

Résilience urbaine et réseaux techniques :
Une approche par l'analyse spatiale pour une évaluation
possible de la résilience urbaine



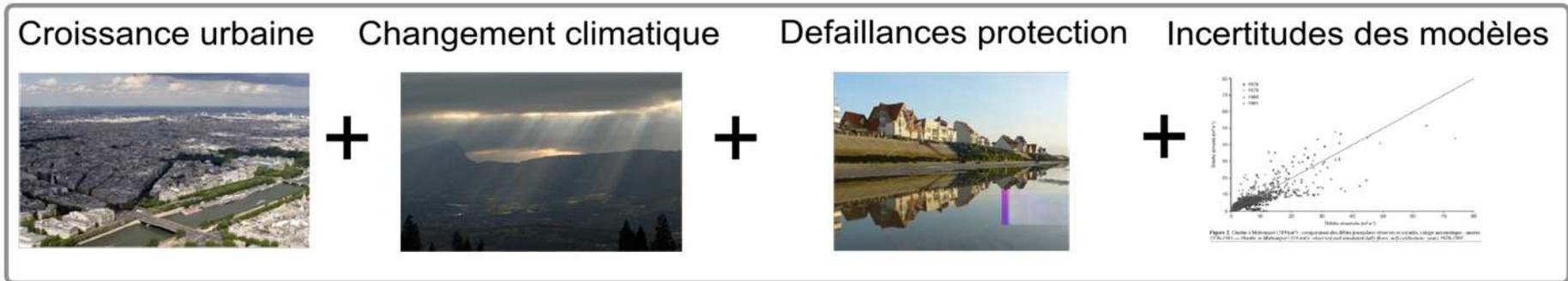
LHOMME S.^{1,2} – SERRE D.¹ – DIAB Y.¹ – LAGANIER R.²

¹ Ecoles des ingénieurs de la ville de Paris

² Université Paris Est (UMR PRODIG)



Avant propos



Améliorer la résilience

Plan

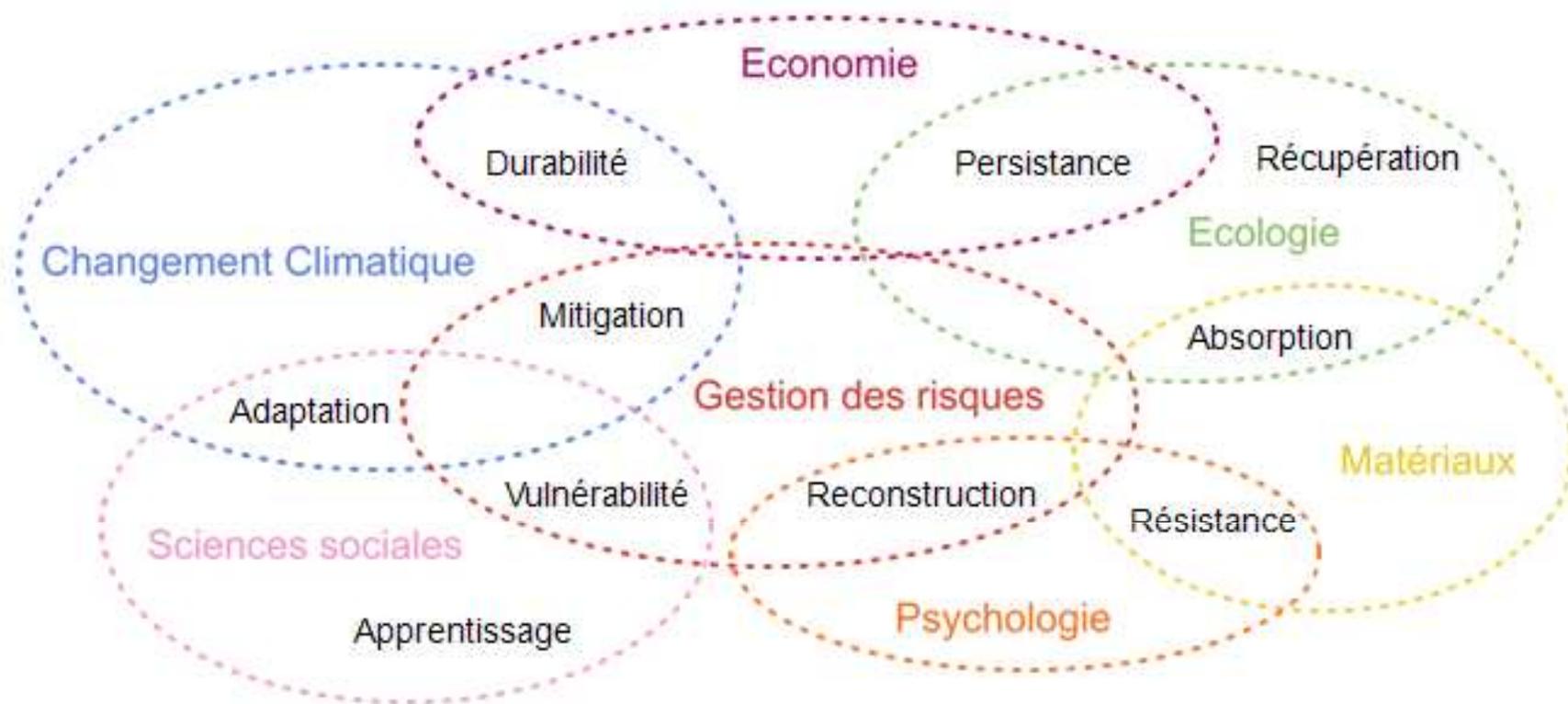
Introduction : les problématiques soulevées par « l'émergence du concept » de résilience

La résilience en géographie des risques : tentative de conceptualisation et de définition d'un cadre théorique

Evaluation et mise en pratique du concept de résilience par une approche spatiale

Conclusion : apports, limites et perspectives

La résilience : Arc en ciel ou nuage de sens ?



