

## Risque inondation et vulnérabilité

NANCY, 21 mai 2015

### **Vulnérabilité et résilience : deux manières de caractériser l'adaptation d'un territoire face aux risques.**

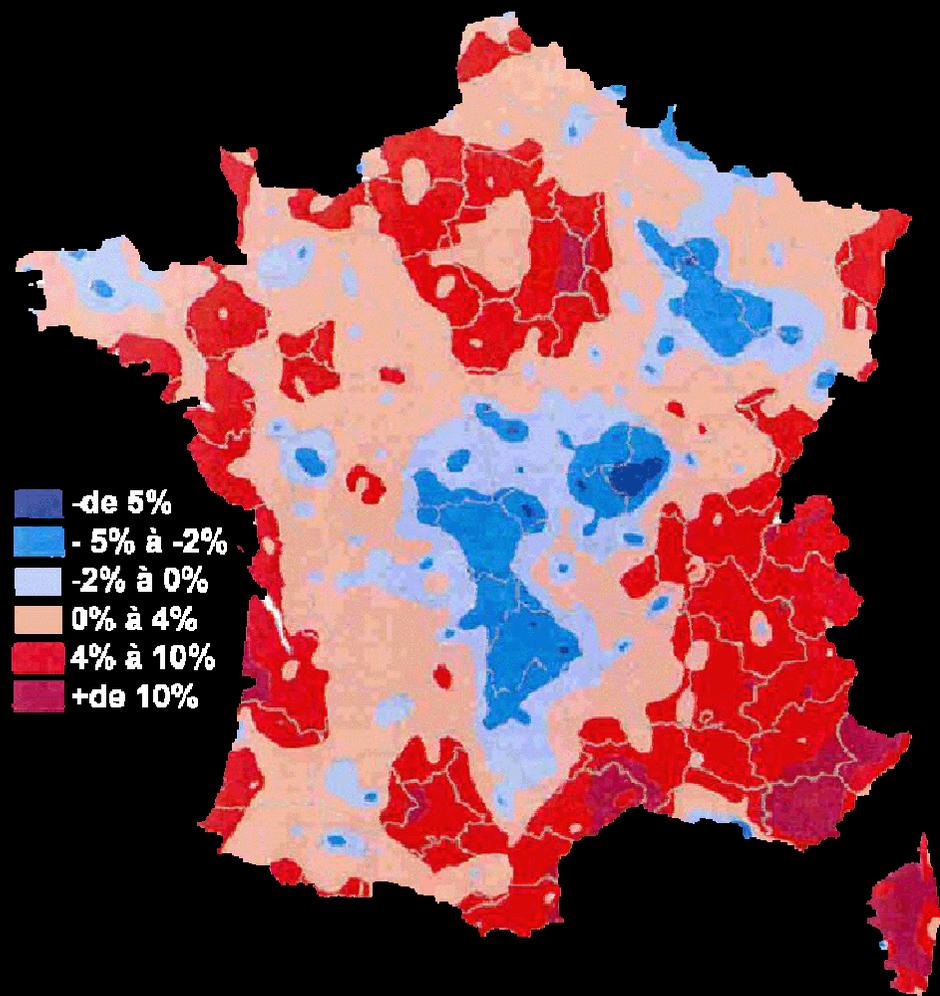
Bruno BARROCA<sup>1</sup> & Damien SERRE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Lab'Urba équipe Génie Urbain - Université Paris Est Marne-la-Vallée –  
Département Génie Urbain*

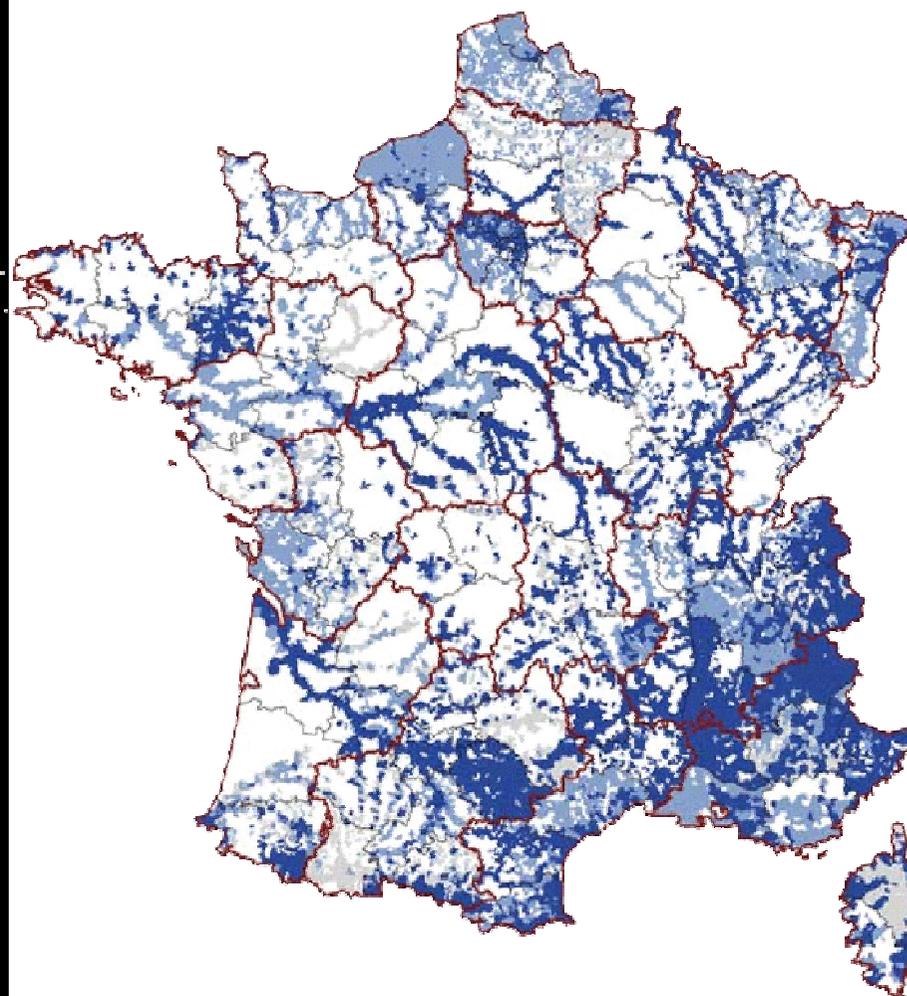
<sup>2</sup> *RESCUESolutions*

CONSTATS

1

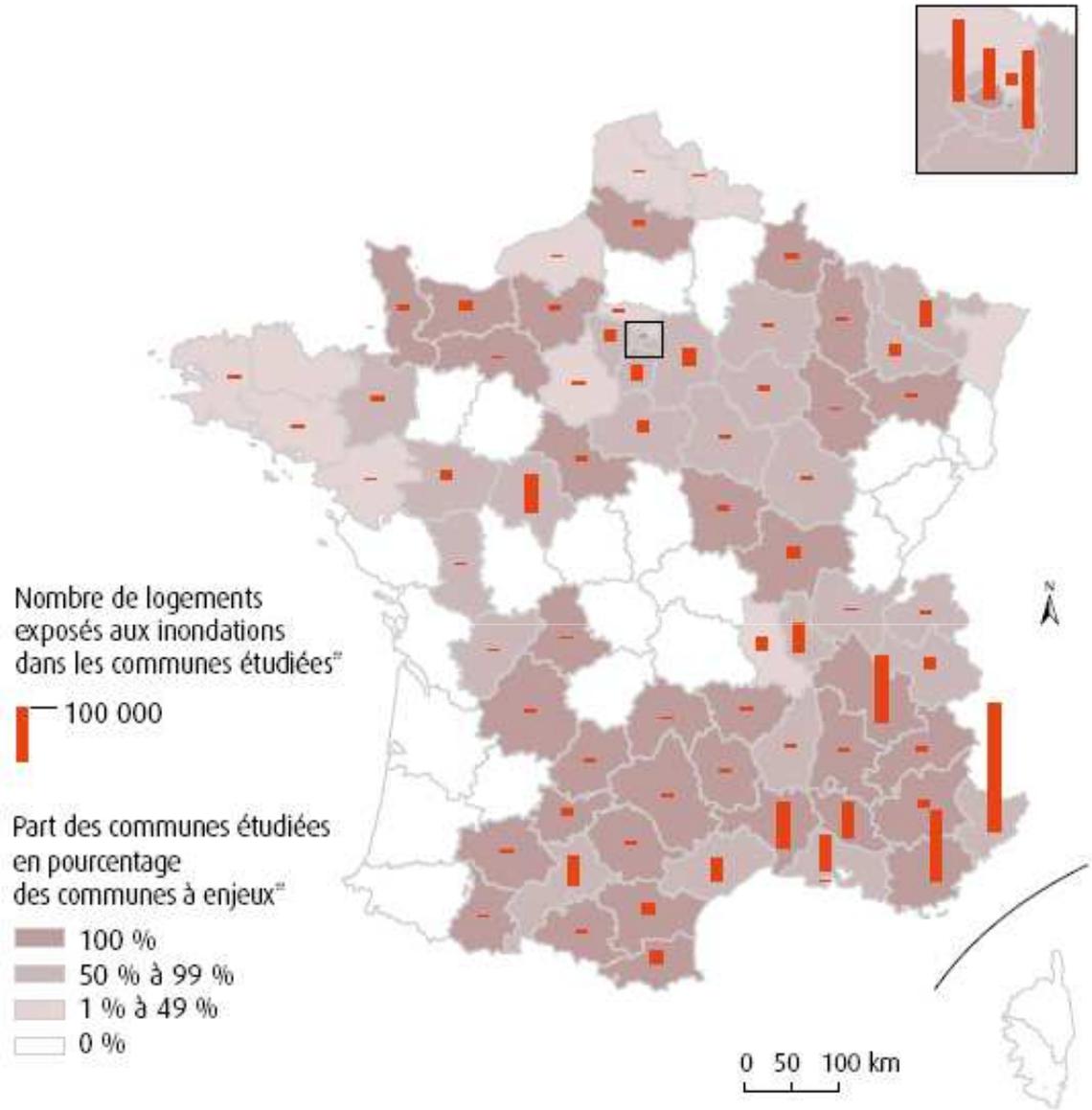


Perspectives d'évolution  
 démographique, période 2000 -2020  
 (Le Bras, 2002)



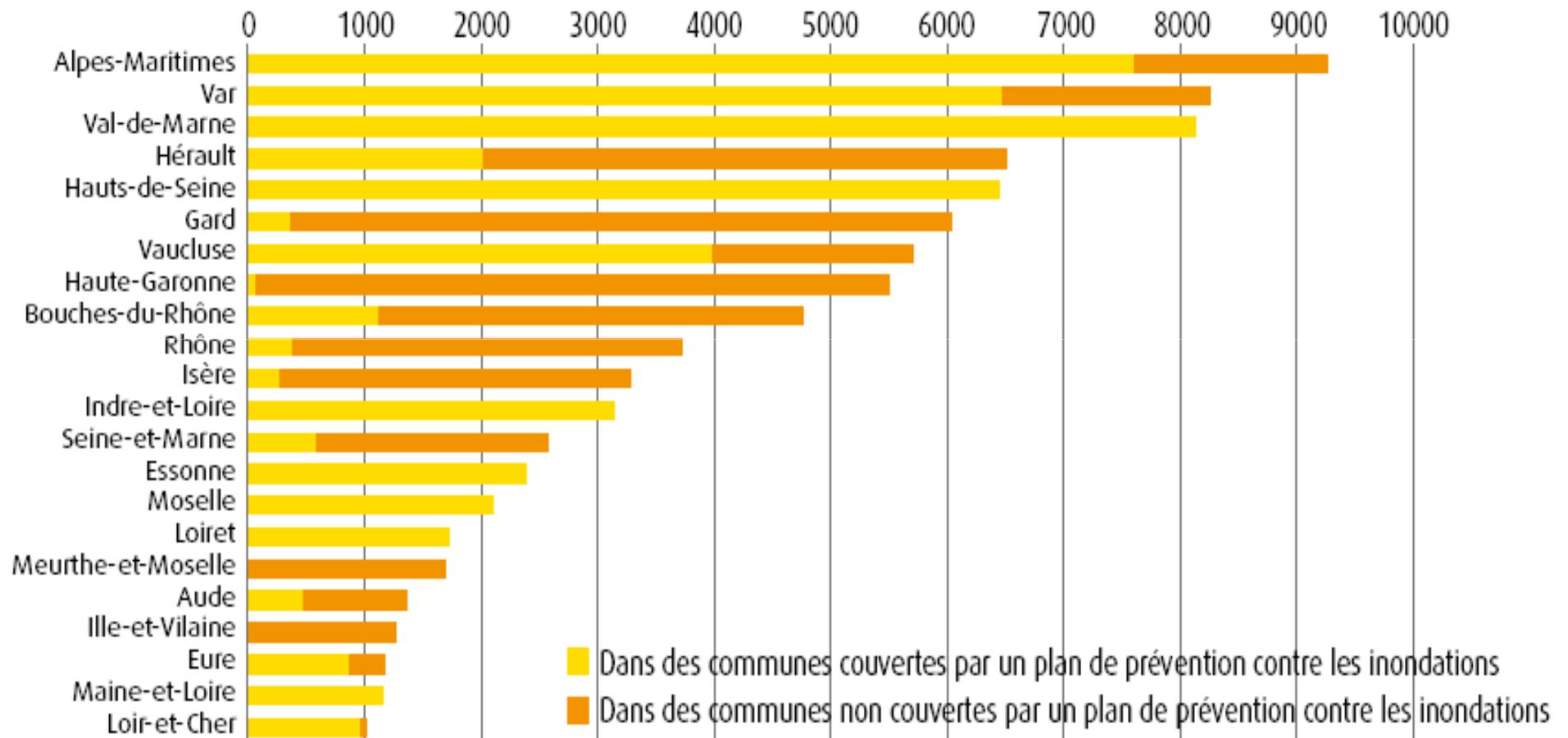
Communes inondables  
 (www.prim.net, 2004)

