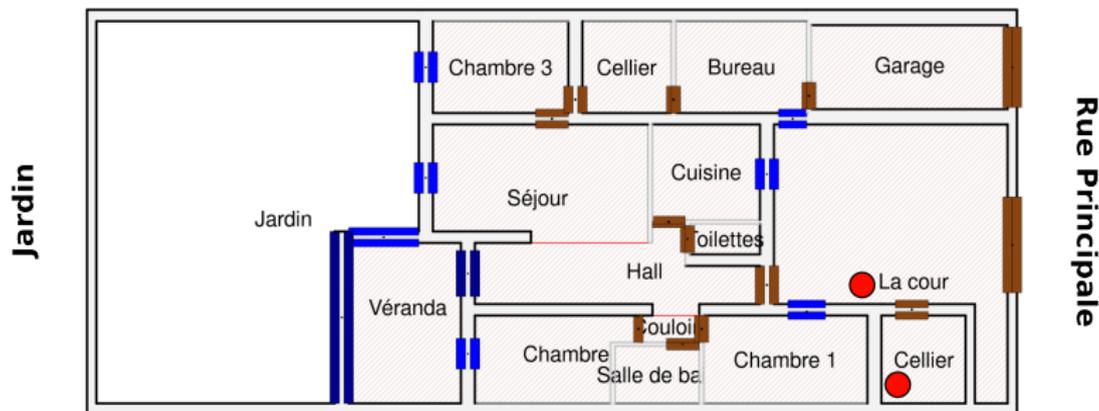
# TOI ROI : mesures d'adaptation chez Charly

## Stratégie 1 : résister l'entrée des eaux



- Batardeaux
- Clapets antiretour / cache ventilation

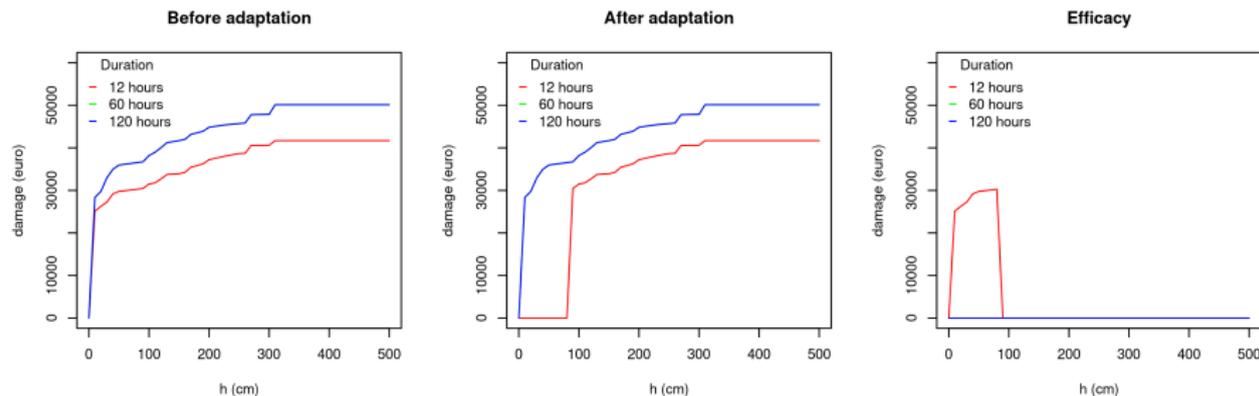
## Stratégie 3 : protéger les équipements



● Sur-élévation des équipements sensibles

# TOI ROI & floodam.building : efficacité

Effet de la stratégie 1 sur les dommages :

