

### Le projet NAIAD





#### Contexte

- 90% des risques naturels imputables à l'eau
- isques croissants avec le changement climatique
- Limite des systèmes d'assurance et des solutions grises

#### Concept / Idée

Les écosystèmes peuvent contribuer à réduire les risques liés à l'eau et accroître la résilience

#### Les Solutions fondées sur la Nature (ou infrastructures vertes)

actions qui s'appuient sur les écosystèmes afin de relever les défis globaux comme gestion des risques, la lutte contre les changements climatiques... IUCN (2016)

#### 3 types (qui peuvent être combinés)

- La préservation d'écosystèmes fonctionnels et en bon état écologique ;
- L'amélioration de la gestion d'écosystèmes pour une utilisation durable par les activités humaines;
- La restauration d'écosystèmes dégradés ou la création d'écosystèmes

### Le projet NAIAD

#### ► 23 organismes partenaires





#### Pour la France :

- CCR : Réassurance des catastrophes naturelles et modélisation des dommages
- IRSTEA et Université de Nice
- BRGM : économie des risques et de l'environnement; hydrogéologie karstique

▶ 9 sites d'études en Europe







#### Objectifs:

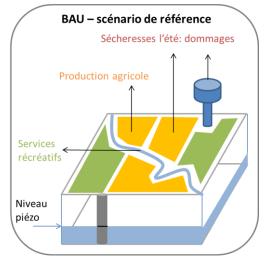
- Caractériser l'efficacité des SfN pour la protection contre les crues et les sécheresses
- Travailler sur le développement d'instruments économiques et de nouveaux « business models »
- Anticiper et dépasser les barrières à leur mise en place

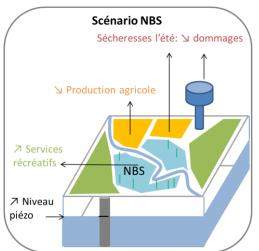
### Type d'action : Recherche finalisée

Durée : 3 ans à partir du 1er décembre 2016



### Le projet NAIAD



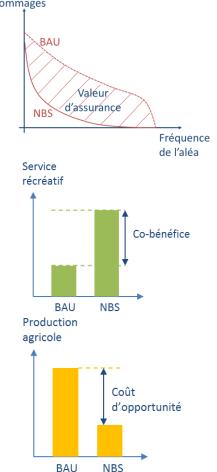


Exemple: création de zones naturelles de recharge pour limiter les risques de sécheresse

Diminution des dommages associés à la sécheresse

Développement d'activités Récréatives

coûts de mise en œuvre + coûts d'opportunité (= diminution de la production agricole)





#### Le projet NAIAD sur le Bassin du Lez

#### Contexte:

- Développement urbain très rapide au cours des dernières décennies lié au dynamisme démographie de la zone : imperméabilisation, canalisation des cours d'eau: -2920 ha entre 1990 et 2012.
- Climat méditerranéen caractérisé par des longues périodes de sécheresse et des évènements pluvieux intenses « cévenols » occasionnant des inondations et des dommages importants . 2014: 65 M€ de dommages privés (CCR)

Part des dommages par ruissellement très importante (78% hors ZI en

2014)



#### **Objectif:**

- Evaluer l'efficacité et l'efficience des SfN pour la gestion du risque inondation sur le bassin du Lez
- Déterminer les mécanismes possibles de mise en oeuvre

#### Les résultats de l'Atelier 1

- Identification des grandes lignes de 3 scénarios de développement urbain: central, développement, maitrise.
- Discussion des avantages inconvénients d'un catalogue de SfN.
   Focalisation sur les SfN urbaines (ZEC peu efficaces).

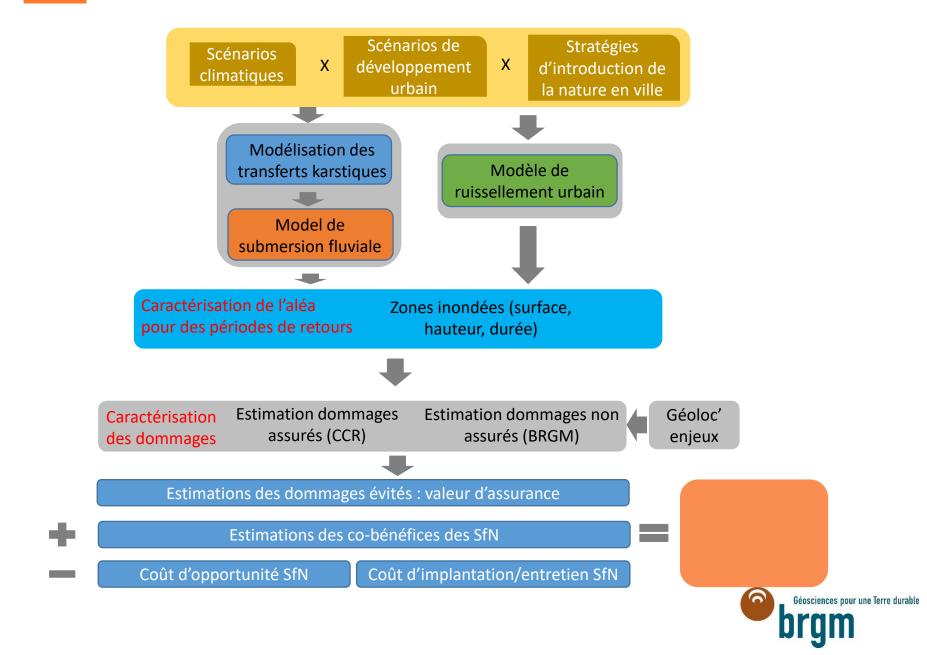
### Focalisation sur 3 types de SfN:

- Préservation des espaces agricoles et naturels par la maîtrise du développement urbain
- Introduction de la nature en ville: noues, bassins de rétention ouvert, toits verts...
- Gestion active du Karst





#### Méthode d'évaluation des SfN sur le Lez (BRGM & CCR)



### Objectifs de l'atelier

- Valider les scénarios de développement urbain et les stratégies d'introduction de la nature en ville identifiées lors de l'Atelier 1
- Discuter la méthodologie utilisée pour étudier les scénarios et stratégies (modélisation biophysique, évaluation des dommages, co-bénéfices) et les premiers résultats.
- Identifier les freins et leviers pour le développement des NBS sur le territoire



### Déroulement de la matinée

8:30	9:00	Accueil des participants
9:00	9:15	Introduction et présentation des objectifs du projet NAIAD
09:15	10:00	Discuter et valider les hypothèses des trois scénarios d'urbanisation identifiées
		lors du premier atelier.
10:00	10:45	Discutor et valider les stratégies d'introduction de la nature en ville identifiées
		Discuter et valider les stratégies d'introduction de la nature en ville identifiées lors du premier atelier et de leur déploiement sur le territoire.
10:45	11:00	Pause-café
11:00	11:45	Brainstorming sur les freins et leviers politique, réglementaire, institutionnel et financier au développement des SfN sur le territoire
11 :45	12:00	Présenter les premiers résultats de la modélisation biophysique et de l'analyse du risque.
12:00	12:45	Présentation et discussion de la méthode de l'enquête et de sa mise en œuvre
12.45	13.00	





### Le besoin de scénarios de développement urbain

- Les risques liés aux inondations (dommages) sont fortement affectés par l'évolution des enjeux (exposition) et de l'imperméabilisation (aléa)
- La maîtrise de l'urbanisation est donc un des leviers principaux pour la gestion du risque inondation.

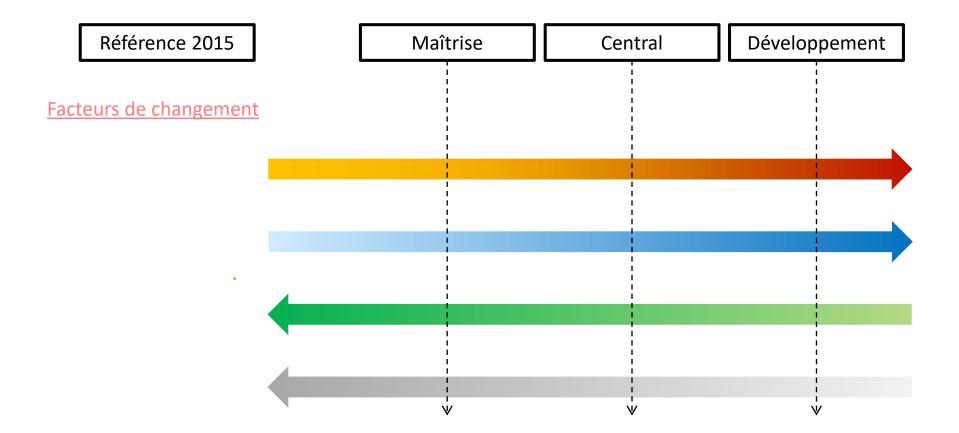
Impossibilité de déterminer avec précision le futur donc il vaut mieux l'encadrer avec des « possibles »

 Des scénarios contrastés soit très ambitieux soit « catastrophe » peuvent servir de démonstration



## Les facteurs prise en compte dans les scénarios

Scénarios volontairement contrastés





#### **Scénario Central**

#### Sur 3M:

- SCOT actuel avec une maîtrise de l'étalement urbain et la préservation des espaces agricoles et naturels aquis
- Pression démographique :
  - Accroissement démographique maitrisé
- Des projets de densification ambitieux
- Nouveaux logements:
  - 40% en extension dans des espaces à vocation mixte
  - 60% au sein d'espace déjà urbanisés
  - Densité variables de logements de 20 & 50 log./ha

#### **GPSL & autres:**

- Un accroissement démographique encore important mais volonté de maîtrise de l'étalement
- Les ambitions du SCOT sont conservées « valorisation des espaces naturels et agricoles »



### Scénario – Développement & attractivité soutenue peu maîtrisée

#### Sur 3M:

- Pression démographique accrue sur l'ensemble du territoire, étalement
- Quelques projets de densification mais qui ne suffisent pas à satisfaire la demande
- Nouveaux logements:
  - 60% en extension dans des espaces à vocation mixte
  - 40% au sein d'espace déjà urbanisés
  - Moins d'efforts de sur la densité des logements

#### **GPSL & autres:**

- Un accroissement démographique peu maîtrisé à cause des coûts bas de la voiture et de la pression démographique
- Les ambitions du SCOT sont conservées, mais pas respectées en terme de consommation d'espace