Problématiques soulevées :

- La polysémie du concept
- L'intégration du concept dans des cadres théoriques préexistants

L'étymologie du concept

Une étymologie et deux significations :



Absorbé par la langue anglaise au XVIIe siècle [Tisseron, 2009]

Problématiques soulevées :

- Manque d'un socle étymologique laissant place à des glissements sémantiques
- Appropriation d'une notion anglo-saxonne dans un cadre théorique francophone

Exemple d'évolution du concept de résilience en écologie

Le départ, c'est la définition de Holling (1973):

- Ce courant de pensée donnera naissance à l'« *ecological resilience* »
- La résilience s'oppose à la notion de stabilité
- S'intéresse au changement d'état d'équilibre et à la persistance

Un courant naît en opposition à ce premier courant (Pimm, 1984):

- Critique de la définition de Holling
- Pimm juge ce courant (l'*ecological resilience*) non opérationnel
- La résilience est considérée comme un retour à l'équilibre après une perturbation
- Ce courant de pensée donne naissance à l'« *engineering resilience* »

Exemple d'évolution du concept de résilience en écologie

Le tournant c'est la prise en compte de la résilience sociale pour aller vers une résilience systémique :

- Elaboration de la « socio-ecological » résilience
- Naissance des cycles adaptatifs (association entre capacités adaptatives et résilience)
- Naissance du concept de panarchy

Problématiques soulevées :

- Quelle efficacité heuristique pour la géographie des risques ?

Des résiliences disciplinaires à la résilience systémique

Les premières définitions disciplinaires mettaient l'accent sur:

La capacité à se remettre d'un choc et à retourner à son état initial

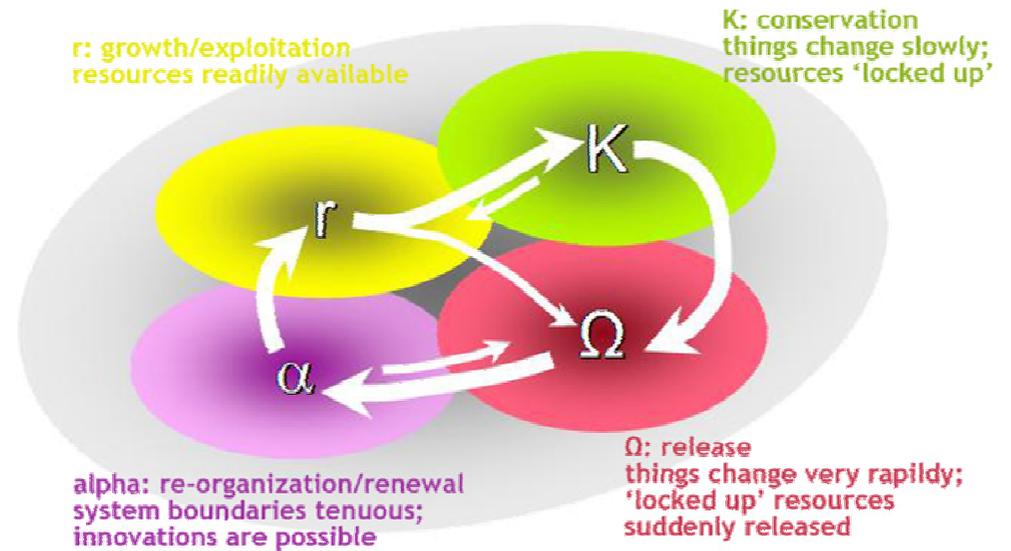
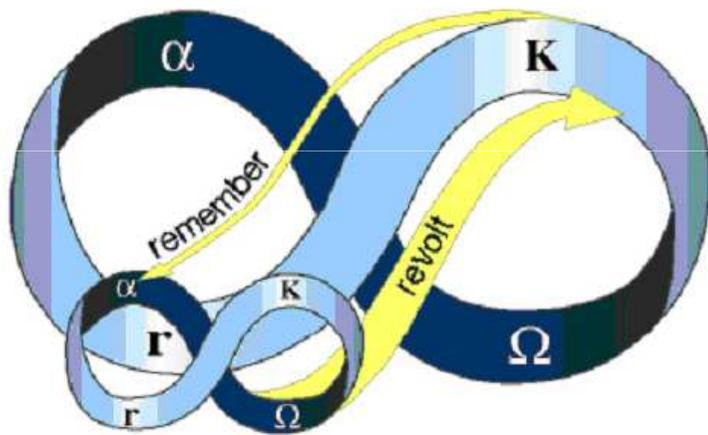
- Capacité de résistance
- Capacité de récupération (temps)

La résilience systémique s'affranchit des capacités de retour à l'équilibre pour s'intéresser :

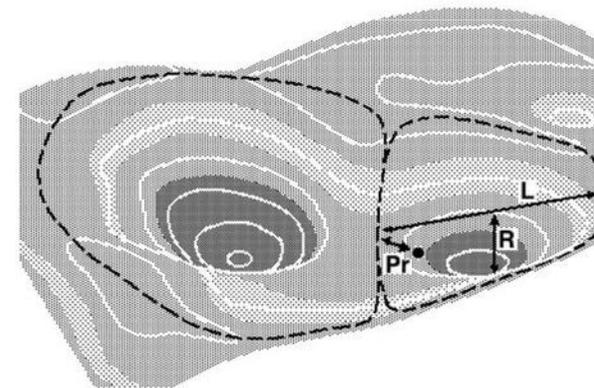
- Au fonctionnement et aux interactions d'un système
- Aux notions de renouvellement, de réorganisation, d'émergence, de bifurcation
- Aux dynamiques des systèmes adaptatifs

La résilience systémique

Panarchy [Resilience alliance]



Cycles adaptatifs [Resilience alliance]



Indicateurs de la résilience systémique [Dauphiné & Provitolo, 2007]

Questionnement autour du concept de résilience

- 1) Quel sens donner à la résilience ?
- 2) Comment placer ce concept par rapport aux concepts préexistants ?
- 3) Comment évaluer la résilience ?
- 4) Quelle est l'efficacité heuristique et pratique de ce concept polysémique ?