# Nombre de logements exposés aux inondations

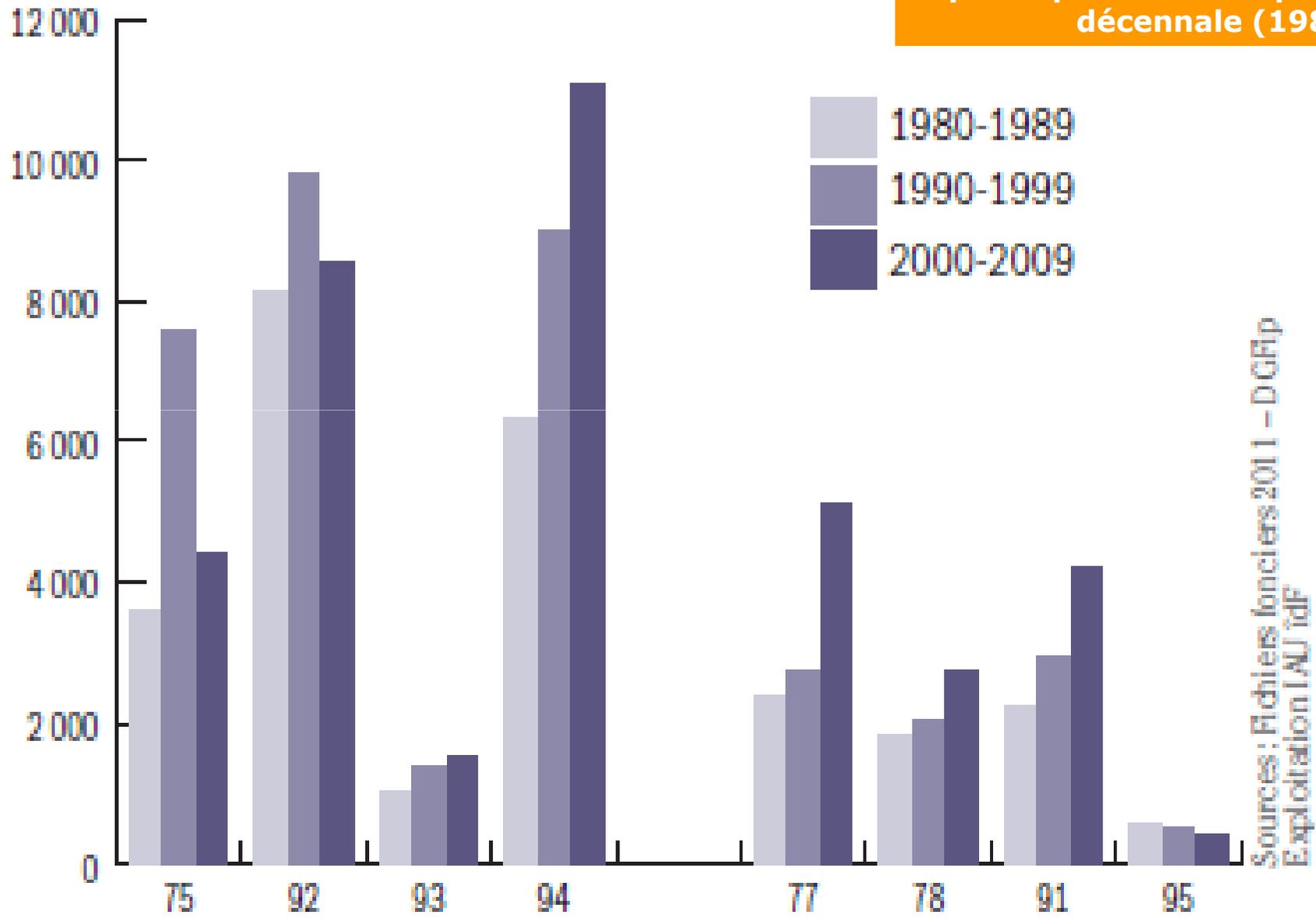


Source : Meeddat, Cartorisque, juillet 2007 et Gaspar, 2007. Insee, RIL juillet 2006. Traitements Insee et SOeS

## Variation du nombre de logements en zone inondable entre 1999 et 2006 dans les communes à enjeux

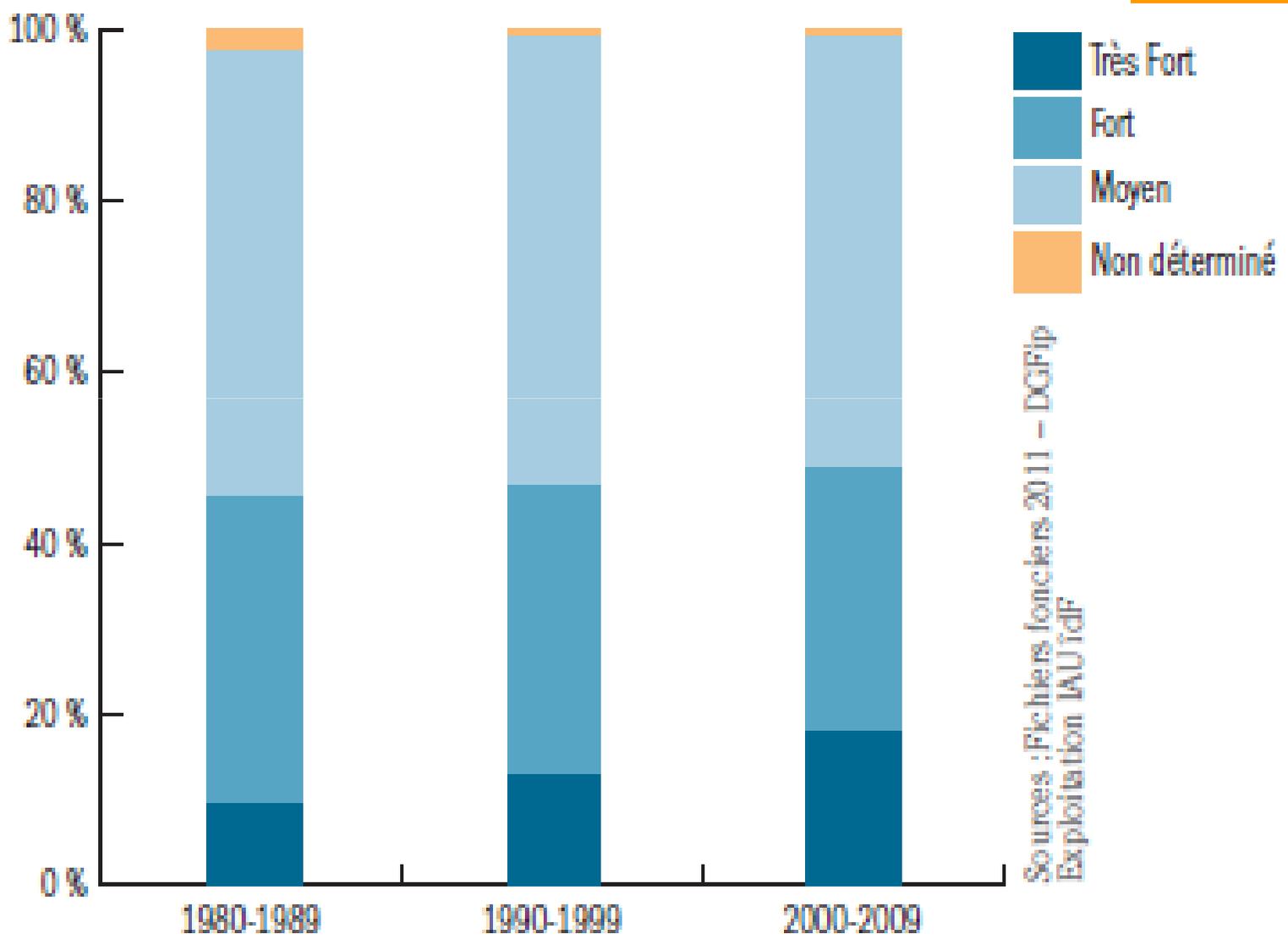


**Nombre de logements construits  
en zone inondable  
par département et par période  
décennale (1980-2009)**



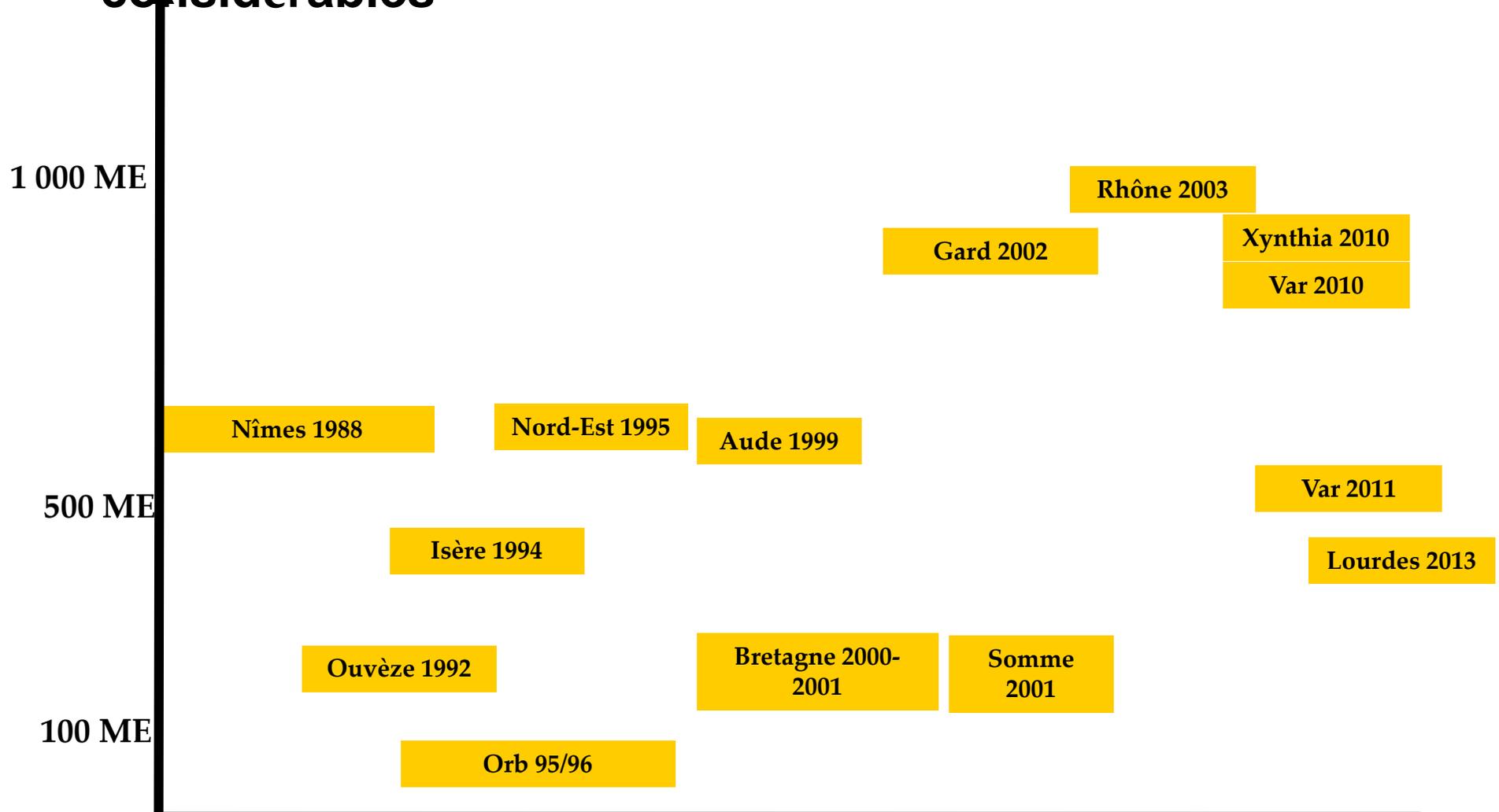
Sources : Fichiers fonciers 2011 - DGFip  
Exploitation IAU idF

**Part de la construction  
par niveau d'aléas  
et par période  
décennale (1980-2009)**



Sources : Fichiers fonciers 2011 – DGFip  
Exploitation IAU tdf

# Des dommages matériels considérables



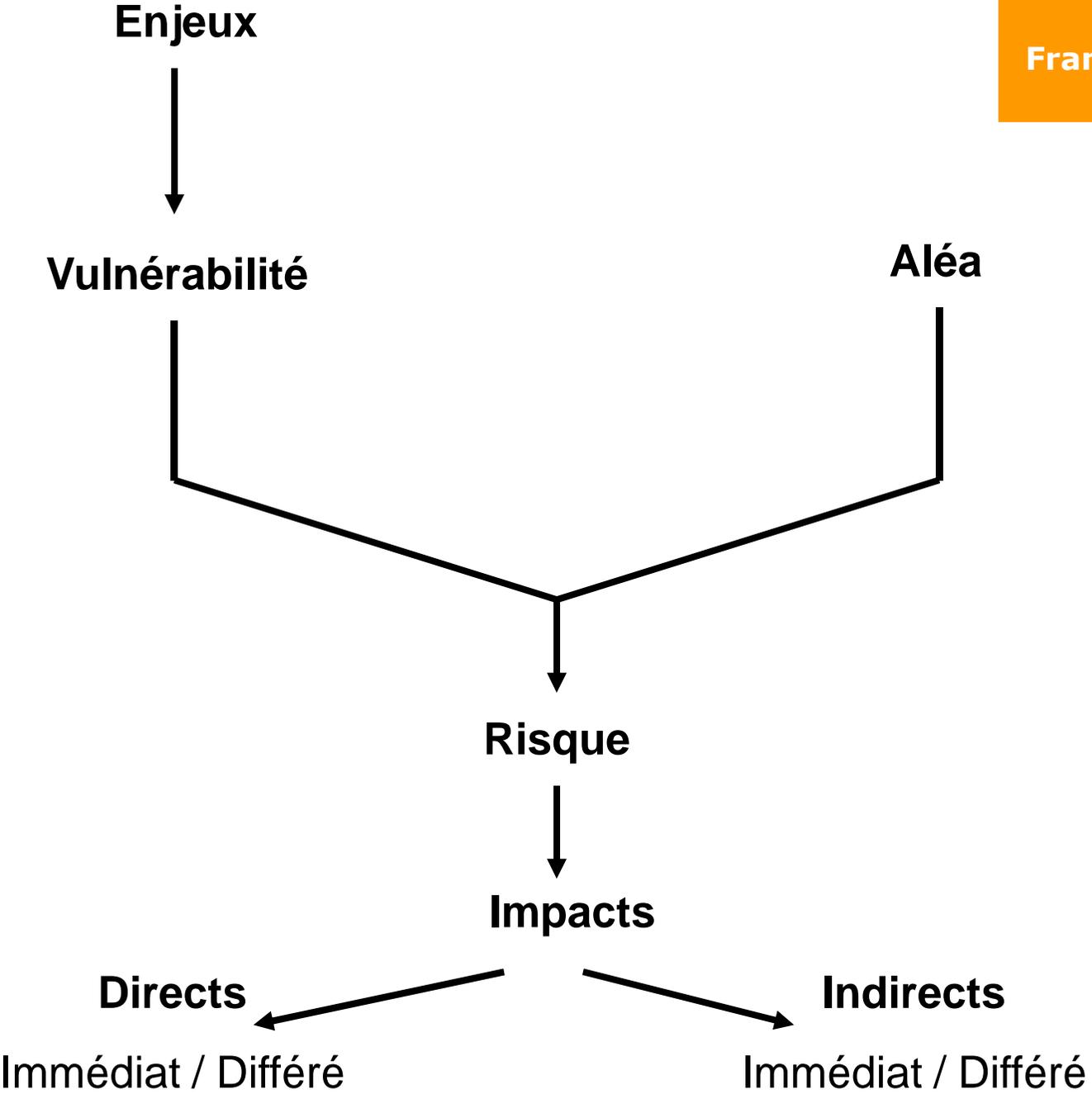
*Inondations les plus dommageables des 30 dernières années – Source CEPRI*