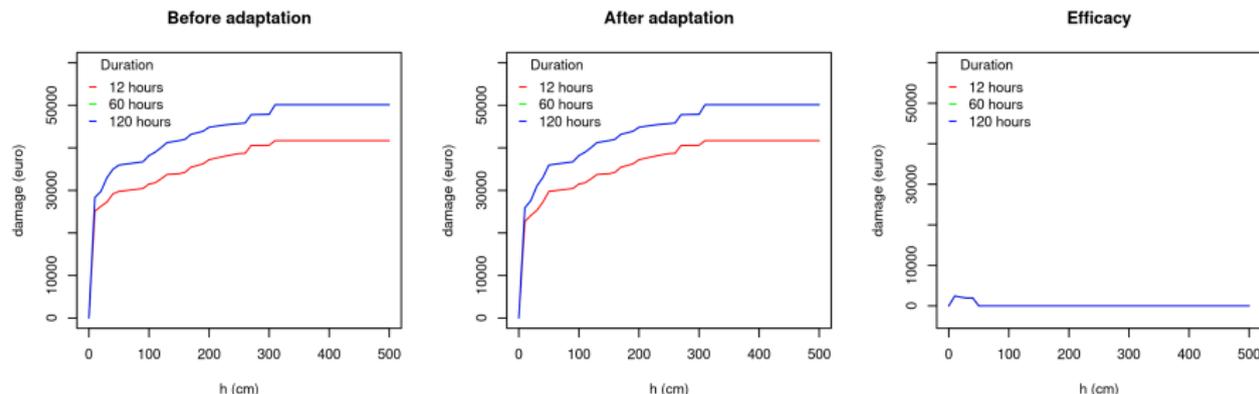


max dommage évité	durée aléa	hauteur aléa
€ 30 277	$\leq 48h$	$\leq 0,88m$
€ 0	$> 48h$	—

Coût de mise en place de la stratégie 1 : ~ € 6 000

# TOI ROI & floodam.building : efficacité

Effet de la stratégie 3 sur les dommages :

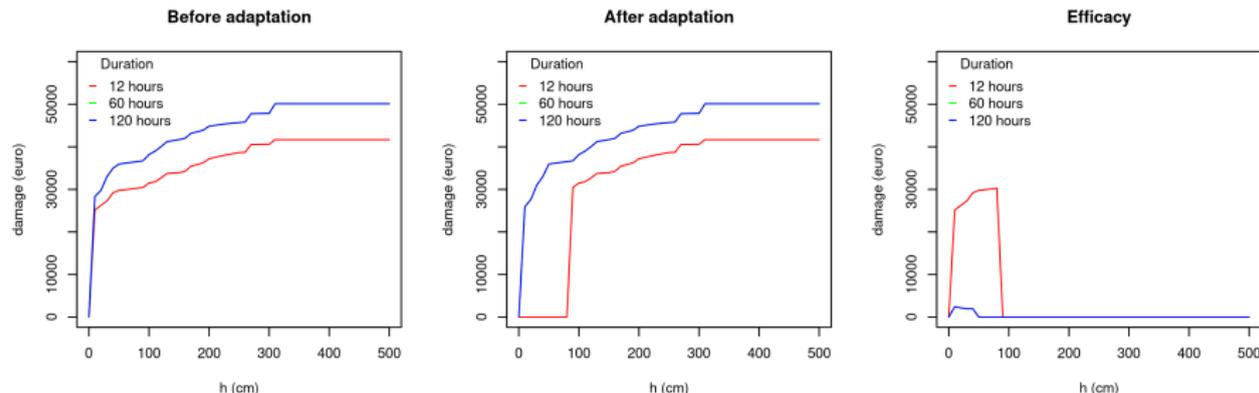


max dommage évité	durée aléa	hauteur aléa
€ 0	$\leq 48h$	—
€ 2 445	$> 48h$	$\leq 0,1m$

Coût de mise en place de la stratégie 3 : faible

# TOI ROI & floodam.building : efficacité

Effet des stratégies 1 et 3 sur les dommages :



max dommage évité	durée aléa	hauteur aléa
€ 30 277	$\leq 48h$	$\leq 0,88m$
€ 2 445	$> 48h$	$\leq 0,1m$

Coût de mise en place de la stratégie 3 : coût minimal ~ € 6 000

- ▶ 2019-2023 → projet ANR DEUFI (DEtailing Urban Flood Impact) :
  - ▶ Focus :
    - ▶ étude des écoulements rue-bâti à travers les ouvertures
    - ▶ processus hydrauliques à l'intérieur et autour des bâtiments
- ▶ Intégration modèle hydraulique dans floodam.building
  - ▶ Hydraulique interne d'un bâtiment
    - ▶ hauteur d'eau dans pièces
    - ▶ vitesse d'écoulement