Plan

Introduction : les problématiques soulevées par « l'émergence du concept » de résilience

La résilience en géographie des risques : tentative de conceptualisation et de définition d'un cadre théorique

Evaluation et mise en pratique du concept de résilience par une approche spatiale

Conclusion : apports, limites et perspectives

Définitions courantes

Une définition fonctionnant pour tous les systèmes dont la ville :

« *The magnitude that can be absorbed before the system changes its structure by changing the variables and processes that control behavior* »
[Gunderson & Holling, 2002]

Une définition spécifique de la résilience urbaine :

« *The capacity of a city to face devastating event reducing damage at a minimum* » [Campanella, 2006]

Une définition dans la continuité des travaux sur la vulnérabilité:

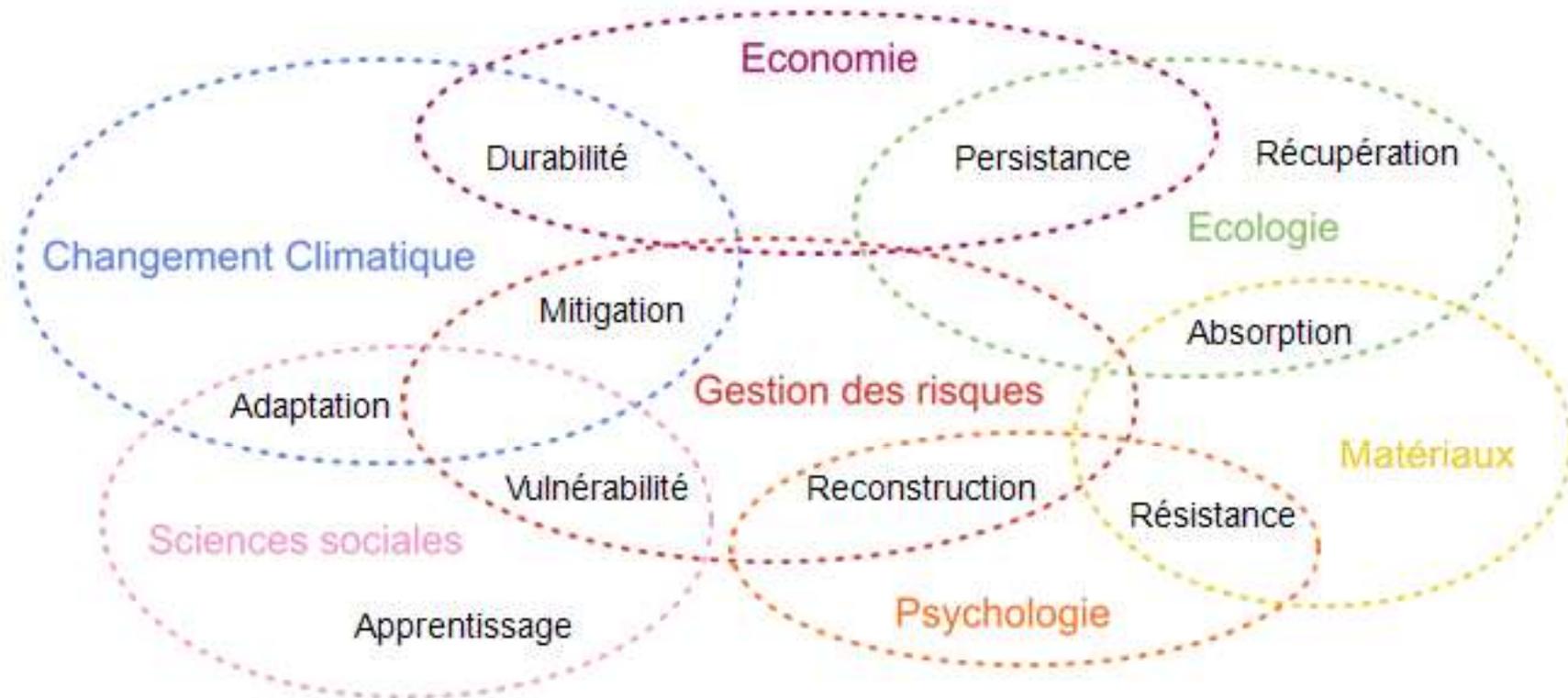
« *At the urban scale, for example, vulnerability seen as an internal risk factor must be related not only to exposure of the material context or to the physical susceptibility of the exposed elements but also to the social frailties and lack of resilience of the prone communities* » [Cardona, 2003]

Définitions courantes

De manière plus générale en matière de gestion des risques:

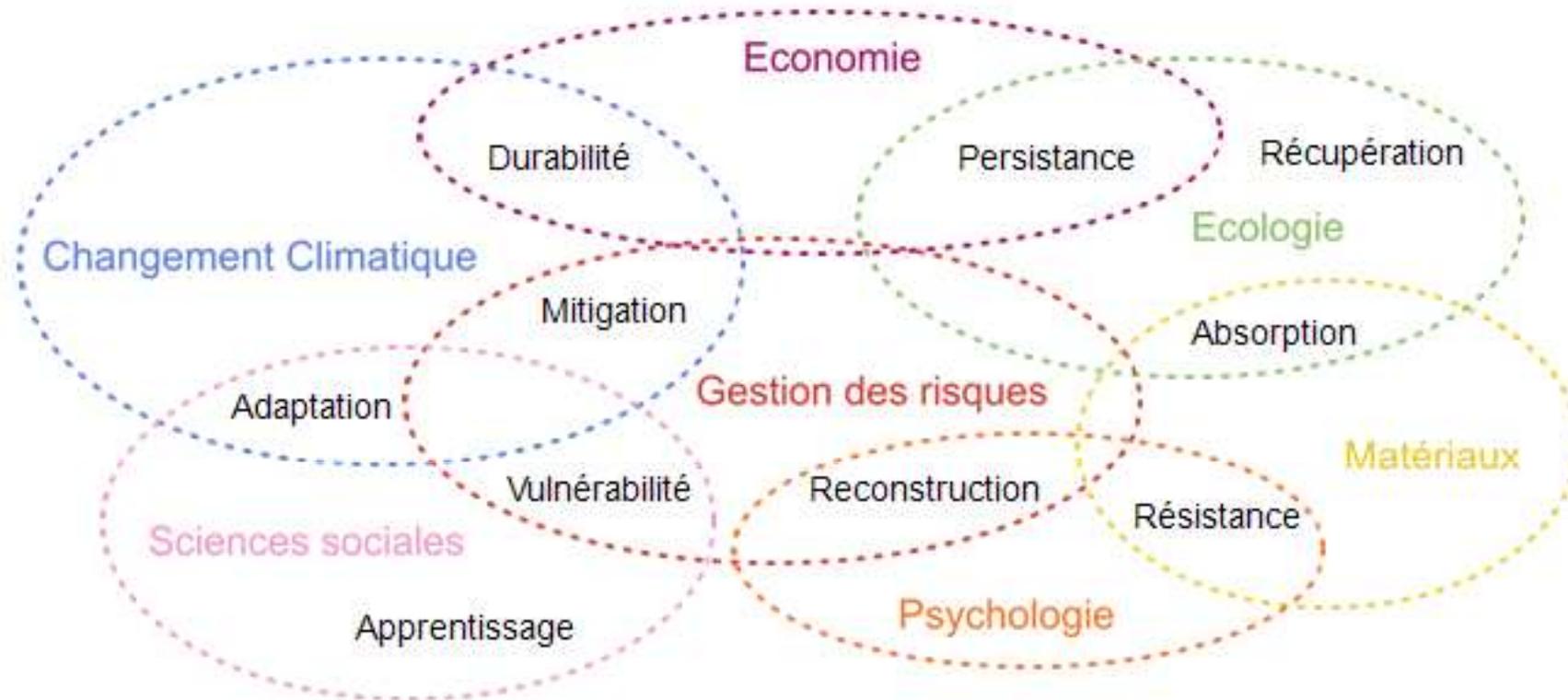
La résilience correspond à un certain « retour à la normale » à la suite d'une perturbation

La résilience : définitions



Notre définition : C'est la capacité d'un système à absorber une perturbation et à récupérer ses fonctions à la suite de cette perturbation.