VULNERABILITE

2

RISQUE ET VULNÉRABILITÉ

2.1



$$\text{Risk} = \sum \text{element at risk} \times \text{damage level}$$

Danger = f (Intensité, Probabilité)



Carte des dangers. Source (Loat and Petrascheck, 1997)

Intensité				
Forte	9	8	7	Très faible
Moyenne	6	5	4	
Faible	3	2	1	
	Élevée 30	Moyenne 100	Faible 300	
	Probabilité			

Degrés de danger: combinaison de l'intensité et de la probabilité d'occurrence Source(Loat and Petrascheck, 1997)

### Légende

	= protection complète	= aucune intensité admissible	= 0
	= protection contre les intensités moyennes et fortes	= intensité faible admissible	= 1
	= protection contre les intensités fortes	= intensité moyenne admissible	= 2
	= pas de protection	= intensité forte admissible	= 3

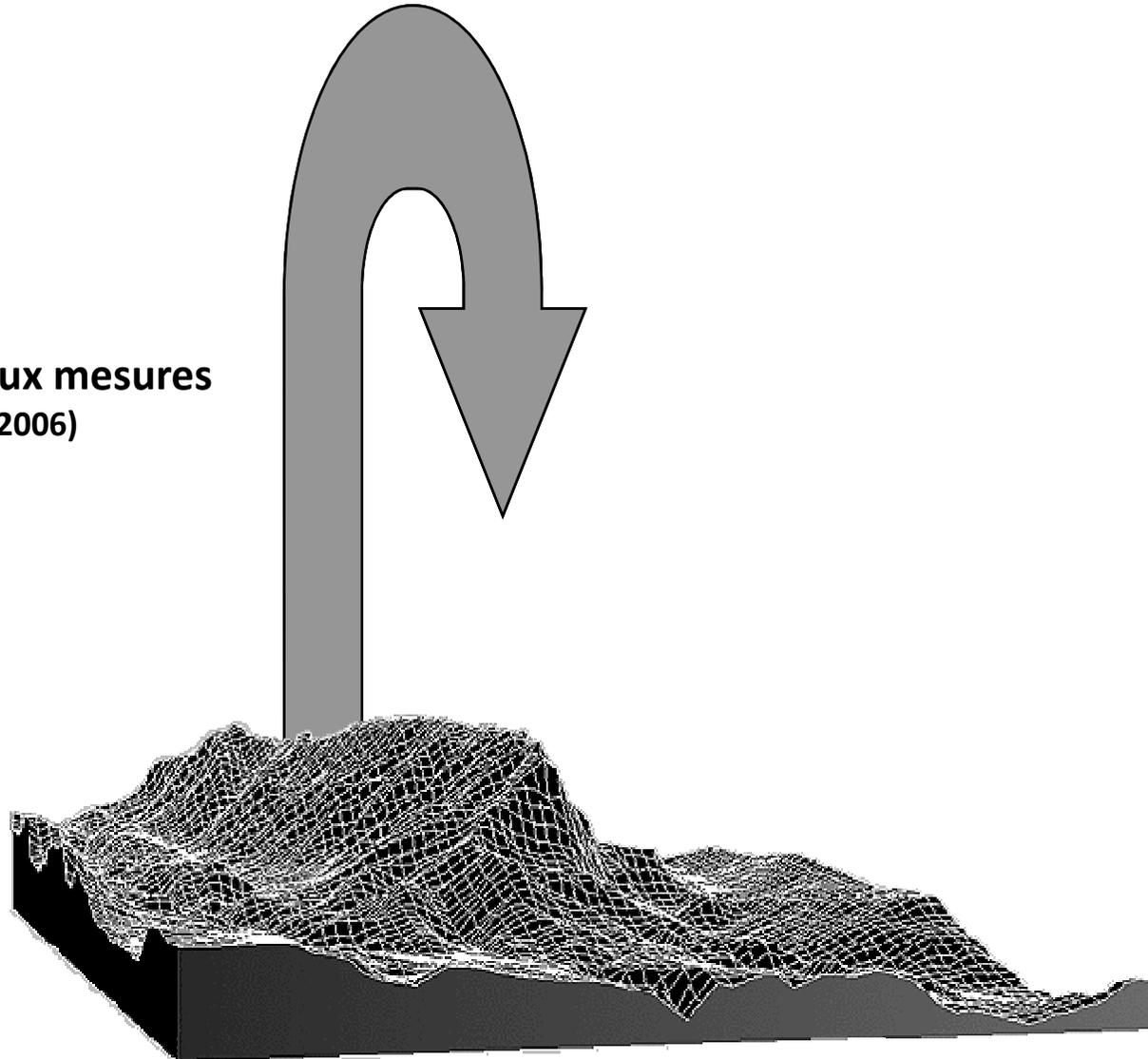
## Matrice des objectifs de protection (Beat, 2005)

Nr.	Biens	Infrastructures	Valeurs naturelles	Objectifs de protection			
				Période de retour (en années)			
				1-30 fréquent	30-100 rare	100-300 très rare	>300 extrême- rare
1		Itinéraires de randonnée en montagne ou à ski (selon cartes du CAS, etc.)	Paysages naturels	3	3	3	3
2.1		Chemins pédestres et pistes de ski de fond commerciaux, chemins agricoles, conduites d'importance communale		2	3	3	3
2.2	Bâtiments inhabités (remises, granges, etc.)	Voies de communication d'importance communale, conduites d'importance cantonale	Forêt protectrice, terrain agricole	2	2	3	3
2.3	Bâtiments et hameaux habités temporairement ou en permanence, étables, bergeries, etc.	Voies de communication d'importance cantonale ou de grande importance communale, conduites d'importance nationale, chemins de fer de montagne, domaines skiables et d'exercices pour le ski.	Forêt protectrice dans la mesure où elle protège des regroupements d'habitations	1	1	2	3
3.1		Voies de communication d'importance nationale ou de grande importance cantonale, télésièges et téléskis		0	1	2	3
3.2	Regroupements d'habitations, terrains affectés à l'industrie et à l'artisanat, zones à bâtir, terrains de camping, installations de sport et de loisirs	Stations des divers moyens de transport		0	0	1	2

LIMITES

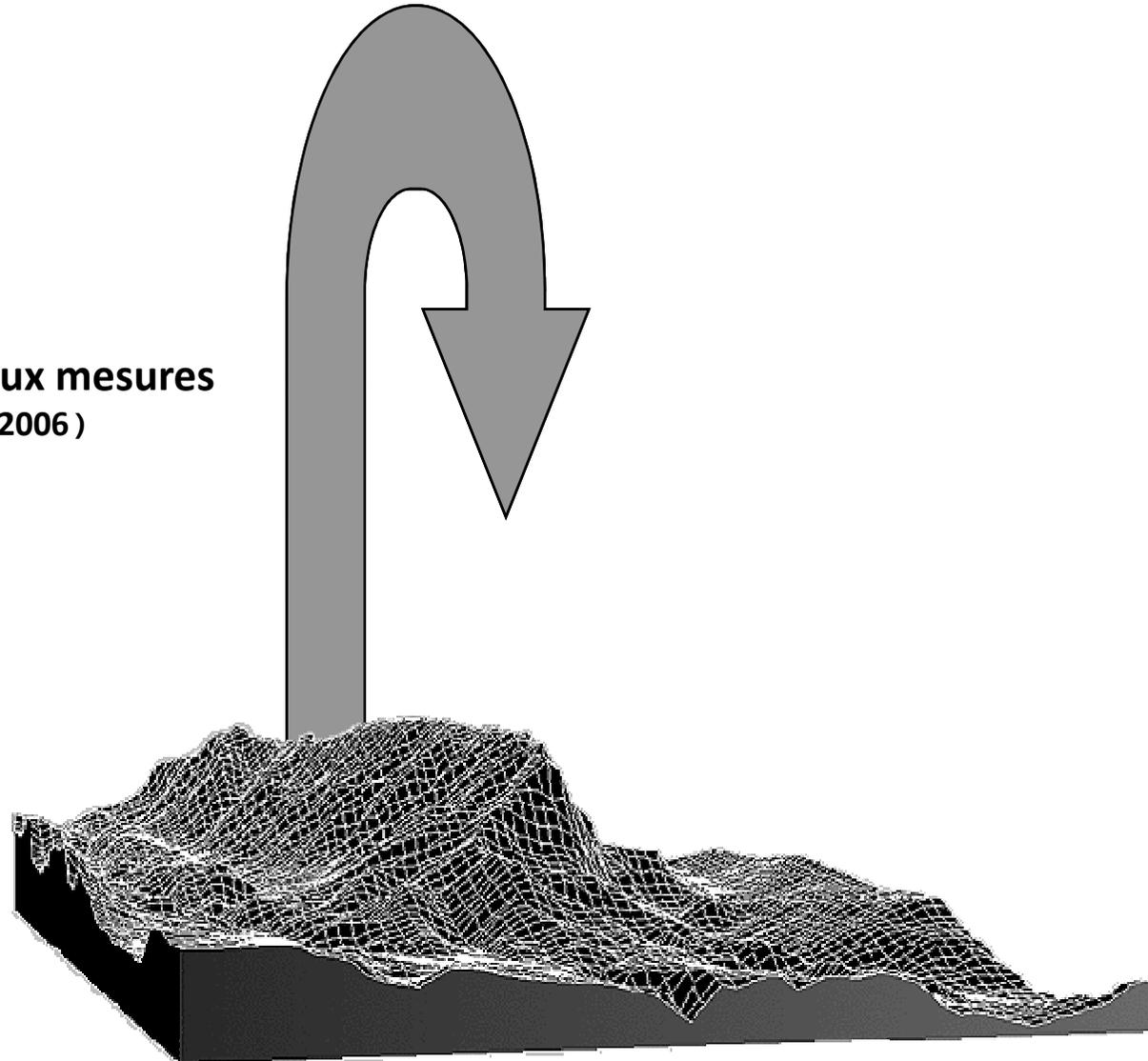
2.2

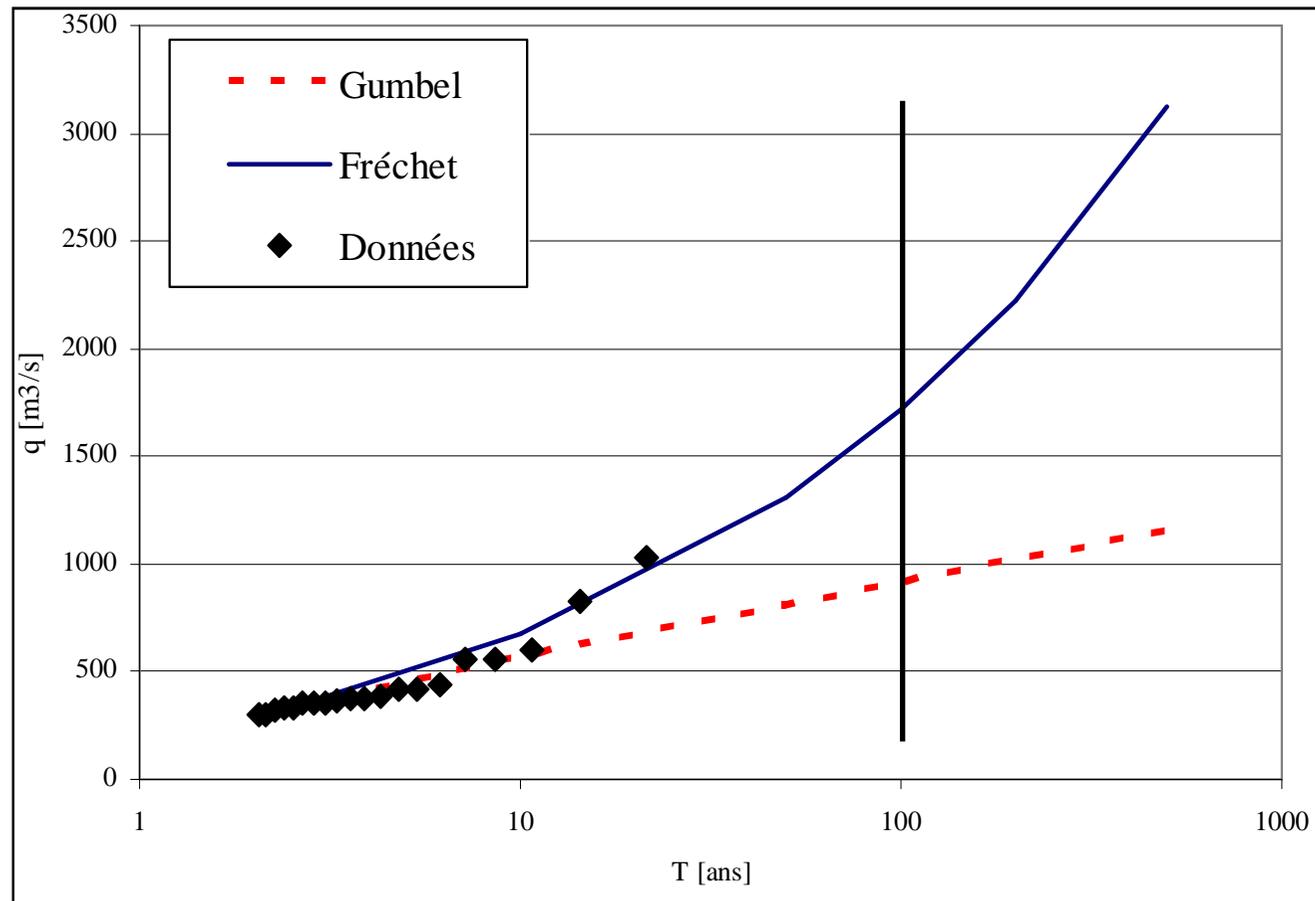
**Incertitudes liées aux mesures**  
(Voir Lang, Perret et al., 2006)