#### Scénario - Valorisation du cadre de vie & maîtrise foncière



#### Sur 3M:

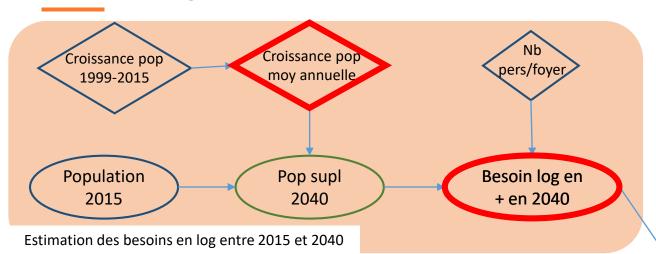
- Le pari du 0 zéro extension est fait: volonté affichée de maîtriser drastiquement l'extension urbaine
  - Révision à la baisse en matière d'accueil de population
  - Priorité à la qualité de vie des habitants en place
- Des quartiers alliant tous les services
  - Un aménagement ambitieux, la densité ne se fait pas au détriment de la qualité
  - Mobilité douce et transport en commun au cœur du projet
- Nouveaux logements: 100% au sein d'espaces déjà urbanisés : Densité variables de logements de 20 & 100 log./ha
- Effort est mis dans la réhabilitation des quartiers et reconquête des dents creuses

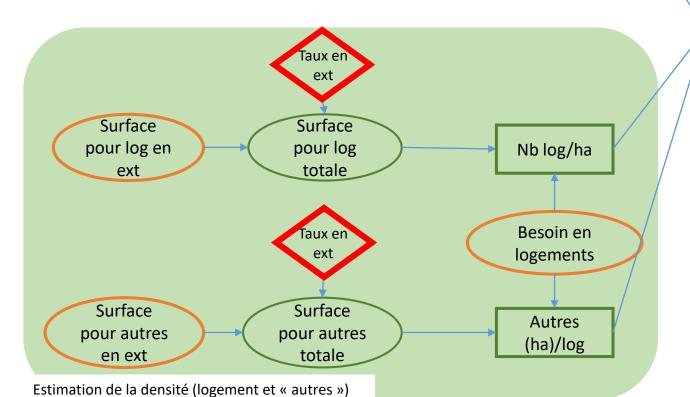
#### **GPSL & autres:**

- Un accroissement démographique maîtrisé & Centre ville/bourg revitalisé
- Les ambitions du SCOT sont conservées grâce à une structuration multipolaire visant à réduire les déplacements automobiles
- Développement de la trame verte & bleue



#### Méthode de quantification des scénarios





INSEE
SCoTs
Calculé

Surface artificialisée en extension – 2040 – Scénario Maitrise



Surface artificialisée en extension – 2040 – Scénario central



Surface artificialisée en extension – 2040 – Scénario Développement



#### Quantification des scénarios

#### DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION... À UNE SURFACE ARTIFICIALISÉE EN EXTENSION

H1 : la croissance de la population

- calcul du taux de croissance annuel moyen entre 1968/2015 et 1990/2015
- Application sur la population de 2015 jusqu'en 2040

	1999/2015	CENTRAL	MAÎTRISE	DEV
CC du Grand Pic				
Saint-Loup	1,3%	1,5%	0,8%	1,5%
Montpellier				
Méditerranée				
Métropole	1,4%	1%	0,7%	1,4%

#### Quantification des scénarios

#### DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION... À UNE SURFACE ARTIFICIALISÉE EN EXTENSION

#### H2: surface artificialisée nécessaire

- Calcul de ratios à partir des SCoT 3M et CCGPSL
- Application des ratios 3M aux communes de 3M et des ratios CCGPSL aux communes GPSL, CC Hérault, CA Thau, CA du Pays de l'Or

Nb log/ha	40	20	50	25	25	10	
Autres* ha/log	0,013	0,012	0,01	0,008	0,013	0,012	
Habitat en extension	40%	37%	0%	0%	60%	60%	
autres en extension	79%	100%	0%	50%	100%	100%	

\*autres = activités tertiaires, commerce, équipements collectifs, activités exogènes/exceptionnelles, structures de transports secondaires

#### **Quantification des scénarios**

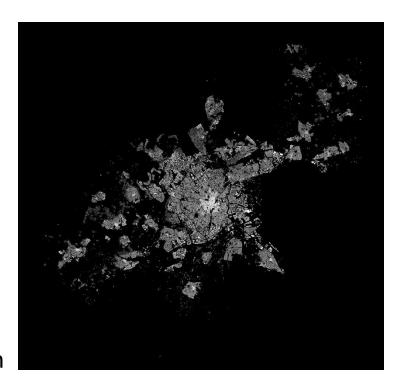
#### DE LA CROISSANCE DE LA POPULATION... À UNE SURFACE ARTIFICIALISÉE EN EXTENSION

		Central			Maitrise			Développement		
		75 252	1 902	823	52 852	1 057	0	102 451	4 098	2 742
		3 010	76	33	2 114	42	0	4 098	164	98
		67 398	1 703	681	48 629	973	0	94 597	3 784	2 270
		7 854	384	141	4 223	169	0	7 854	785	471
			884	700		486	0		1 241	1 241
			00			2.4			0.4	
			90			34			94	
			_							
			1 448			1 645			1 828	

### Spatialisation des scénarios

#### Modèle SIMURBA (Calvet, Delbar, 2019)

- Spatialiser l'étalement urbain en fonction des scénarios
- Etablir une nouvelle occupation du sol en 2040 pouvant être intégrée dans les modèles de ruissellement et dommage
- La sélection des cellules à construire dépend de :
  - La distance aux infrastructures (transports), services et aménités
  - Importance écologique de la cellule
- Contraintes intégrées par le modèle :
  - Surface maximale artificialisée en extension Règlementation risque : PPRi
  - Réglementation environnement : Réserves, N2000





#### Validation des scénarios

- Les hypothèses des différents scénarios sont-elles intéressantes/acceptables?
  - Hyp. de croissance de la population
  - Hyp de part dédiée à l'extension
  - Nombre de logements/ha
  - Surfaces dédiées aux autres activités
- Est-ce que les résultats de la scénarisation font sens?
- Questions sur le modèle de spatialisation?