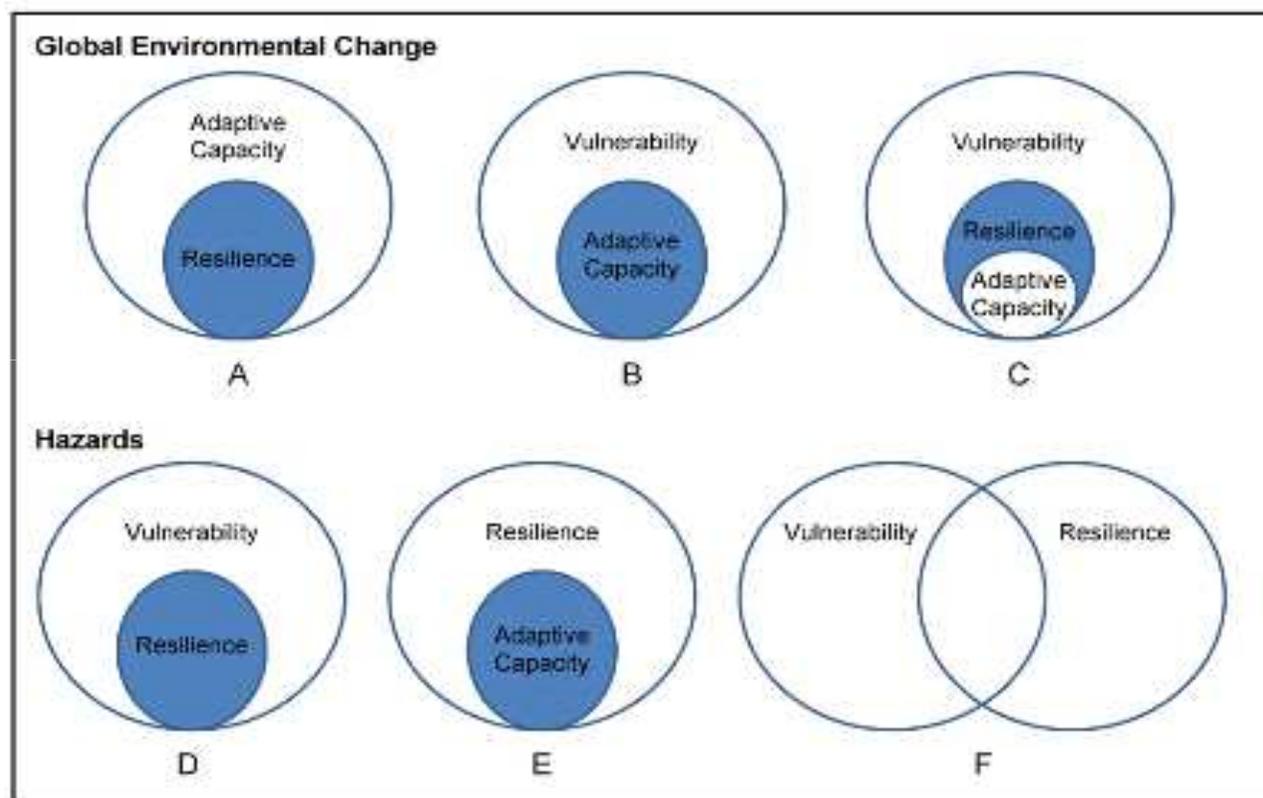
La résilience : définitions



Notre définition de la résilience urbaine : C'est la capacité d'une ville à fonctionner alors que certains des composants du système urbain sont perturbés et à se reconstruire (retrouver ses fonctions ou les adapter) à la suite de cette perturbation.

Un cadre théorique préexistant au concept de résilience en géographie des risques

« La géographie des risques a su bâtir un socle conceptuel autour des notions d'aléa, d'enjeux, de vulnérabilité, de résilience... » [Vinet, 2010]