**Incertitudes liées aux modèles statistiques  
d'extrapolation (Voir Bernardara and Barroca, 2005)**

**Incertitudes liées aux mesures  
(Voir Lang, Perret et al., 2006)**

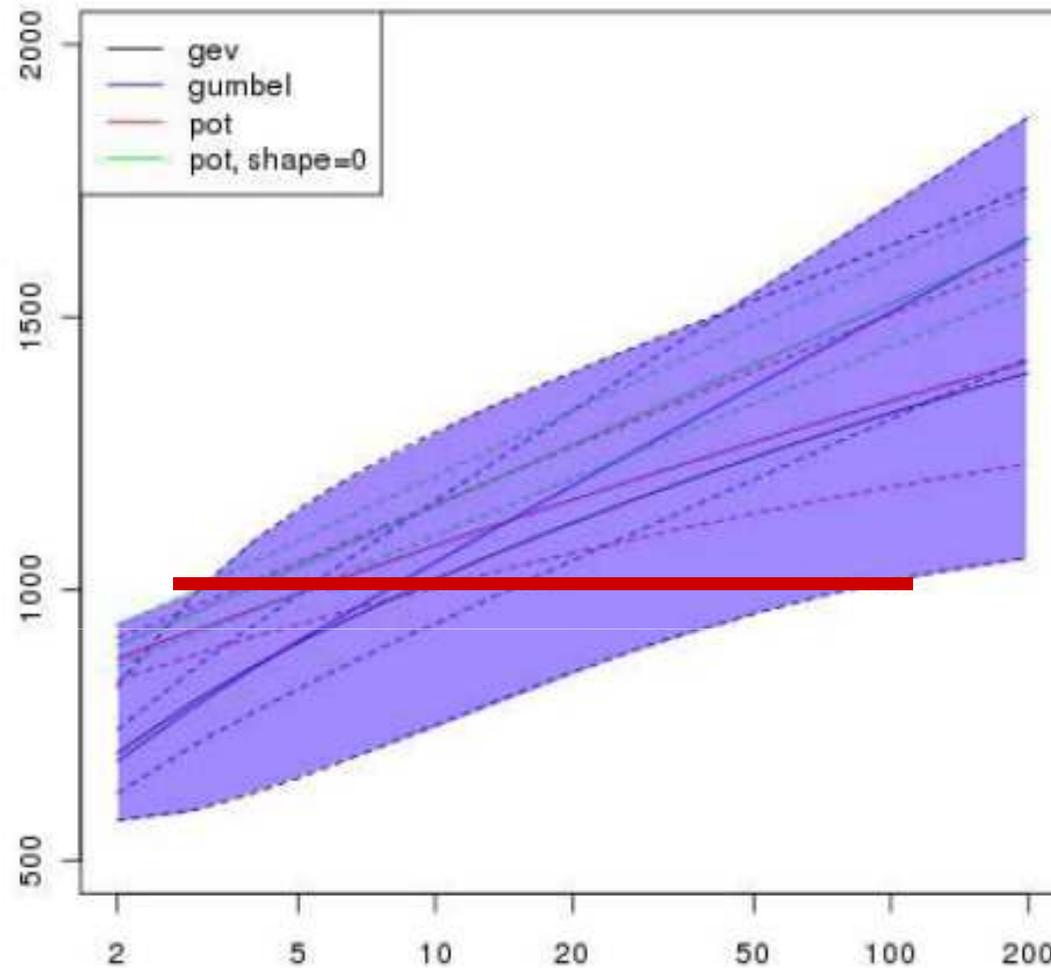




**Estimation du débit centennal à partir des modèles de Gumbel et Fréchet pour la rivière Orb; Source (Bernardara and Barroca, 2005)**

**Pour augmenter l'échantillon de données :**

Les méthodes régionales	Cunnane, 1988; Javelle, 2001; Merz and Bloschl, 2005
Les méthodes paléo hydrologiques	Benito and Thorndyraft, 2006
Les méthodes « historiques »	Naulet, Lang et al., 2005; Payrastre et Gaume, 2005



**Figure 5.** With 95 % confidence, the hazard is located in the blue zone. Horizontal: return times. Vertical: estimated flow-rate.

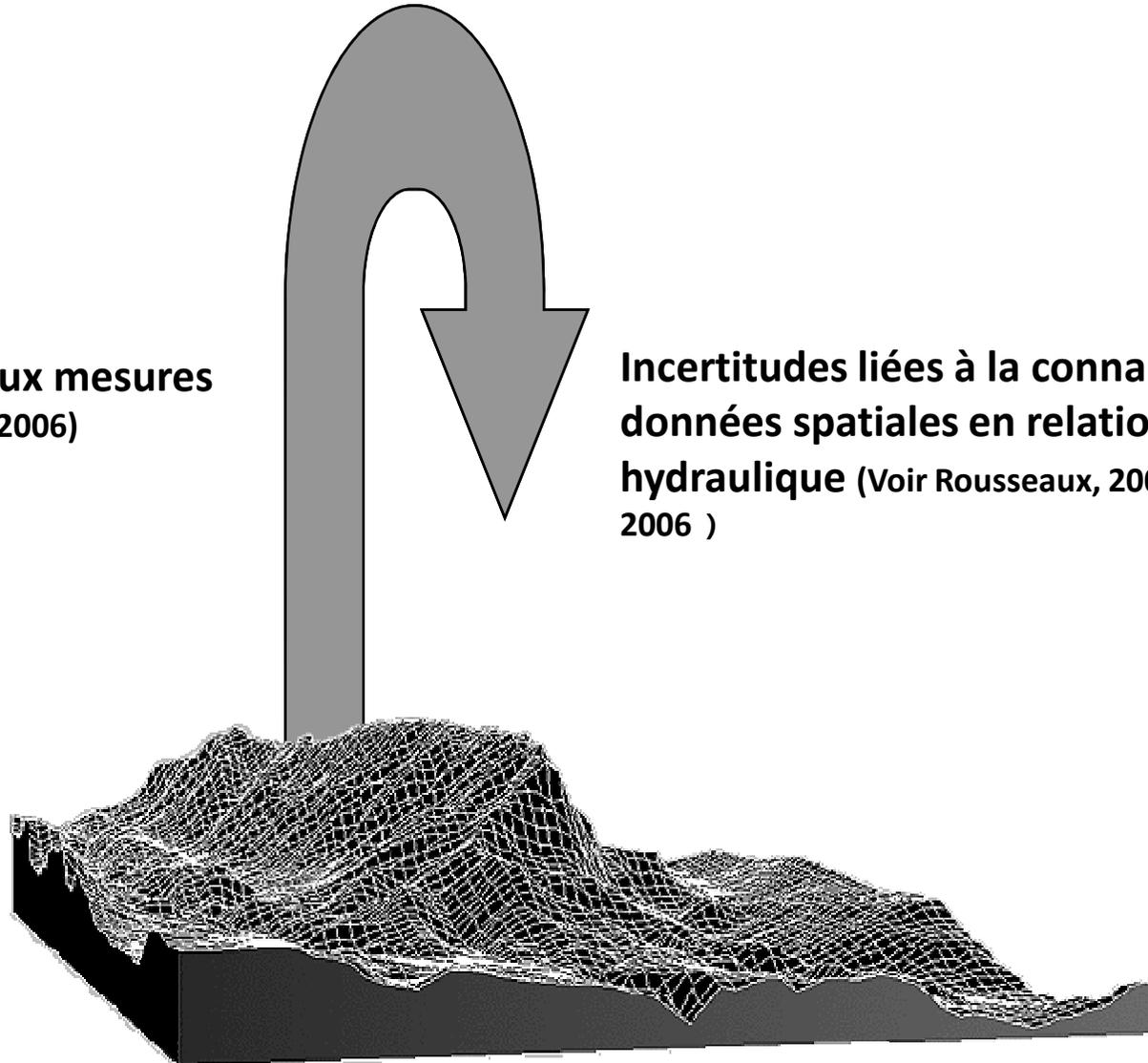
# Besançon, carte simulation d'un aléa (valeur débit 1000)



## **Incertitudes liées aux modèles statistiques d'extrapolation (Voir Bernardara and Barroca, 2005)**

**Incertitudes liées aux mesures  
(Voir Lang, Perret et al., 2006)**

**Incertitudes liées à la connaissance des  
données spatiales en relation au modèle  
hydraulique (Voir Rousseaux, 2004; Rousseaux,  
2006 )**