#### Les stratégies d'introduction de la nature en ville

- Choix des solutions individuelles à partir des discussions de l'atelier 1
- Abandon de la gestion active du Karst car controversé et effet des différentes stratégies sur le débordement du Lez non significativement différentes (Cf. Session 3)
- Focalisation sur l'introduction de la Nature en ville car la réduction du risque ruissellement est prioritaire.
- Des solutions qui combinent différentes SfN individuelles



#### Les stratégies d'introduction de la nature en ville

### Stratégie 1:

- Des stratégies mises en place sur des espaces publics principalement
- Priorité à la désimperméabilisation





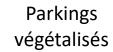
Désimperméabiliser la ville



Rigoles de drainage biologique le long des routes : 0,5m de large









#### Les stratégies d'introduction de la nature en ville

Stratégie 2 : Stratégie 1 +

Un impact plus net sur les individus (espaces privés, place limitée des véhicules)



Toits végétalisés sur 100% des toits plats (immeubles, commerces)



Réduction des parkings (25%) grâce à la déprise de la voiture. Remplacés par des bassins de rétention ouverts multifonctionnels



Rigoles de drainage biologique le long des routes : 2m de large

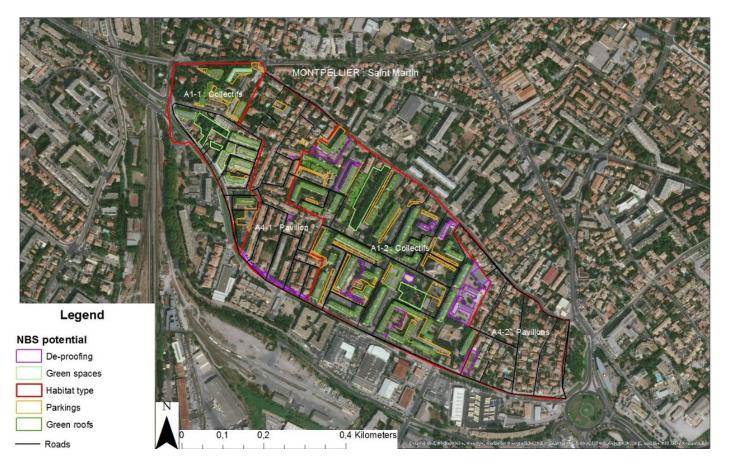


Jardin de pluie dans tous les jardins privés (zone pavillonnaires) : 4m²



#### Où METTRE EN PLACE CES SOLUTIONS ?

- ➤ Etude par photo-interprétation du potentiel de 6 IRIS fortement impactés par les inondations
- Découpage des IRIS en sous-quartiers types : Collectifs, Centrebourgs, Intermédiaires, Pavillonnaire, Commerciale



Pour chaque type
de quartiers, un
potentiel de lise en
place des stratégies
1 et 2 est calculé,
auxquels sont
associés des
potentiels
d'infiltration et de
rétention



### Les potentiels des SfN

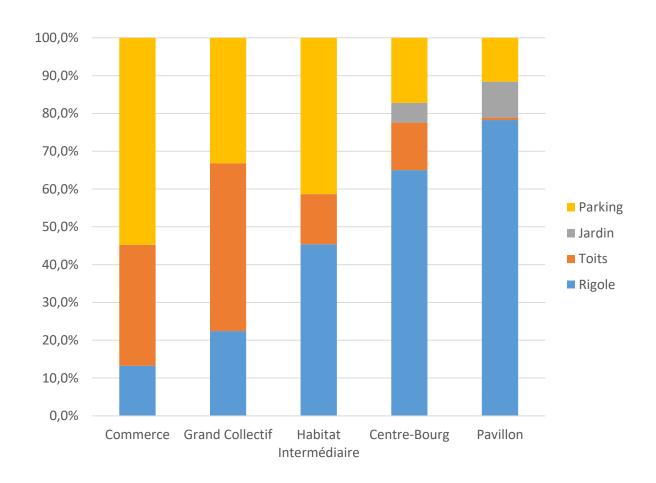
# Extrapolation de ces nouveaux potentiels d'infiltration/rétention sur le territoire

No NBS		Stratégie 1		Stratégie 2		Stratégie 1		Stratégie 2		
Moy	E.T.	Moy	E.T.	Moy	E.T.	Moy	E.T.	Moy	E.T.	
94%	9%	48%	12%	51%	12%	2	1	81	38	
94%	12%	68%	12%	76%	11%	3	3	53	31	
100%	0%	76%	30%	80%	31%	2	1	32	36	
94%	5%	84%	3%	88%	4%	1	1	15	12	
89%	6%	78%	6%	82%	6%	2	1	11	7	



### Les potentiels des SfN

### Part de la rétention par type de SFN





### Quelle intégration des SfN dans la modélisation

### Quel potentiel de rétention dans les différents quartier?

#### Pour les nouveaux quartiers :

- Stratégie 1: 40L/m², 120L/m² urbanisé?
- Stratégie 2: 120L/m² urbanisé

Pour les quartiers existants : Application des potentiels calculés moyens pour les deux stratégies

### Pour les quartiers requalifiés :

- 2 possibilités :
  - = nouveaux quartiers : reconstruction : 120L/m²
  - densification. Allocation potentiels de rétention de ce nouveau quartier.