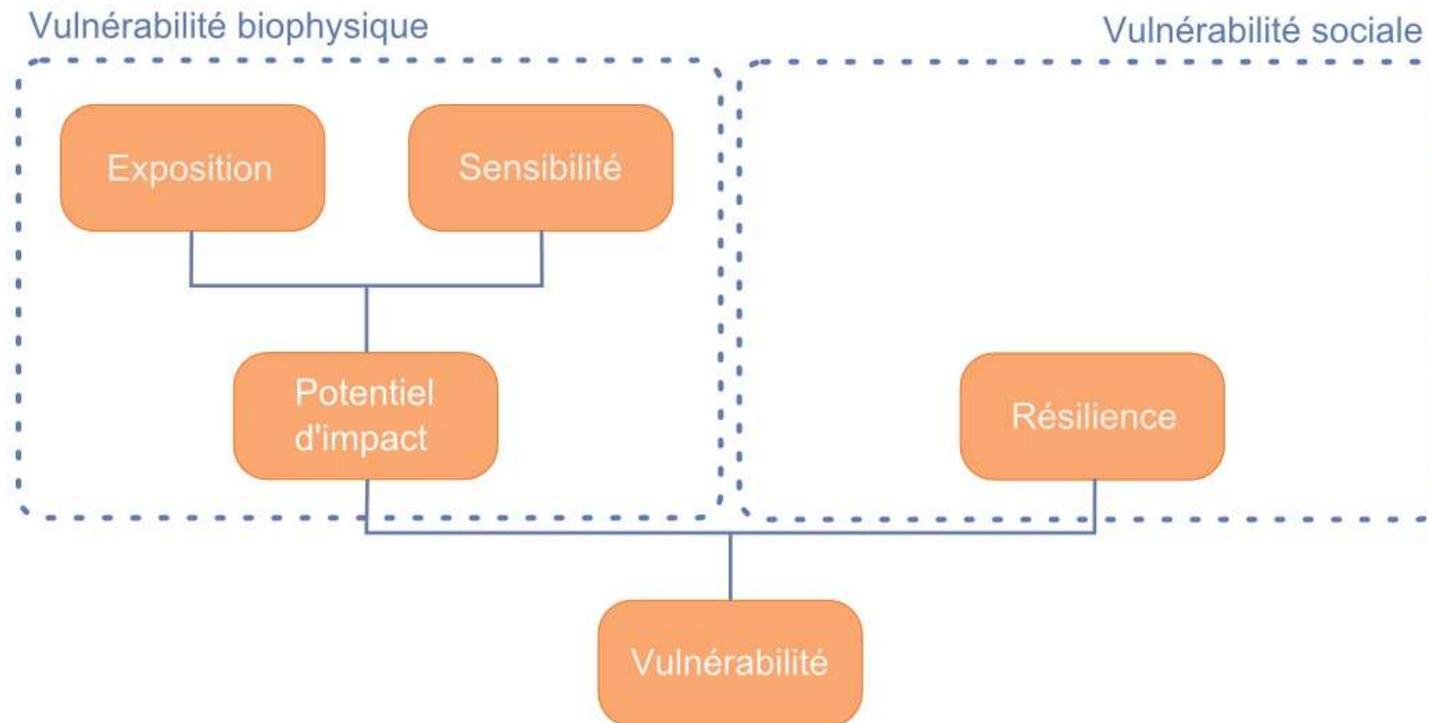


[Cutter et al., 2008]

Résilience et vulnérabilité : Quels liens ?

Résilience et vulnérabilité : quels liens ?

Résilience et vulnérabilité globale ou synthétique :



La résilience est considérée dans cette vision comme la capacité des sociétés à faire face (à s'adapter)

Résilience et vulnérabilité : quels liens ?

La vision précédente est restrictive pour deux raisons principales:

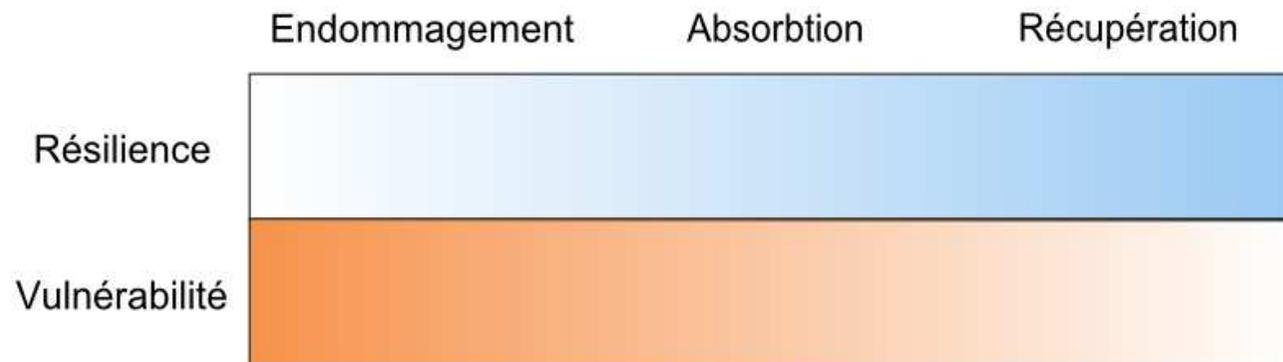
- La vulnérabilité semble considérée comme englobant le concept de résilience
- La résilience semble uniquement socio-organisationnelle

Or :

- Rien ne justifie cette vision « englobante » (on fait rentrer la résilience dans un cadre préétabli)
- La résilience peut être aussi technico-fonctionnelle

Résilience et vulnérabilité : quels liens ?

Ces deux concepts plus ou moins distincts ne sont pas l'opposé l'un de l'autre et doivent ainsi s'étudier dans une certaine continuité



Ainsi, on peut être vulnérable et résilient

La résilience ne constitue pas nécessairement un nouveau paradigme c'est un angle d'approche différent

Bilan

La résilience a été définie (malgré les limites exposées)

Nous avons défini un cadre théorique
(vulnérabilité et résilience considérées dans un même continuum)

« Un concept intègre généralement dans sa définition un moyen de mesurer ou de repérer ce qu'il décrit » [Dauphiné, 2003]

Plan

Introduction : les problématiques soulevées par « l'émergence du concept » de résilience

La résilience en géographie des risques : tentative de conceptualisation et de définition d'un cadre théorique

Evaluation et mise en pratique du concept de résilience par une approche spatiale

Conclusion : apports, limites et perspectives

Comment définir un territoire résilient afin de développer des indicateurs de résilience?

Des indicateurs de résilience déjà cités pour son évaluation [Dauphiné & Provitolo , 2007] :

- Les coûts engendrés (à priori et à postériori)
- Les aspects temporels de la perturbation (à postériori)
- Des approches systémiques (à priori)

Des facteurs de résilience : l'exemple de la Nouvelle-Orléans [Hernandez, 2009]

- Le niveau d'éducation
- Les relations de voisinage
- Les réseaux (services) urbains