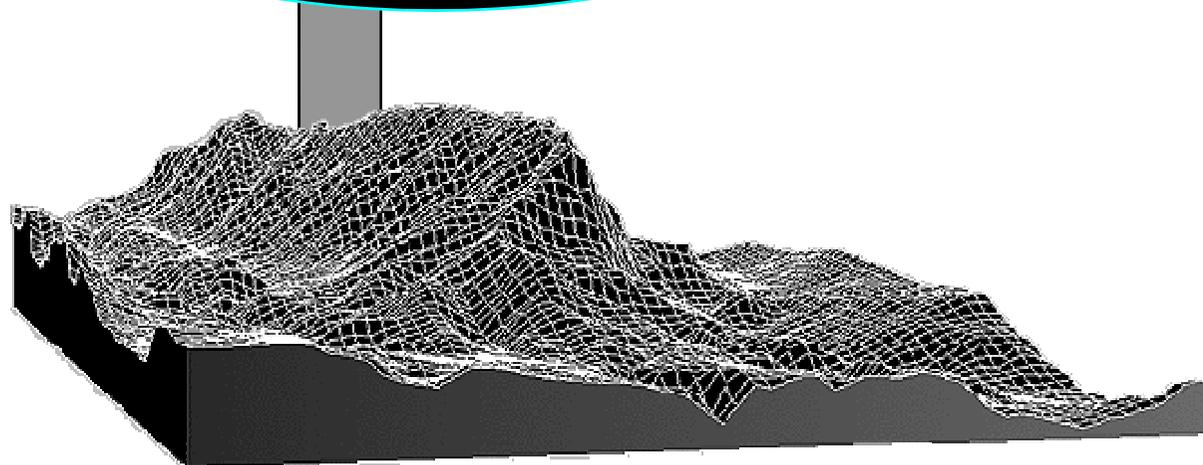


**Incertitudes liées aux modèles statistiques  
d'extrapolation (Voir Lang, Perreault et Barroca, 2005)**

# **Incertitudes liées au changement climatique**

**Incertitudes liées à la connaissance des  
(Voir Lang, Perreault et Barroca, 2005)**

**la connaissance des  
en relation au modèle  
Voir Rousseaux, 2004; Rousseaux,**



**Fiabilité des  
évaluations ?  
(Source CEPRI)**

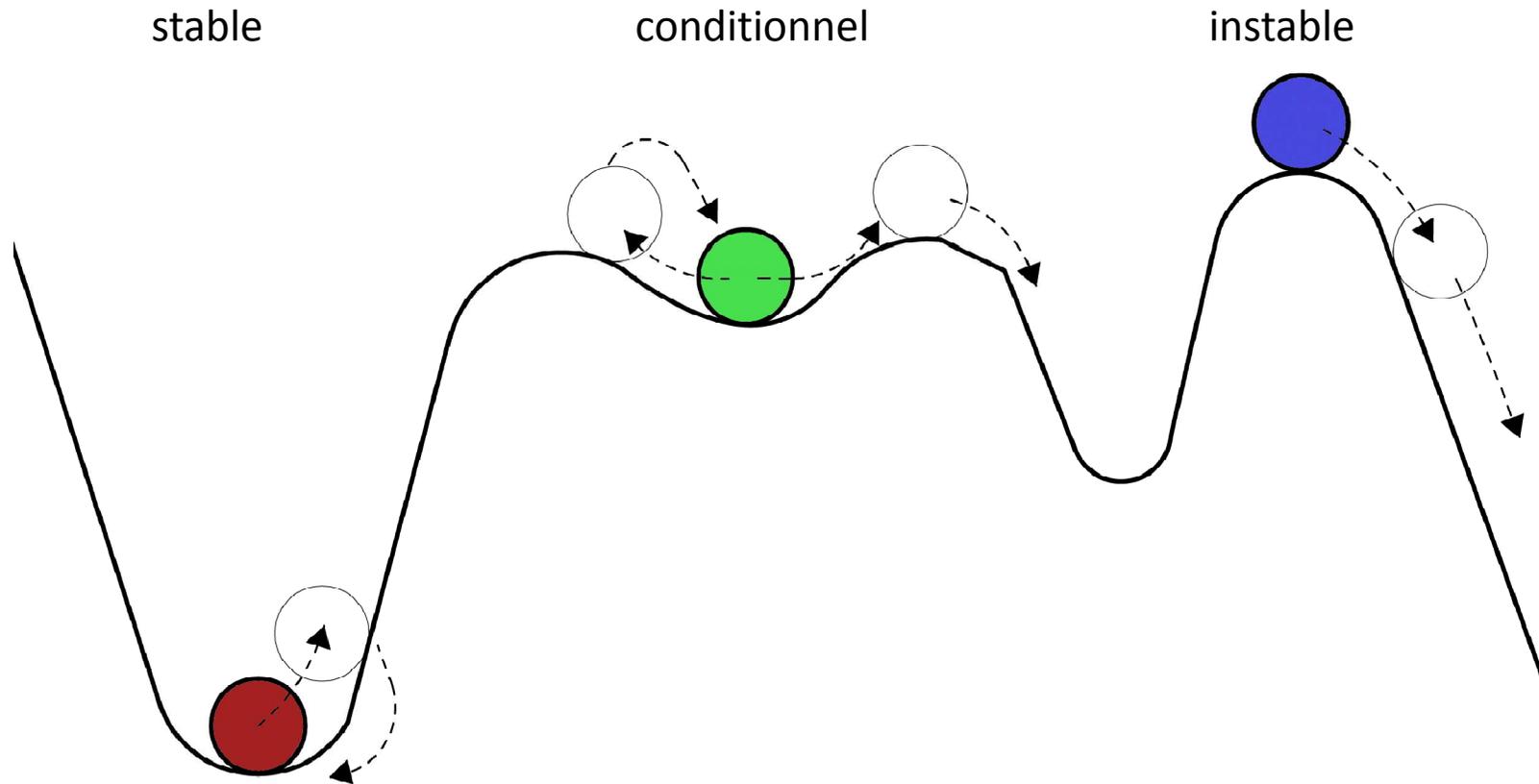
Pays ou ville	Année	Fleuve ou rivière en crue	Période de retour
Prague	2002	Vlatva	500 ans <sup>1</sup>
Royaume-Uni	2007	Severn	200 ans <sup>2</sup>
Pakistan	2010	Indus	>> 100 ans <sup>3</sup>
Brisbane	2011	Brisbane	120 ans <sup>4</sup>
Bangkok	2011	Chao Phraya	> 100 ans <sup>5</sup>
New-York	2012	Inondations liées à Sandy	400-800 ans <sup>6</sup>

*Sources* : 1. Ville de Prague, 2013 ; 2. Severn Trent Water, 2010 ; 3. Japan International Cooperation Agency, 2012 ; 4. Queensland Flood Commission Inquiry, 2012 ; 5. Aon Benfield, 2011 ; 6. Lin et al., 2012.

RESILIENCE - DES CONCEPTS

3

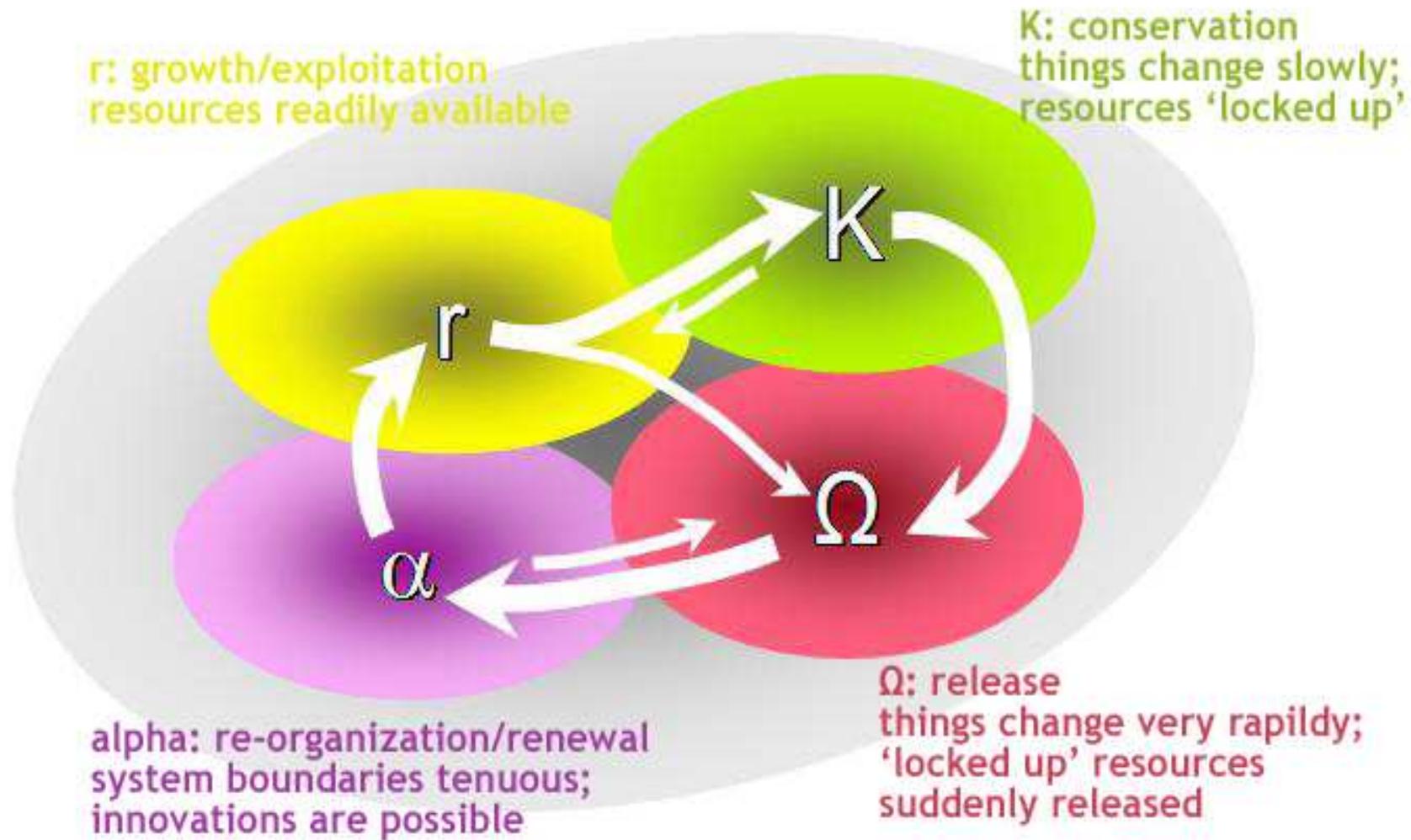
# Le concept de résilience : différents courants de pensée



## **Resilience Engineering (Pimm, 1984)**

Un système résilient est dans un état permanent d'équilibre

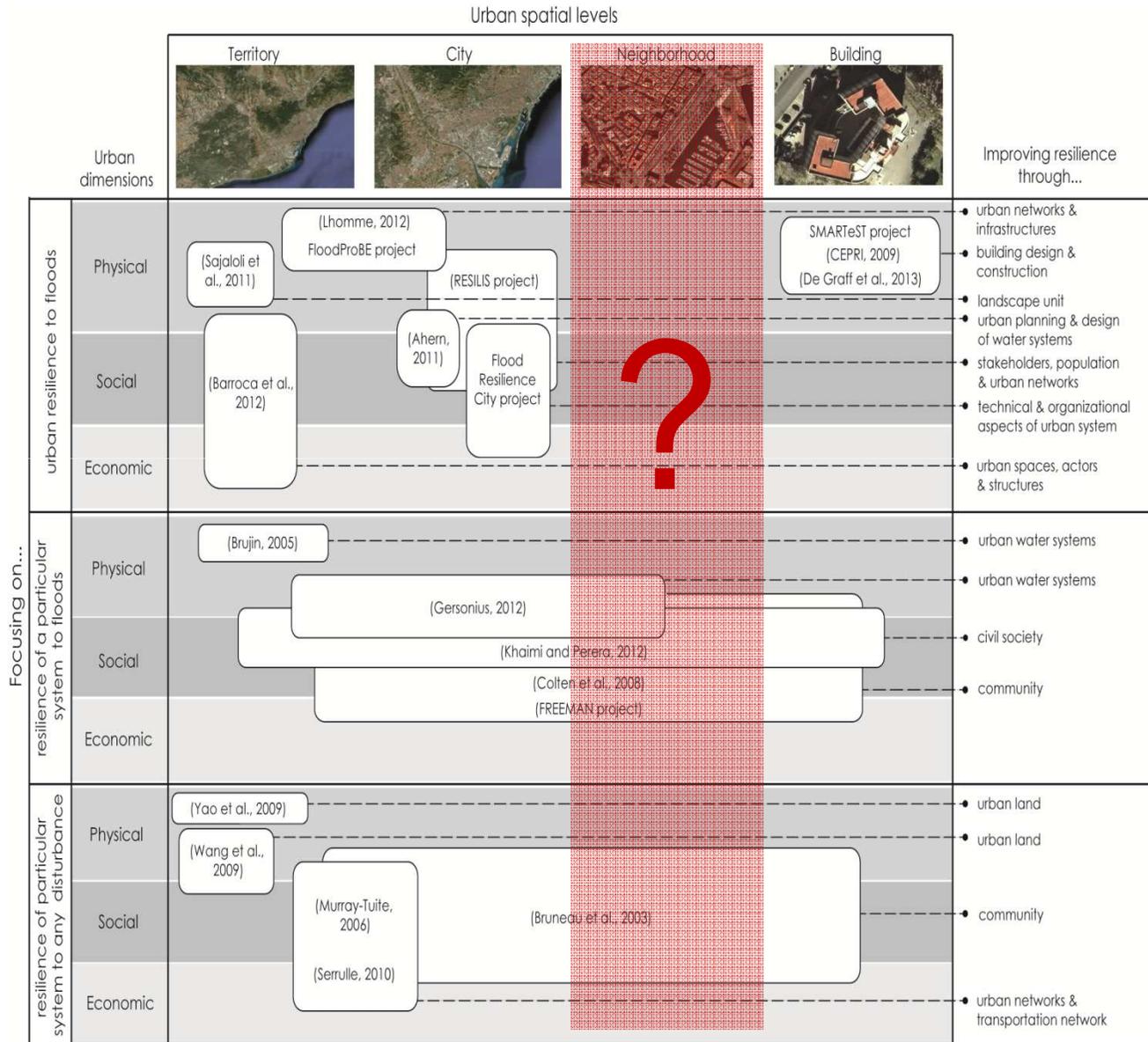
**Résilience des écosystèmes :**  
Succession de différents états d'équilibre du système



**Resilience Alliance :**

Notion de cycles adaptatifs, élaboration d'un modèle de transition entre différents états du système