### **Questions pour les participants**

- Discussion sur les stratégies proposées:
  - Type de SfN considérées et dimensionnement ?
  - Composition des stratégies (combinaison de SfN) ?
  - Déploiement des stratégies sur le territoire ?



### **Visions**



Preservation de la nature	Dev	Central	Central	Central	Maitrise	Maitrise
Introduction de la nature en ville			S1	S2	S1	S2





#### Mise en œuvre des SfN

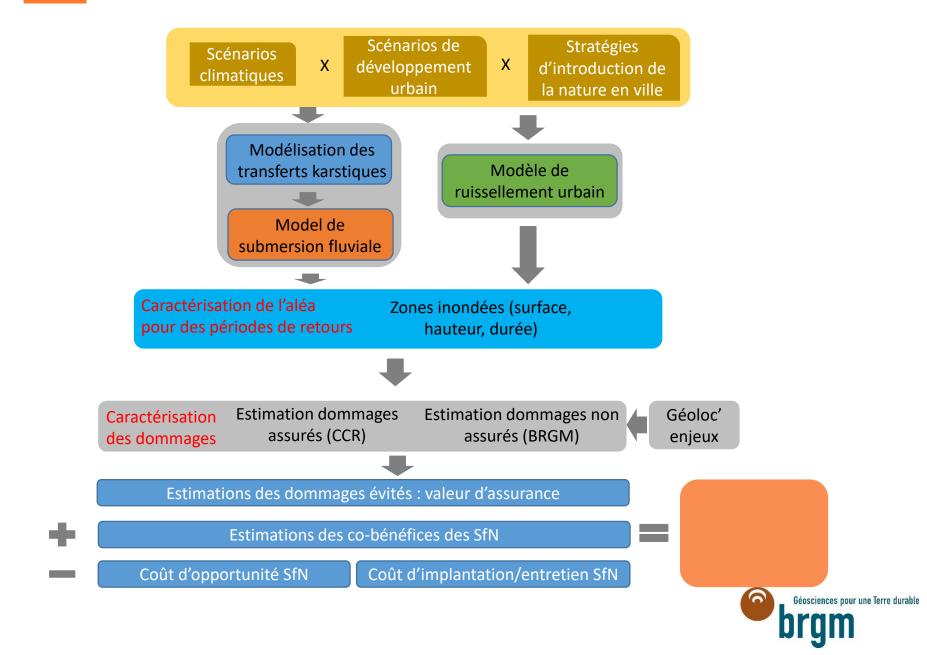
- Session: Quels sont les freins et leviers pour le déploiement des SfN sur le bassin du Lez?
  - Contexte/Politique publique
  - Réglementaire
  - Institutionnel
  - Technique
  - Financier/Economique
  - Culturel



La réaction politique à des évènements importants pousse vers la construction d'ouvrages gris importants	<ul> <li>Prise en compte croissante de l'importance de la biodiversité ordinaire.</li> <li>Nécessité de valoriser le rôle des espaces verts dans cette biodiversité.</li> </ul>
<ul> <li>Gestion du ruissellement exclu de la compétence GEMAPI</li> <li>Pas de reconnaissance de la compensation à la parcelle.</li> </ul>	
<ul> <li>Espaces verts à vocation hydraulique devenus dominants mais faibles impacts sur la qualité de vie : « trous d'inondation »</li> <li>SfN ne permettent pas de gérer des évènements importants</li> </ul>	<ul> <li>Possibilité de mieux intégrer la qualité de vie et la sécurité dans la conception des ouvrages</li> </ul>
<ul> <li>Pratique d'attribution des marchés publics par lot pose des problèmes de cohérence sur les questions transverses liées au SFN</li> <li>Peu d'incitations pour le service Risques Naturels à la revalorisation des cours d'eau</li> </ul>	
<ul> <li>Coûts d'entretiens des espaces verts importants portés par les communes</li> <li>Financements de la région pour GEMA ou PI. SfN pas assez efficaces pour rentrer dans l'une ou l'autre des catégories</li> <li>Rentabilité économique via ACB difficile à établir</li> <li>Coût de modification de l'espace public est très élevé.</li> </ul>	Bassins ouverts plus faciles à gérer que ceux enterrés.
<ul> <li>Acceptation difficile des espaces perçus comme non entretenus.</li> <li>Moustiques et rétention d'eau.</li> </ul>	Sensibilité croissante à plus de nature en ville

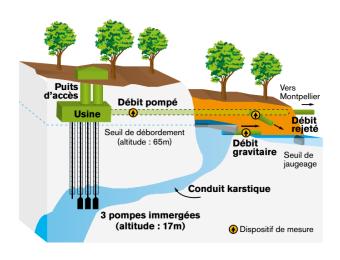


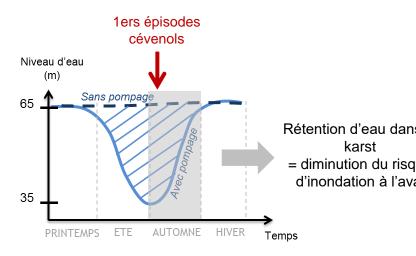
### Méthode d'évaluation des SfN sur le Lez (BRGM & CCR)