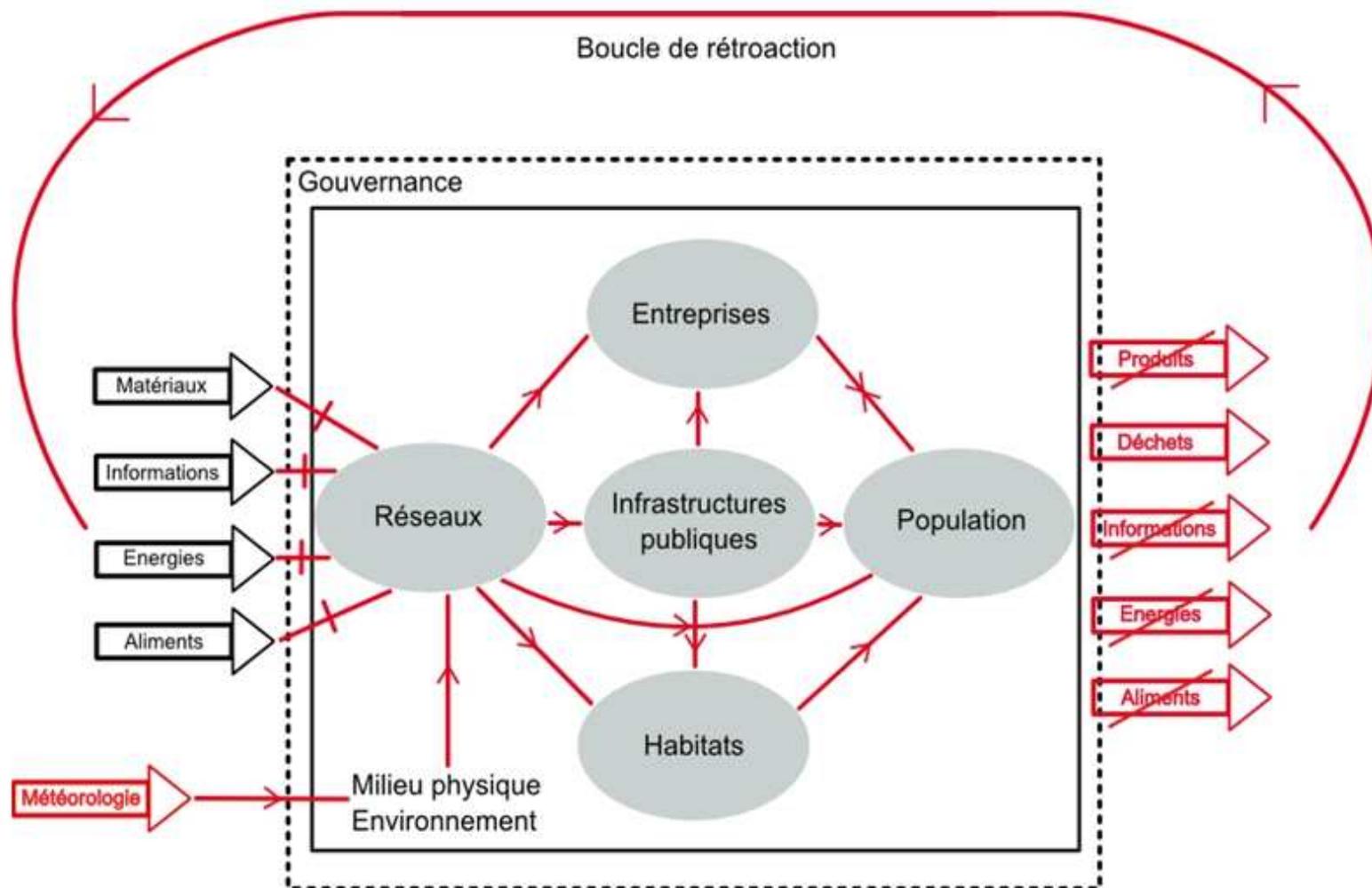
Comment définir un territoire résilient ?

Des solutions permettant la résilience d'un territoire :

- Construire des bâtiments résilients
- Améliorer la connaissance du risque (développer une culture du risque) pour faciliter les capacités d'adaptation
- Mise en place de plans de reconstruction et/ou de continuité d'activité
- ...

Une approche analytique est alors possible. Cependant une approche systémique semble plus pertinente

Comment définir un territoire résilient ?



Evaluation par une
approche spatiale

Séminaire résilience urbaine
École Normale Supérieure, Paris, 4 Novembre 2010

Comment définir un territoire résilient ?

Des solutions permettant la résilience d'un territoire :

- Construire des bâtiments résilients
- Améliorer la connaissance du risque (développer une culture du risque) pour faciliter les capacités d'adaptation
- Mise en place de plans de reconstruction et/ou de continuité d'activité
- ...

Une approche analytique est alors possible. Cependant une approche systémique semble plus pertinente

En effet, la ville est un système complexe dans lequel la population dépend d'infrastructures critiques fortement interdépendantes

Pour construire une ville résiliente, il est nécessaire de construire des réseaux résilients

Pourquoi une approche par l'analyse spatiale ?

L'analyse spatiale :

« Analyse formalisée de la configuration et des propriétés de l'espace géographique, tel qu'il est produit et vécu par les sociétés humaine »
[Pumain, 1997]

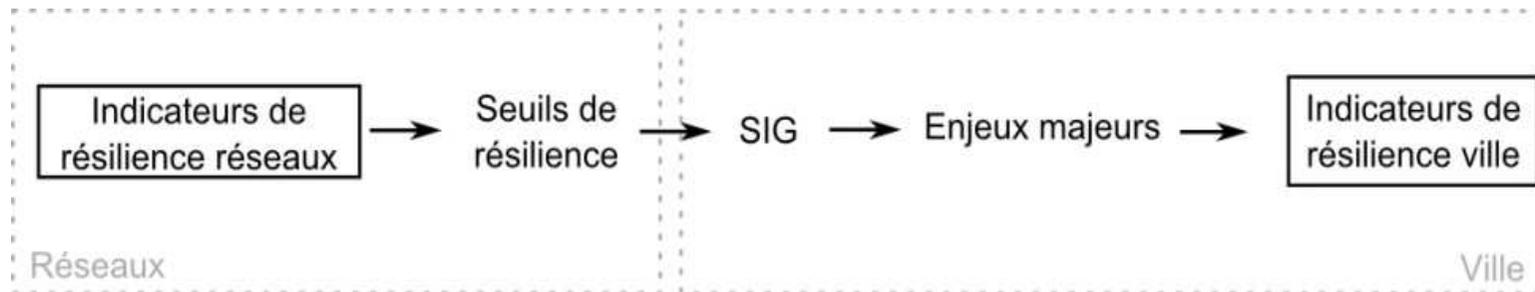
La spatialité du risque :

« Le risque est pourtant un objet défini spatialement. Les composantes du risque s'inscrivent en effet dans l'espace. L'aléa se caractérise ainsi par son étendue. De même, le site et la situation d'une catastrophe constituent d'importantes clés pour comprendre les origines du danger, les formes des dommages et les populations qui sont le plus touchées. » [Reghezza, 2006]