# Recherche / Thème : Résilience et ville – Mise en action de la résilience

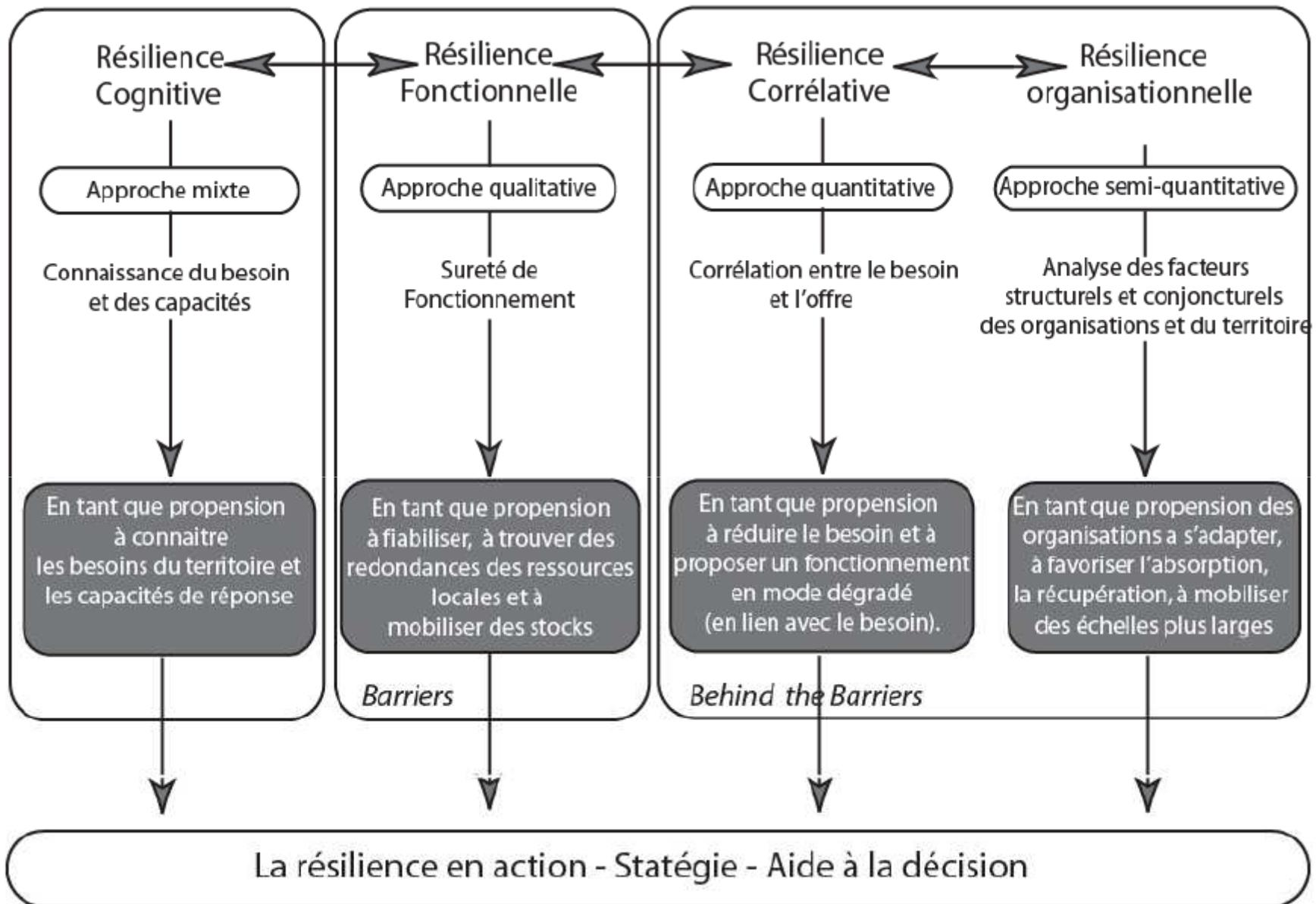




# Un constat opérationnel

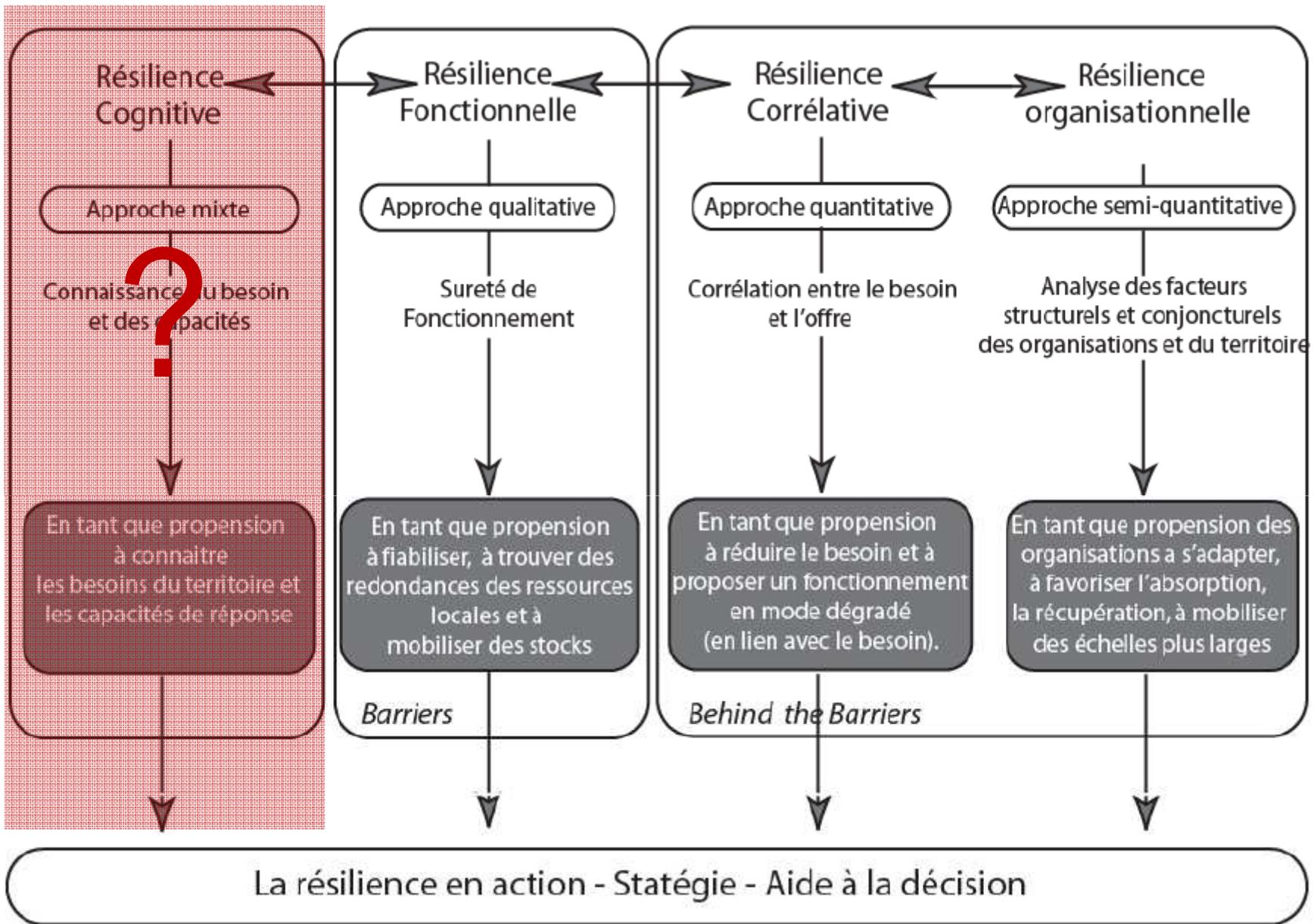
RESILIENCE - MISE EN ACTION

4



RESILIENCE COGNITIVE

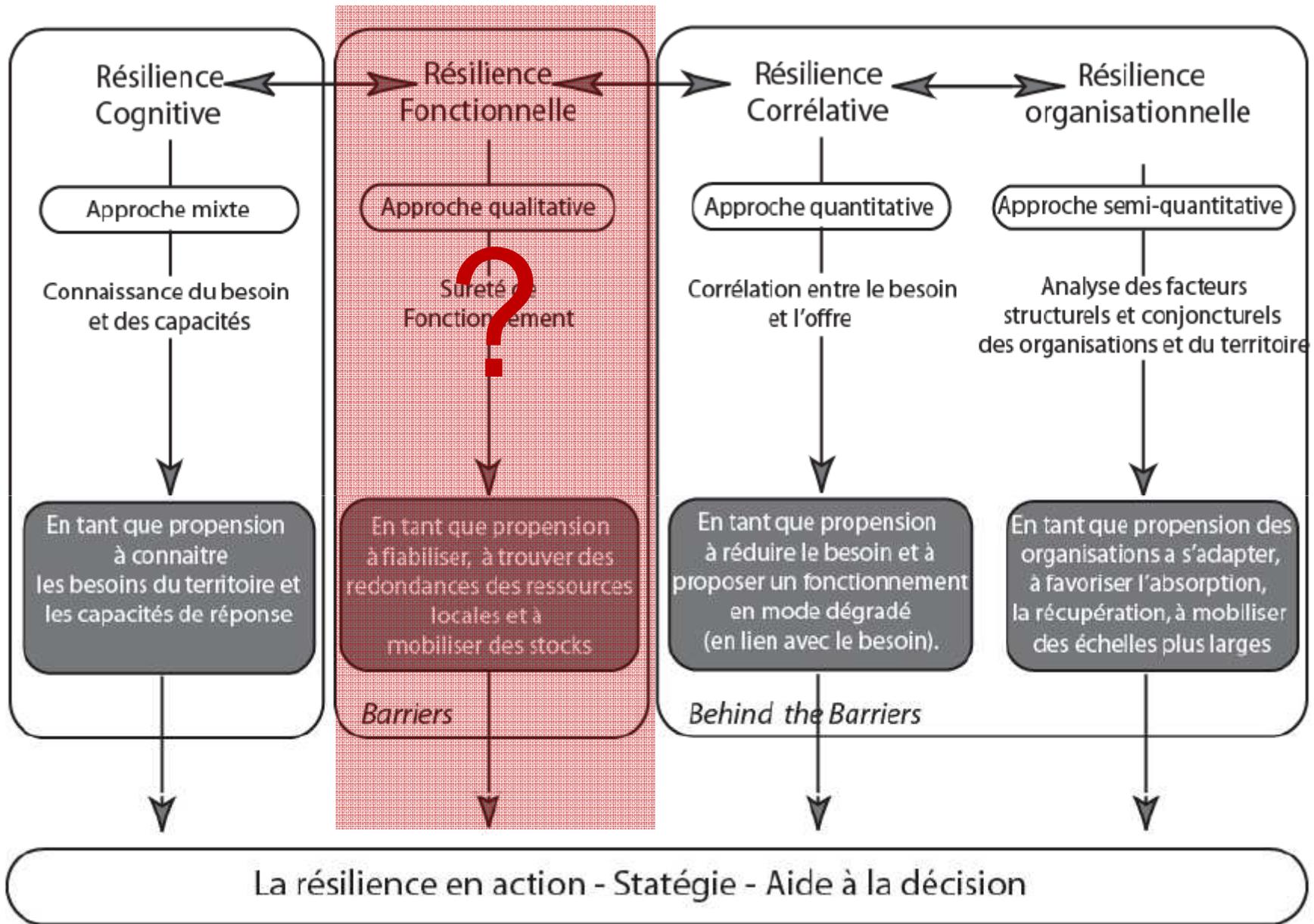
4.1

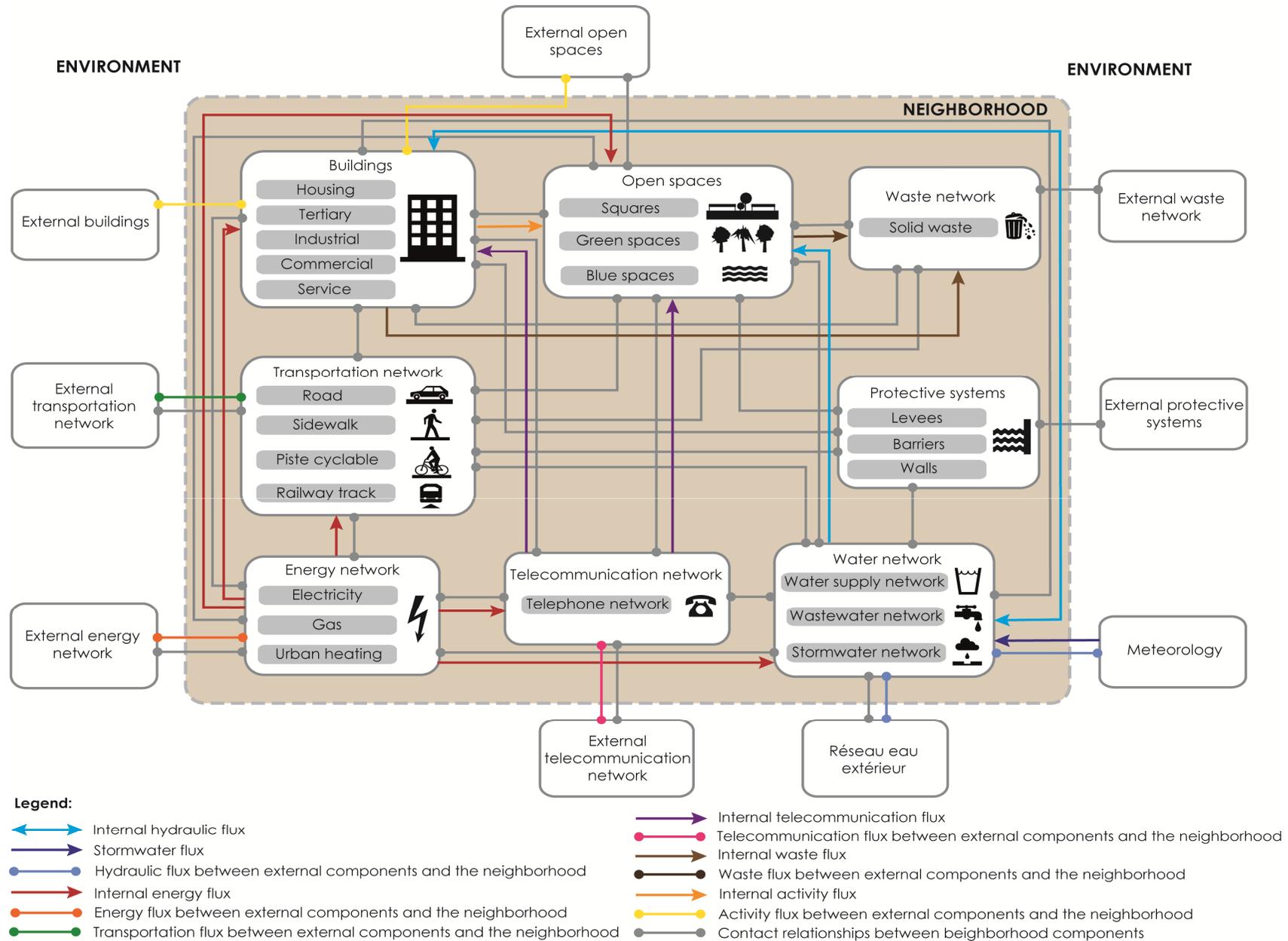


	Waste quantities
Dresden (2002)	Equivalent of 3 years of normal collection and disposal
Katrina (2005)	Equivalent of 1.5 years of normal collection and disposal
Xynthia (2010)	Equivalent of 12 years of normal collection and disposal