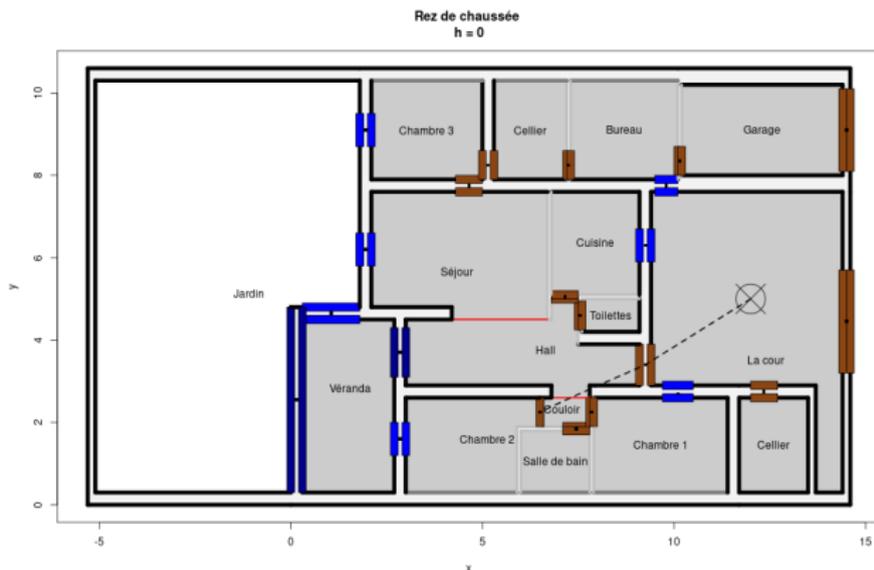
# Cadre d'analyse pour dangerosité des bâtiments

- ▶ **Analyse de la dangerosité des parcours de mise à l'abri**
- ▶ Estimation de la dangerosité approchée par **la stabilité des personnes**
  - ▶ déterminée à partir du produit de
    - ▶ vitesse de l'écoulement (V)
    - ▶ hauteur de la submersion (h)
  - ▶ **Seuils de stabilité** (littérature)

Vxh	1	dangerosité <b>ÉLEVÉ</b>	la plupart des piétons présentent instabilité
	0.7	dangerosité <b>IMPORTANTE</b>	beaucoup de piétons sont instables
	0.3	dangerosité <b>MODÉRÉ</b>	quelques piétons présentent une instabilité
	0	dangerosité <b>FAIBLE</b>	peu de piétons présentent instabilité