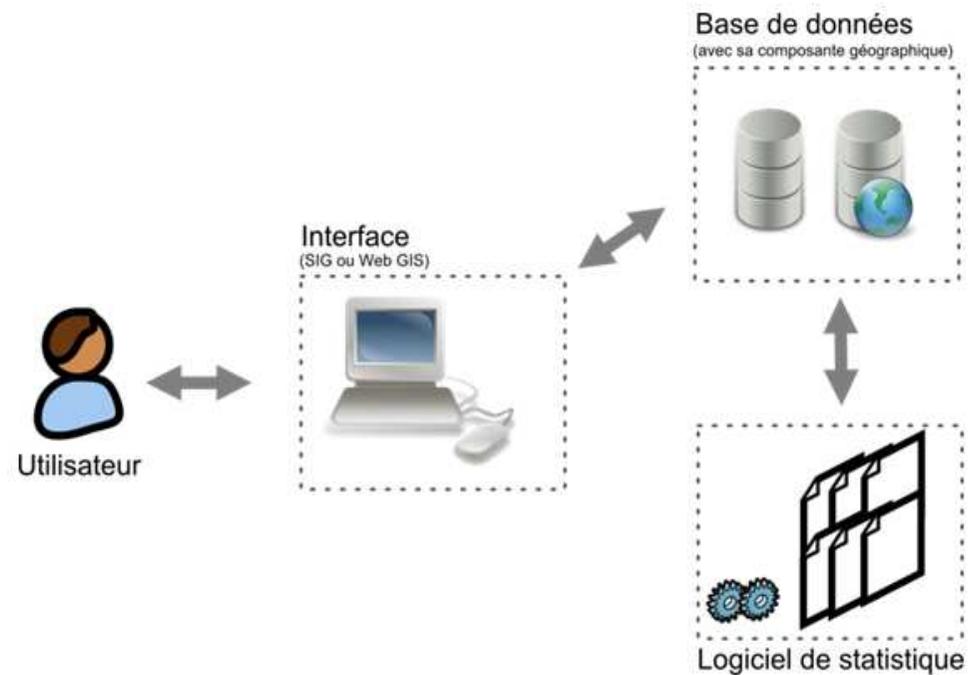
Réseau, risque et territoire :

« La vulnérabilité des territoires se ramifie à l'image des réseaux et une catastrophe naturelle paralyse non seulement et les régions sinistrées, mais également toutes celles qui en dépendent par l'intermédiaire des réseaux»
[Gleyze, 2005]

Comment évaluer la résilience urbaine ? Une méthode et un outil SIG



Une méthodologie



Un outil SIG

Evaluation par une
approche spatiale

Séminaire résilience urbaine
École Normale Supérieure, Paris, 4 Novembre 2010

Une évaluation possible de la résilience des réseaux

Trois capacités semblent nécessaires :

- La capacité de résistance du réseau face à la perturbation : il est question ici de mesurer l'endommagement matériel du réseau suite à l'inondation.
- La capacité d'absorption du réseau face à la perturbation : il s'agit ici des alternatives pouvant être offertes par le réseau suite à la défaillance d'un ou plusieurs de ces composants.
- La capacité de récupération : la récupération est une capacité essentielle pour la résilience d'un système.

Un focus sur les capacités d'absorption : Évaluer les alternatives offertes par le réseau

Objectif : Étudier la configuration spatiale (la trame) des réseaux

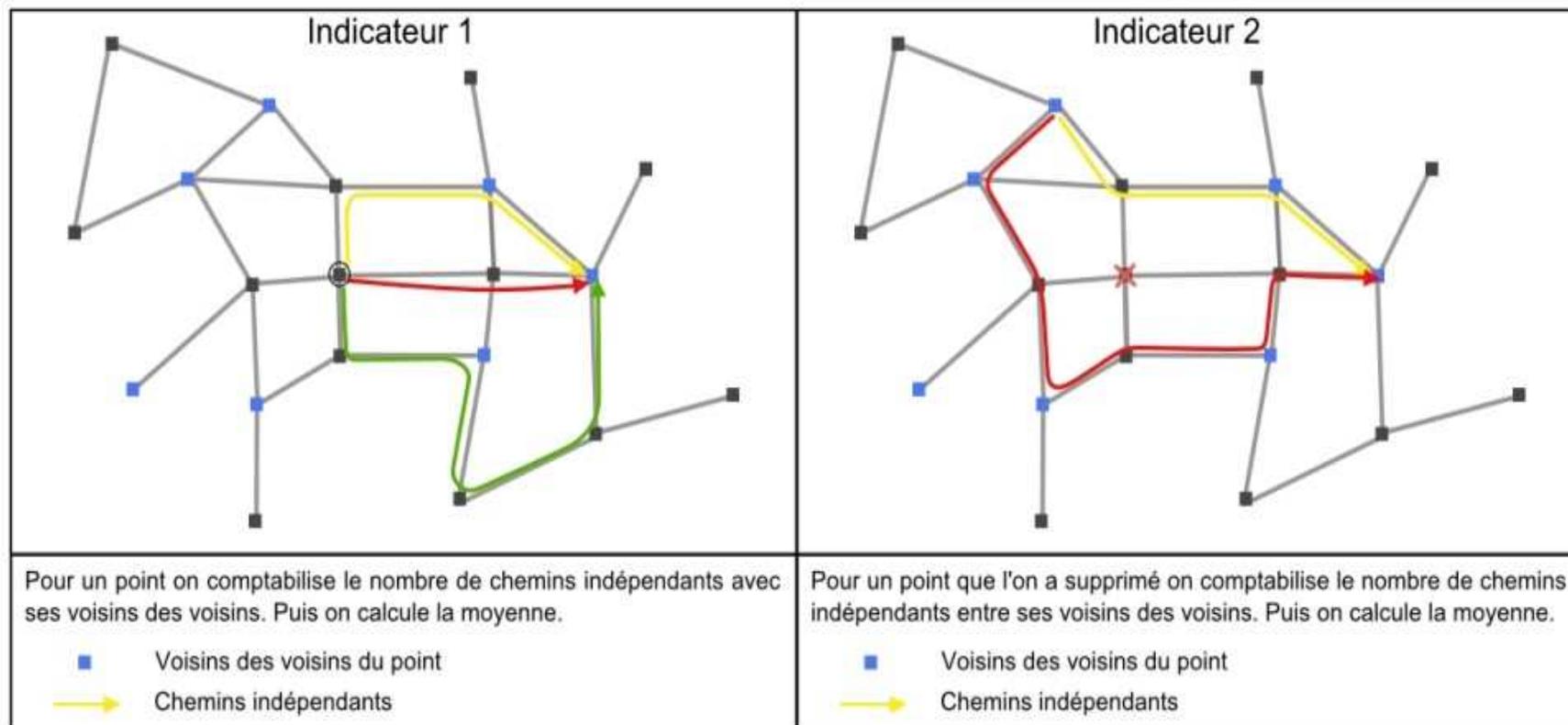
Pourquoi ?