RESILIENCE PAR LA SURETE DE  
FONCTIONNEMENT

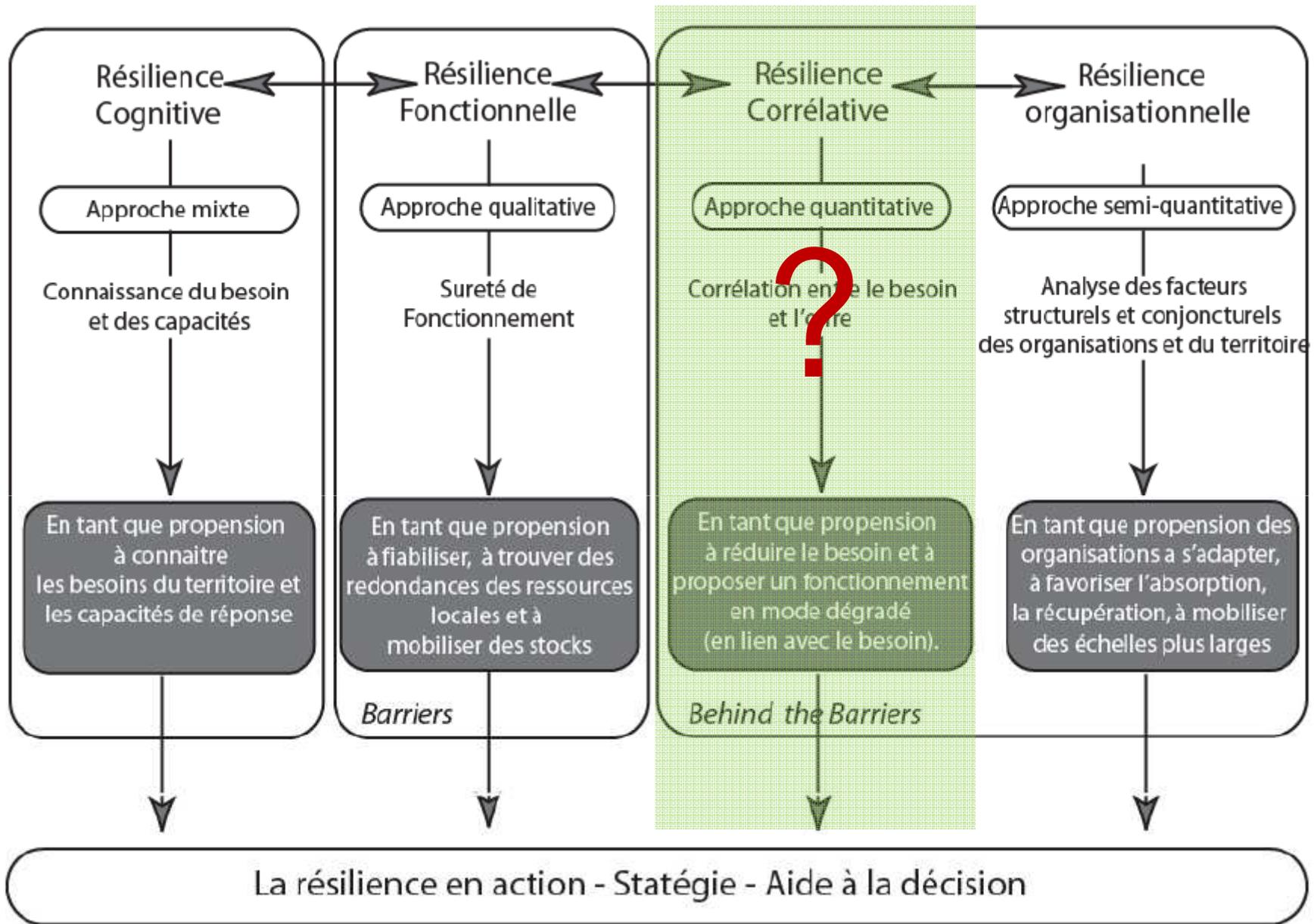
4.2

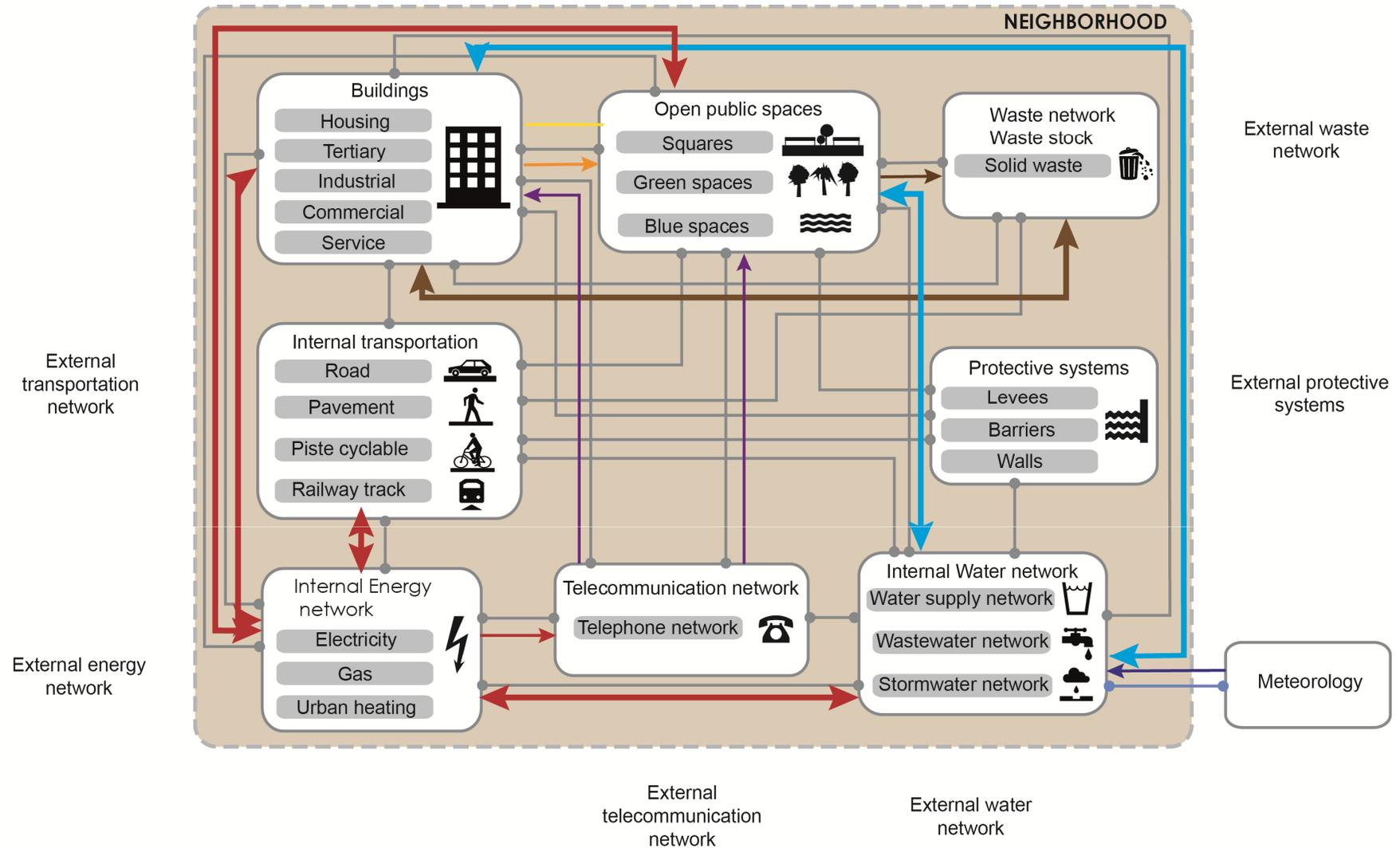




RESILIENCE PAR  
CORRELATIONS

4.3





Legend:

- Internal hydraulic flux
- Stormwater flux
- Hydraulic flux between external components and the neighborhood
- Internal energy flux
- Energy flux between external components and the neighborhood
- Transportation flux between external components and the neighborhood

- Internal telecommunication flux
- Telecommunication flux between external components and the neighborhood
- Internal waste flux
- Waste flux between external components and the neighborhood
- Internal activity flux
- Activity flux between external components and the neighborhood
- Contact relationships between neighborhood components

**Corrélation : Eau Potable / Sécheresse**  
**Restriction des usages pour préserver une ressource**  
**Action : Thèse en cours de Maryline DINARDO**

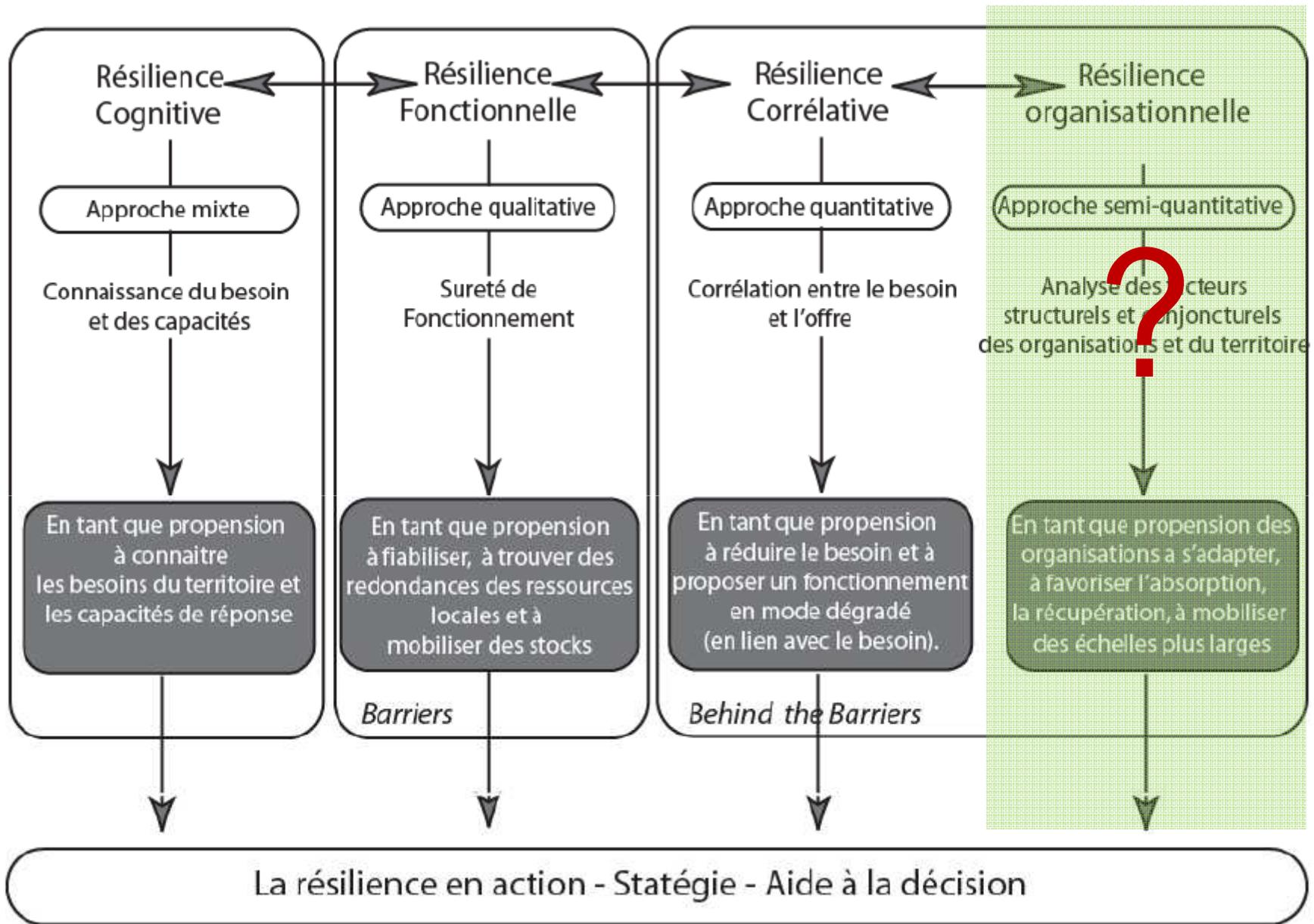
Usages domestiques : sensibilisation, puis limitation de plus en plus fortes des prélèvements pour l'arrosage des pelouses, des espaces verts, le lavage des voitures, le remplissage des piscines jusqu'à l'interdiction totale de ce type d'utilisation (hors usage eau potable).

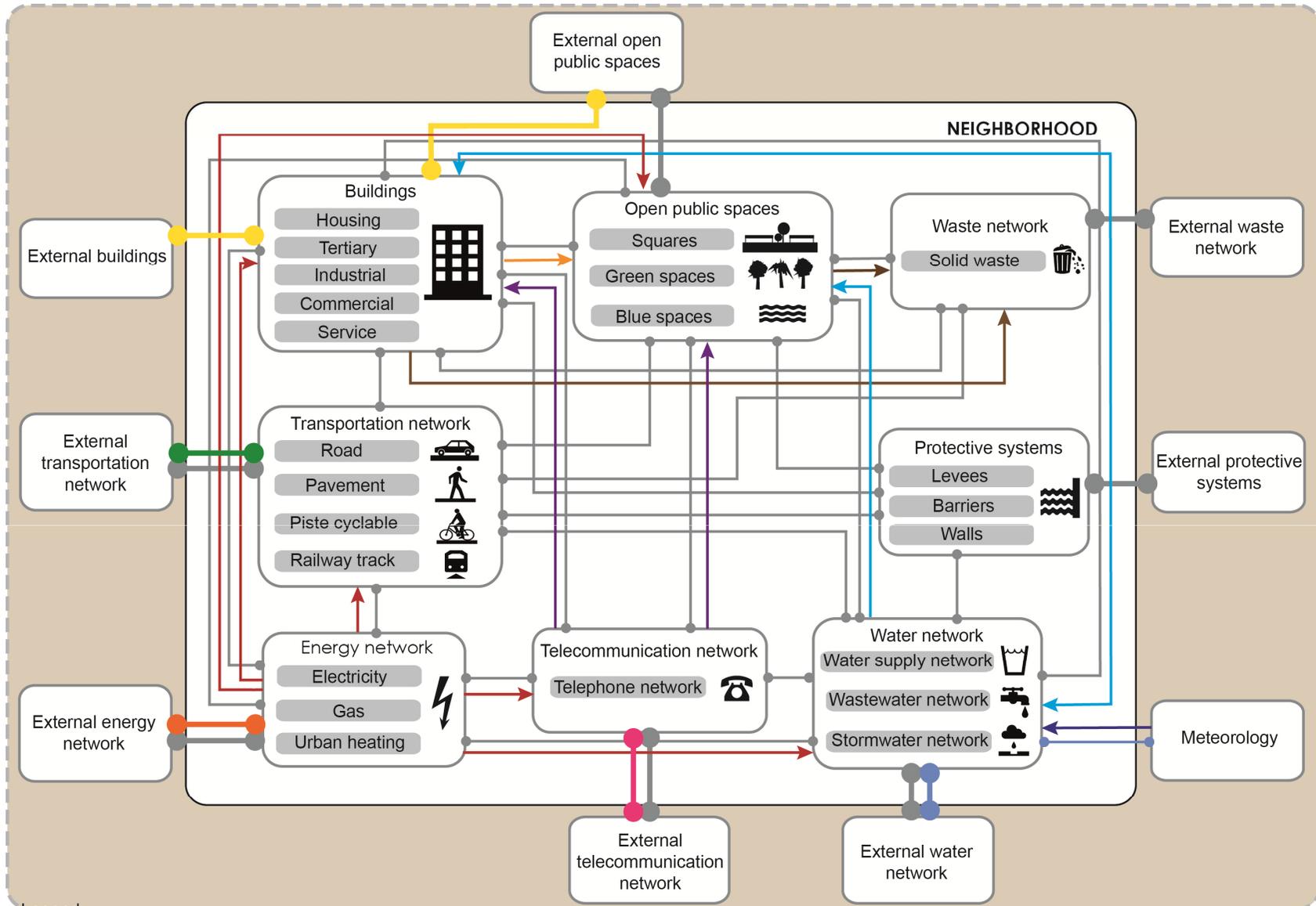
Agriculture : (80% des prélèvements entre juin et août) : interdiction d'irriguer 1 jour par semaine, plusieurs jours par semaine ou à certaines heures jusqu'à l'interdiction totale de l'irrigation.