# TO ROI : dangerosité chez Charly

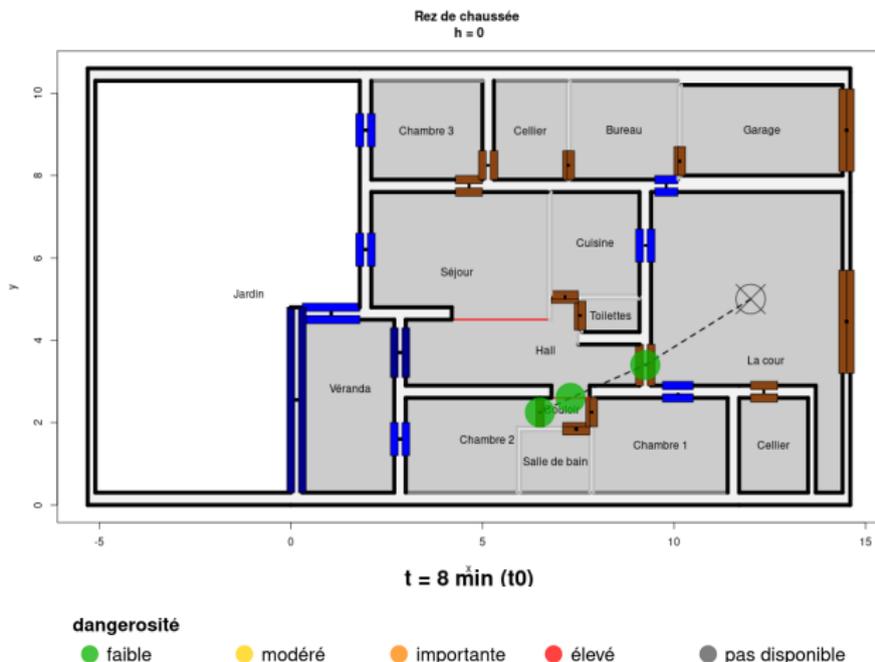
Zone d'abri préconisée : accès par cour



**Crue** : durée = 1h | hauteur max = 1,5m

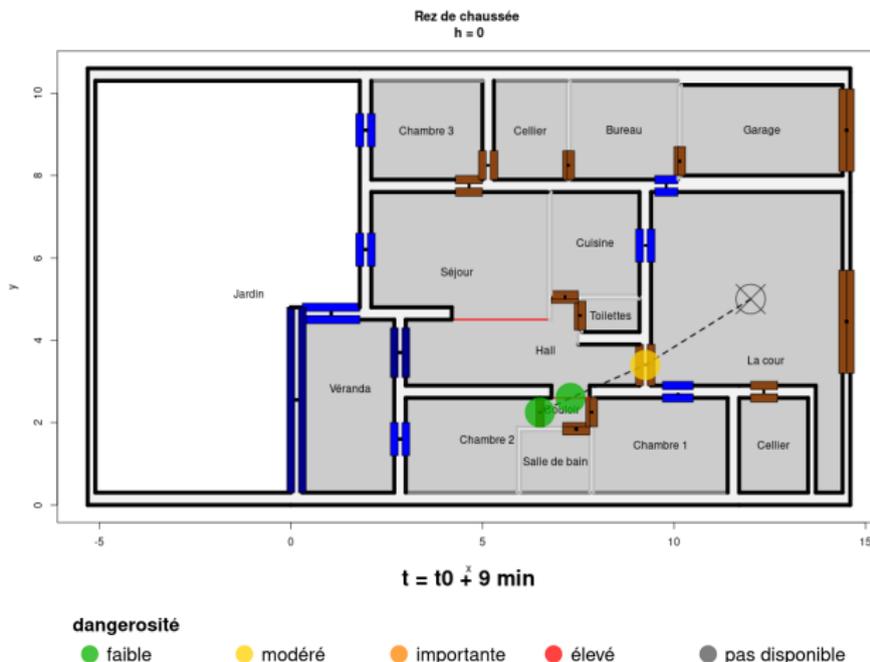
# TO ROI : dangerosité chez Charly

## Temps d'évacuation à partir de la détection d'eau dans la chambre



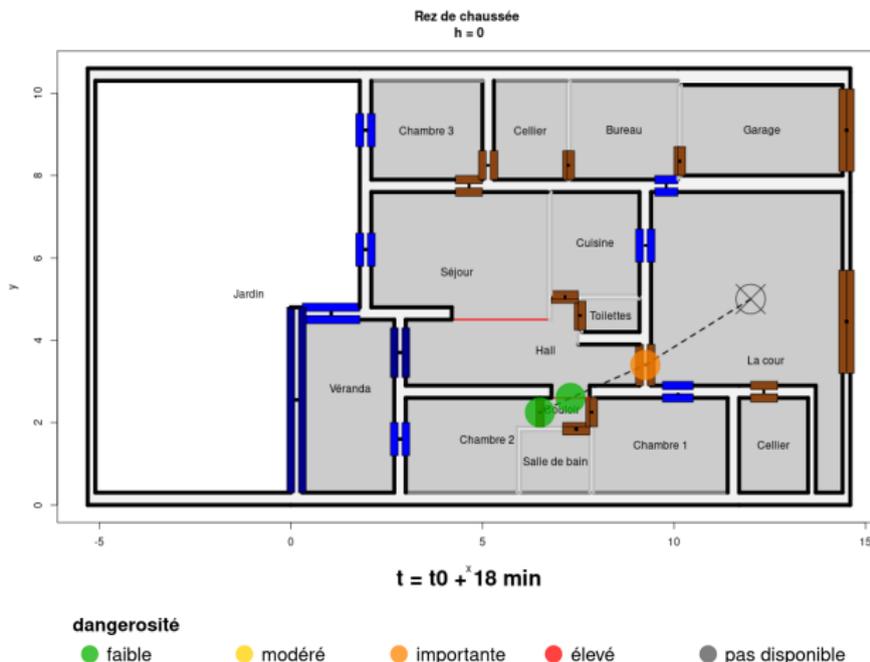
# TO ROI : dangerosité chez Charly

## Temps d'évacuation à partir de la détection d'eau dans la chambre



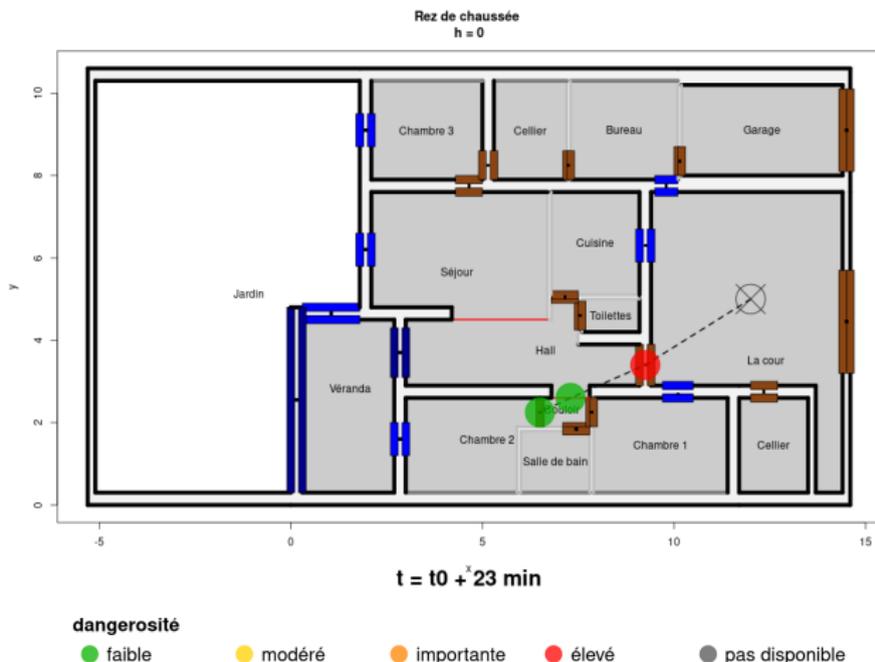
# TO ROI : dangerosité chez Charly

## Temps d'évacuation à partir de la détection d'eau dans la chambre



# TO ROI : dangerosité chez Charly

## Temps d'évacuation à partir de la détection d'eau dans la chambre



- ▶ Réduction des dommages
  - ▶ floodam.building permet d'estimer
    - ▶ efficacité de mesures particulières (→ dommage évité)
    - ▶ efficacité de combinaisons de mesures
    - ▶ efficacité des mesures préconisées (dommage évité vs coût)
- ▶ Mise en sécurité des personnes
  - ▶ floodam.building permet d'estimer
    - ▶ dangerosité des bâtiments
- ▶ Développements futurs
  - ▶ efficacité des mesures d'évacuation des eaux
- ▶ Intégration dans démarche de diagnostics ?
  - ▶ mise en œuvre compatible avec celle des diagnostics
  - ▶ valorisation des données détaillées produites

## Merci de votre attention

- ▶ Ce travail a bénéficié du :
  - ▶ soutien de l'OSU OREME
  - ▶ soutien du Ministère en Charge de l'Environnement à travers la convention INRAE-DGPR n°2103343215
  - ▶ soutien du Ministère en Charge de l'Environnement à travers la convention INRAE-CGDD n°2201257967
  - ▶ projet DEUFI financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et portant la référence ANR-18-CE01-0020
  - ▶ actions 1.8 et 5.2 dans le cadre du Programmes d'action de prévention des inondations (PAPI 3) Lez