## Modélisation de l'effet du pompage sur le débit du Lez

 Tester l'effet de différents scénarios de pompage dans le Karst sur l'atténuation des crues du Lez

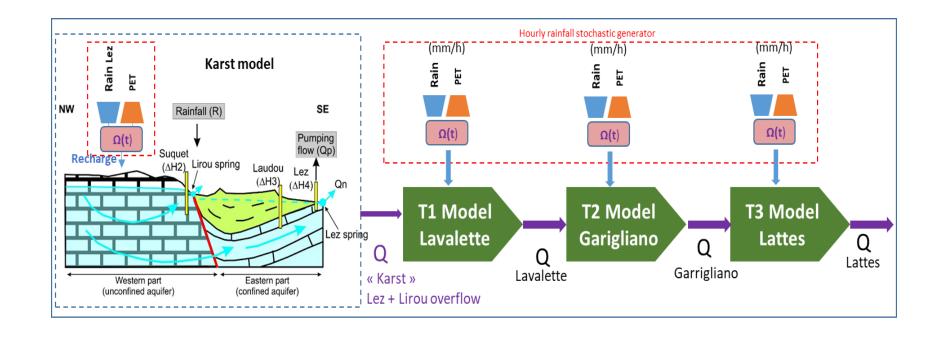






## Modélisation de l'effet du pompage sur le débit du Lez

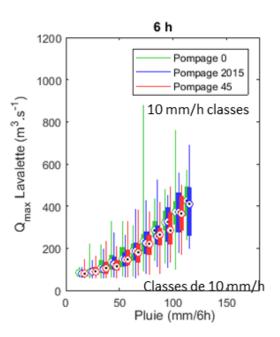
Le modèle hydrologique du Karst



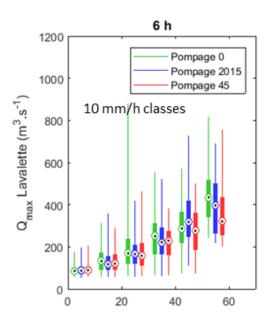


### Modélisation de l'effet du pompage sur le débit du Lez

## Lavalette



Cumulative rainfall (mm / 6h) over the of 6 hours-period preceding the flood peak



Maximum rainfall (mm / h) over the 6 hours-period preceding the peak of flood

 Les premiers résultats ne montrent pas un impact statistiquement significatif d'un pompage plus intense du Karst sur l'atténuation des crues



### Modèle ruissellement



- Amélioration du modèle existant en intégrant des données locales détaillées :
  - Intégration d'une occupation du sol plus fine
  - Modification des équations d'infiltration
  - Calcul des pentes en superposant les hauteurs d'eau au MNT chaque heure (avant calcul de la pente 1x)
  - Creation d'un « réseau pluvial » absorbant les pluies horaires décennales en zone urbaine

#### CCR runoff model:

Digital Terrain Modelling (IGN 25m) Météo-France' hourly evapotranspiration data (2014 events) Météo-France' hourly rainfall data (2014 events)

Land use cover Corine Land Cover



- Run-off risk modelling
- Grids: 25m\*25m
- 30s time scale



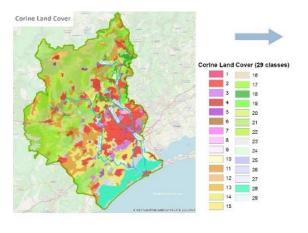
Return periods and/or flows Spatialized flooded areas

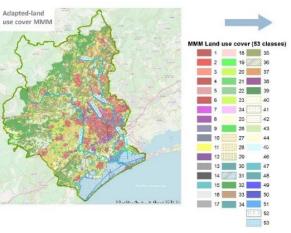


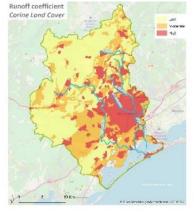
### Modèle ruissellement

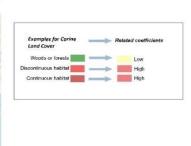


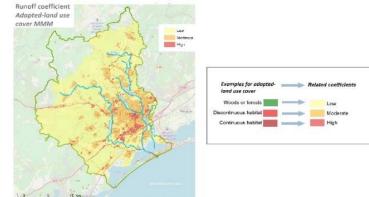
Un affinement de l'occupation du sol













#### Modèle ruisselleent: Résultats



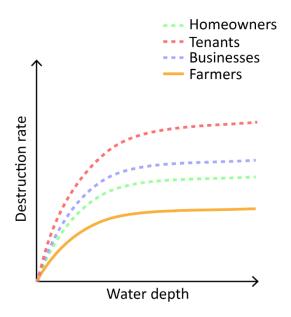
Evènements de septembre 2014

NAIAD WP6 - CCR Lez catchment - Runoff modelling - Corine Land Cover (2015), G\_201409\_Herault **CCR runoff modelling Flows** High Low Flood-prone areas Main hydrography NAIAD CCS CCR™: www.ccr.fr NAIAD: www.naiad2020.eu Background map: -Admin. Boundaries: BD TOPO® 10 Km © OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA Map created the: 10/01/2019