Industrie : Des mesures spécifiques ont été prises sur les unités les plus consommatrices : mesures imposant une réduction progressive d'activité, le recyclage de certaines eaux de nettoyage, la modification de certains modes opératoires.

DES ORGANISATIONS  
RESILIENTES

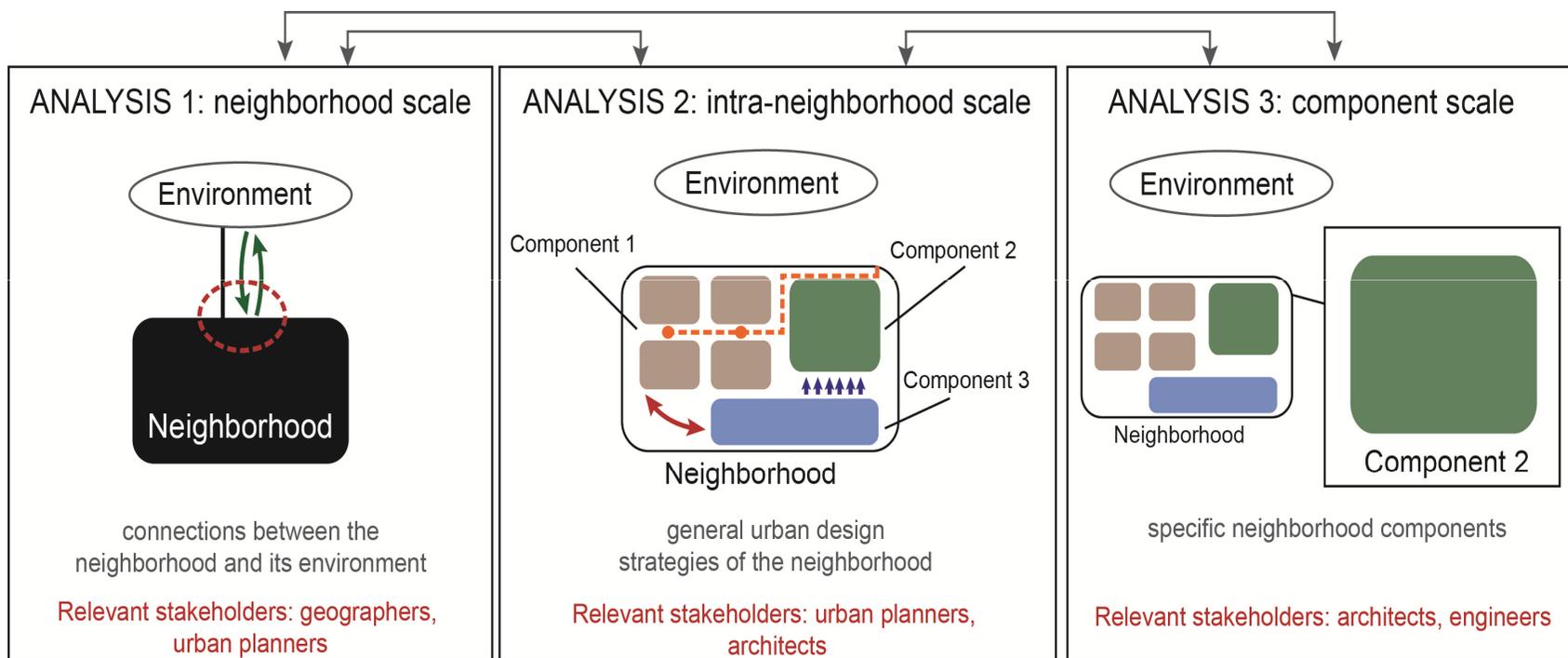
4.4

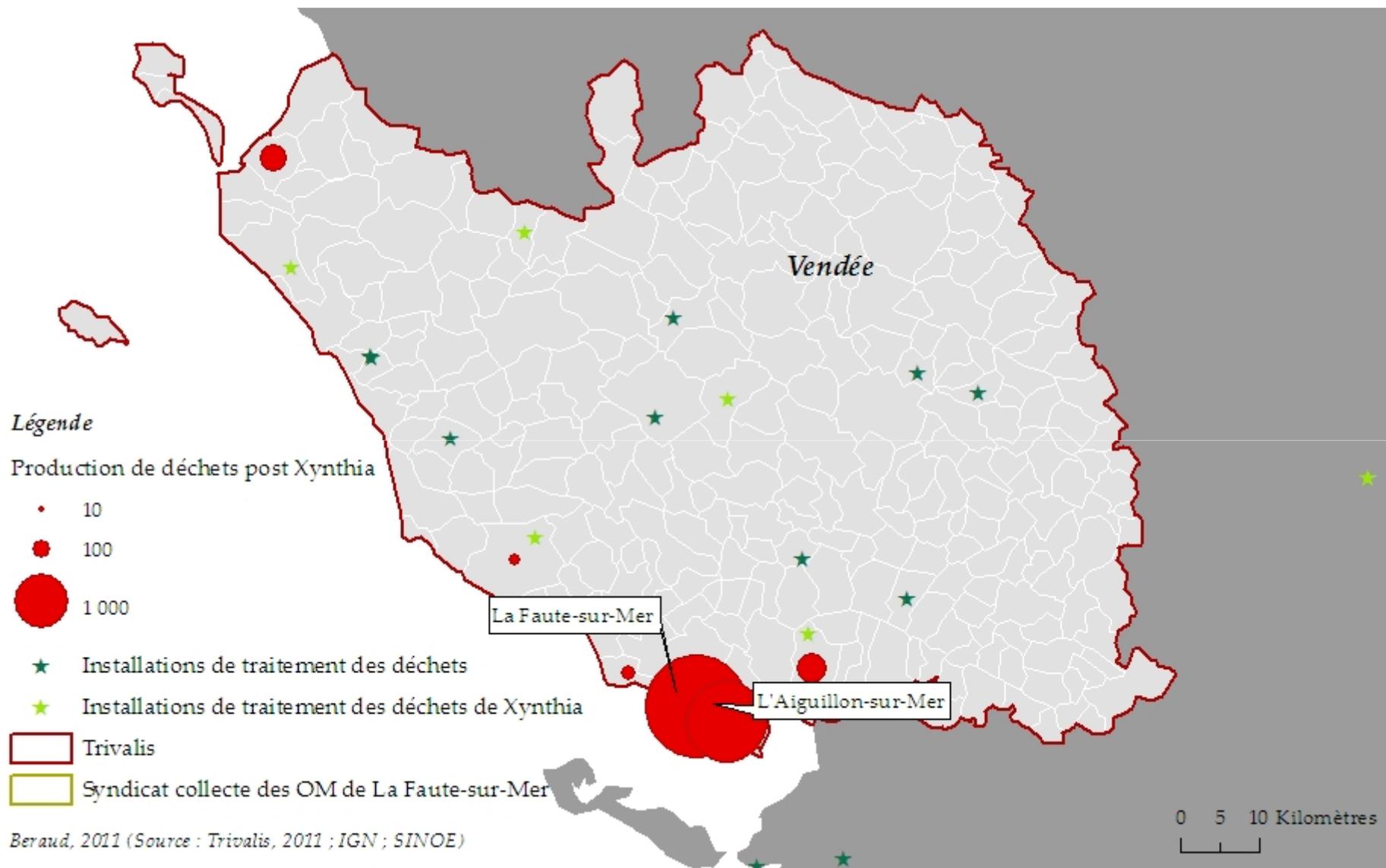




Legend:

- ↔ Internal hydraulic flux
- Stormwater flux
- Hydraulic flux between external components and the neighborhood
- Internal energy flux
- Energy flux between external components and the neighborhood
- Transportation flux between external components and the neighborhood
- Internal telecommunication flux
- Telecommunication flux between external components and the neighborhood
- Internal waste flux
- Waste flux between external components and the neighborhood
- Internal activity flux
- Activity flux between external components and the neighborhood
- Contact relationships between neighborhood components



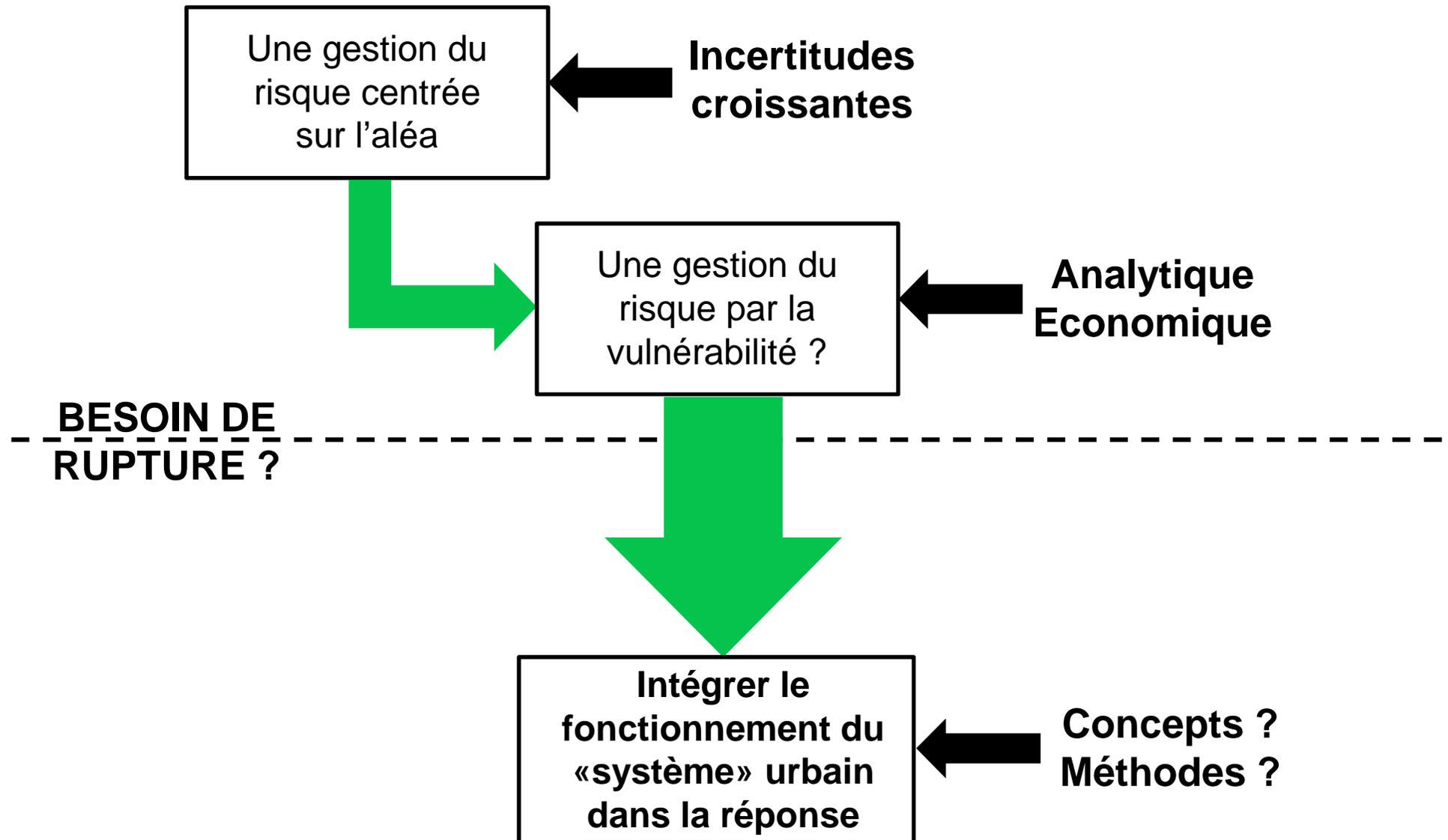


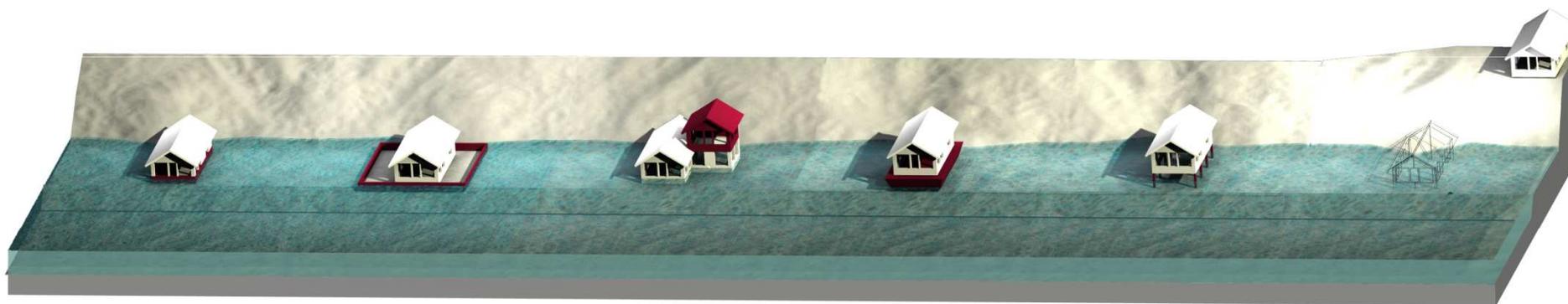
CONSÉQUENCES DE LA TEMPÊTE XYNTHIA SUR LE SYSTÈME VENDÉEN DE GESTION DES DÉCHETS (BERAUD ET AL. 2012)

POUR TERMINER

5

# Vers l'émergence d'un nouveau paradigme pour la gestion des risques ?





# VARIABILITE DES NIVEAUX



*Life with water* de Baca Architects pour la ville de Dordrecht



De Graaf 2011



Flood waste in front of house in La Faute-sur-Mer  
(Source : *Libération*, 2010)