# Evaluation des dommages assurés



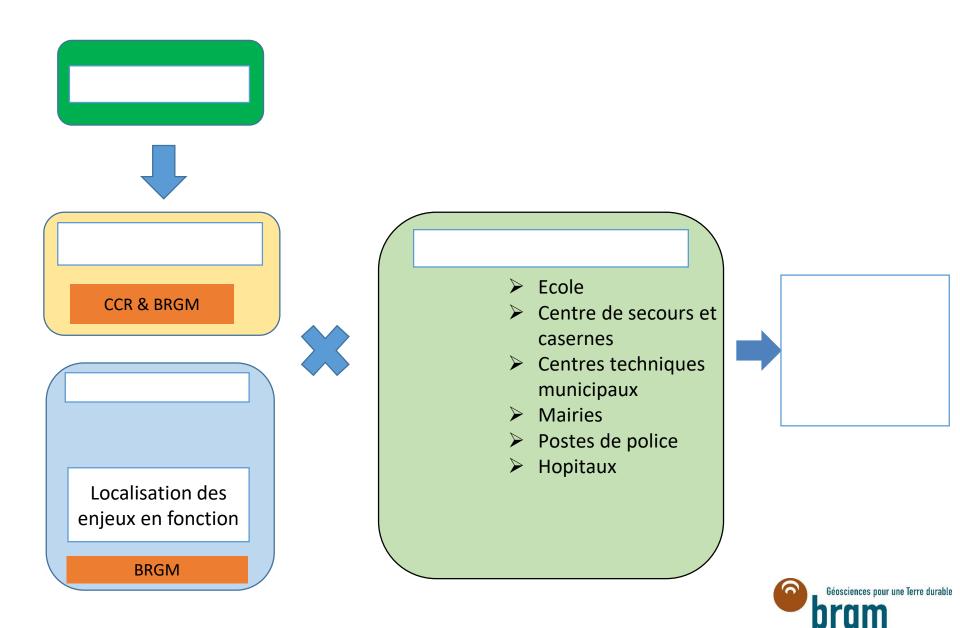


- · Hauteur d'eau max ou débits
- Estimation CCR de la valeur assurée
- Taux de destruction basés sur l'historique des sinistres

•



# **Evaluation des dommages non assurés**



## **Evaluation des indicateurs de l'AMC PAPI**

P1	Yes
P2	Yes
P7	Yes
P5 and M5	Partly
Р3	Yes
P4	Yes
S1	Partly
S2	No
S3	Partly
P6	Yes
P8	Yes
P9	Yes
P10	Yes
S4	Yes
P11	Yes
S5	Partly



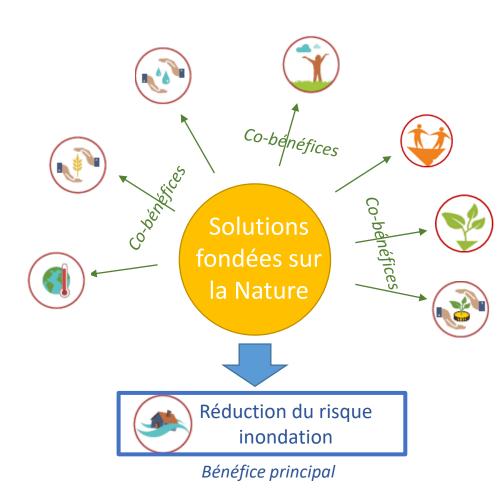


### Les co-bénéfices associés aux SfN

#### Les SfN:

Des solutions multifonctionnelles, pouvant générer une diversité de bénéfices environnementaux, sociaux et économiques

- Hypothèse de travail: Les co-bénéfices associés aux SfN peuvent être un levier pour favoriser leur mise en œuvre
- 2 grands types d'approches pour mettre en évidence les cobénéfices:
  - basées sur les coûts;
  - basées sur les préférences de la population (via une enquête)





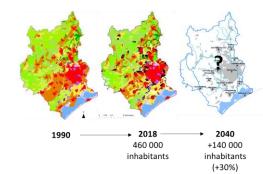
## Une enquête pour évaluer les co-bénéfices

Notre question:

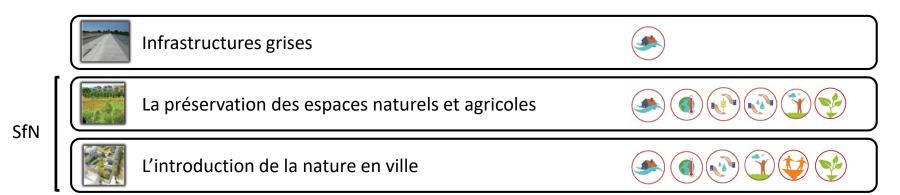
La population accorde-t-elle une valeur supplémentaire aux SfN (par rapport aux solutions grises) pour un même niveau de gestion du risque?

Territoire d'étude: le bassin du Lez

Comment concilier développement urbain et gestion du risque inondation dans le futur?



3 types de solutions envisagées







## La préservation des espaces naturels et agricoles

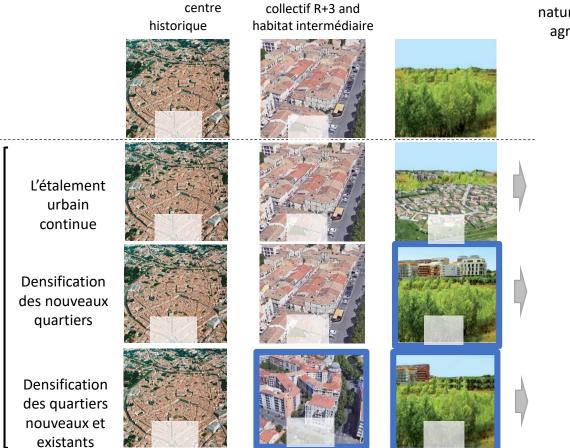












Perte de zones naturelles et agricoles

> Très élevée Elevée Faible Très faible





### La préservation des espaces naturels et agricoles







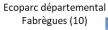








Quartier Antigone (55)















Montpellier (110)

Quartier Richter (150)

Jacou (6)

Pompignanne (23)

Parc Marianne (50)

Gambetta (86)

Quartier gare (109)

5 25 50

100

150

Aiguelongue (15)

Paillade (20)



Beaux Arts (51)





ZAC République (86)





Densité de logements

Quartier Rive gauche (133)



Quartier Jacques Cœur (156)

ZAC de la Draye (22)





Malbosc (52)





Pierres-Vives(75)





ZAC le Caylus (27)

Jardins de la Lironde (50)



# L'introduction de la nature en ville

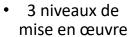
















Niveau 1	-						
Niveau 2	Des solutions mises en place sur les espaces publics principalement	Désimper méabiliser la ville	Parkings végétalisés				
Niveau 3	Des solutions mises en œuvre sur les espaces publics ET privés	Désimper méabiliser la ville	2 Parkings végétalisés	Rigoles de drainage biologique le long des routes (L=2m)	Jardins de pluie dans tous les jardins privés	● Toits végétalisés sur tous les toits plats	Bassins de rétention ouverts multifonctionnels



# Contenu du questionnaire

3 principales parties:

#### PARTIE 1: Evaluation préférences pour des SfN individuelles

Quels sont les co-bénéfices et inconvénients associés par la population aux NBS ?

#### PARTIE 2: Evaluation des préférences pour des combinaisons de SfN

Quelles sont les préférences de la population pour différentes combinaisons de solutions de gestion du risque inondation?

- La population accorde-t-elle une valeur supplémentaire aux NBS par rapport aux solutions grises, pour un même niveau de gestion du risque?
- Si oui, est-ce lié aux cobénéfices? Lesquels? Quels sont les plus importants?
- Si non, est-ce parce que les répondants n'accordent pas d'importance aux cobénéfices? Parce que les inconvénients sont > aux bénéfices?
- Entre préservation et désimperméabilisation, comment se répartissent les préférences de la population?

#### **PARTIE 3: Caractéristiques socio-économiques**

Quels sont les facteurs qui influencent ces préférences?

• Par exemple: Quelle influence du type d'environnement urbain des répondants? On s'attend à des préférences différentes selon un gradient urbain-rural



# Partie 1: évaluation des préférences pour SfN individuelles

- Texte introductif; photos des SfN; tableau + vidéo présentant les principaux types de cobénéfices attendus
- Exemples de questions:

	①	2	3
La lutte contre le risque inondation	<b>✓</b>	<b>√</b>	<b>√</b>
La lutte contre le changement climatique	<b>√</b>	<b>√</b>	<b>√</b>
L'amélioration de la qualité de l'air	<b>✓</b>	<b>√</b>	<b>✓</b>
L'amélioration de la qualité de l'eau	<b>✓</b>		
La cohésion sociale/ lutte contre l'exclusion sociale		<b>√</b>	<b>✓</b>
La préservation de la biodiversité	<b>√</b>	<b>✓</b>	<b>✓</b>
La préservation d'une production agricole locale	✓	<b>✓</b>	

Oui Non
Oui Non
oui, lesquels (une boite qui s'ouvre par exemple cité, nombre illimité de boites qui peuvent ouvrir) :
Exemple 1
Exemple 2
+ Ajouter un nouvel exemple
Φ
La préservation des espaces naturels et agricoles, par la limitation de l'étalement urbain
Oui Non
→ Si oui, pour quelles raisons ? (sélectionner les 3 ou 5 principales parmi une liste proposé celle qui reprend les enjeux par exemple ?)

→ Si non, pour quelles raisons ? (champs ouvert)



# Partie 2: évaluation des préférences pour des combinaisons de SfN

Préservation des espaces naturels et agricoles	Niveau 2: densification des nouveaux quartiers	Niveau 3: densification des nouveaux et des anciens quartiers	Niveau 1: l'extension urbaine continue
	-1600 ha espaces nat & agri	-800 ha espaces nat & agri	-3200 ha espaces nat & agri
Introduction de la nature en ville	Niveau 3	Niveau 2	Niveau 1
Infrastrutures grises			
Coût additionnel (€/ménage/an)	10	20	0
Quelle est la vision que vous préférez?			

 Véhicule de paiement à déterminer: incentive compatible et crédible: impôts locaux, facture d'eau?

## Mise en œuvre de l'enquête

- Test de l'enquête en face à face
- Enquête on-line
- Echantillon représentatif de la population Montpelliéraine: 500-1000 personnes.



## Questions sur l'enquête co-bénéfices

- Questions remarques sur l'enquête ?
- Quels canaux de diffusion pour obtenir un taux de réponse important ?
- Calendrier de l'enquête.



### **CONCLUSION & PERSPECTIVES**

- 3ème atelier à prévoir pour présenter les résultats des analyses économiques et réfléchir concrètement aux implications sur la mise en œuvre
- Merci de votre participation.