Les réseaux connaissent fréquemment des perturbations (endommagement, maintenance...) mais les utilisateurs de ces réseaux n'en subissent pas les conséquences

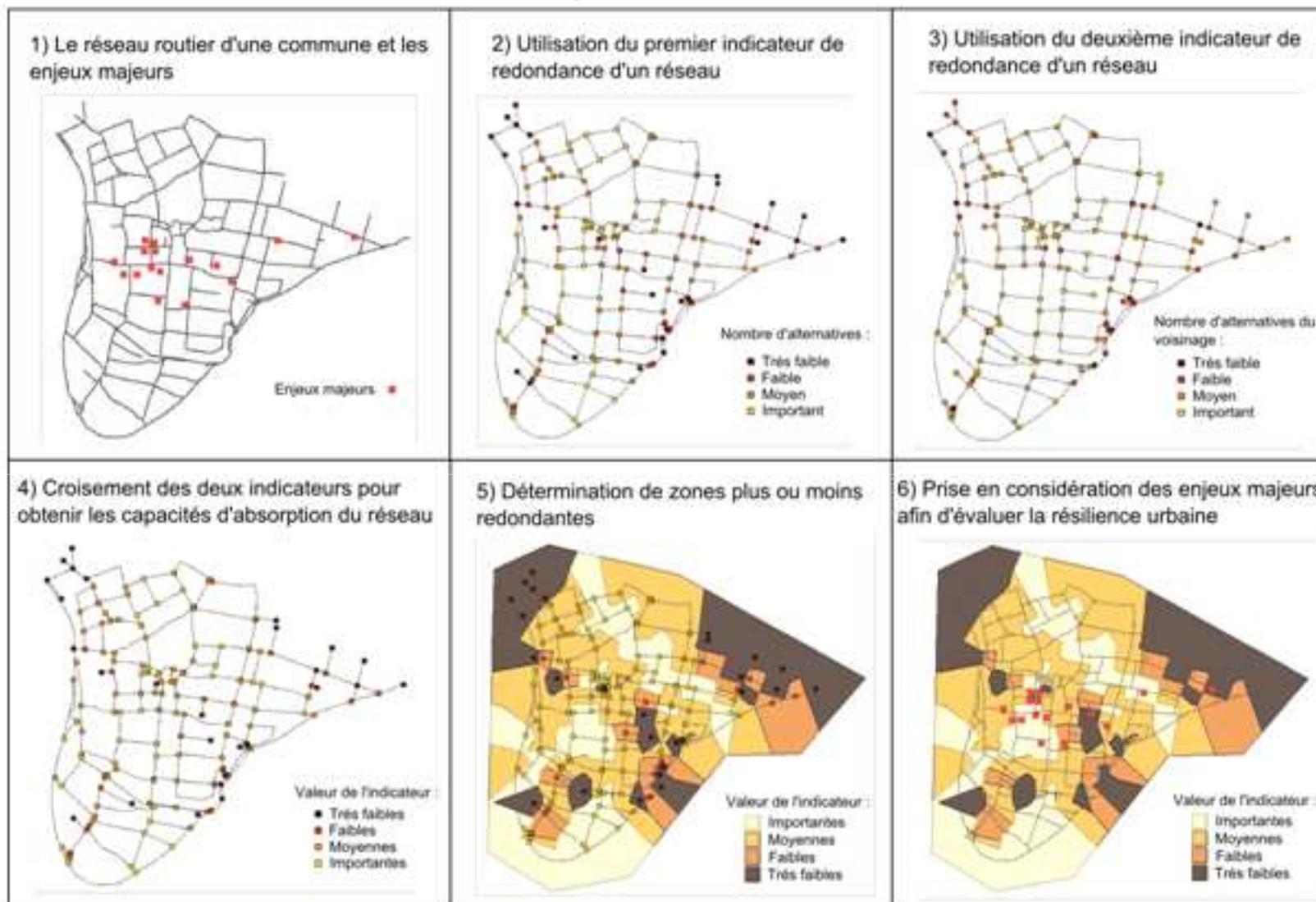
En effet, les réseaux sont maillés et absorbent ces perturbations

L'étude de ce maillage caractérise en partie ces capacités d'absorption

Un focus sur les capacités d'absorption : Evaluer les alternatives offertes par le réseau



Un focus sur les capacités d'absorption : Evaluer les alternatives offertes par le réseau



Evaluation par une
approche spatiale

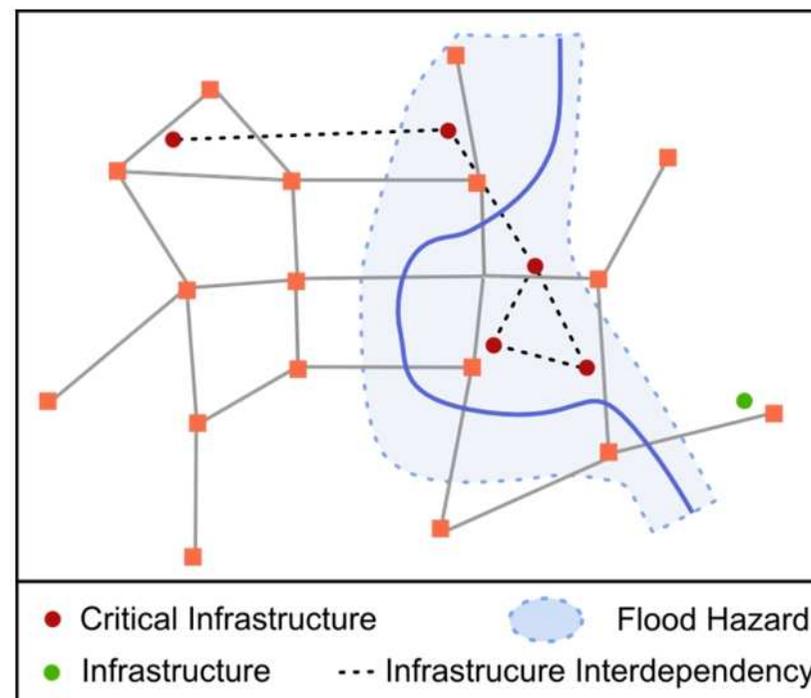
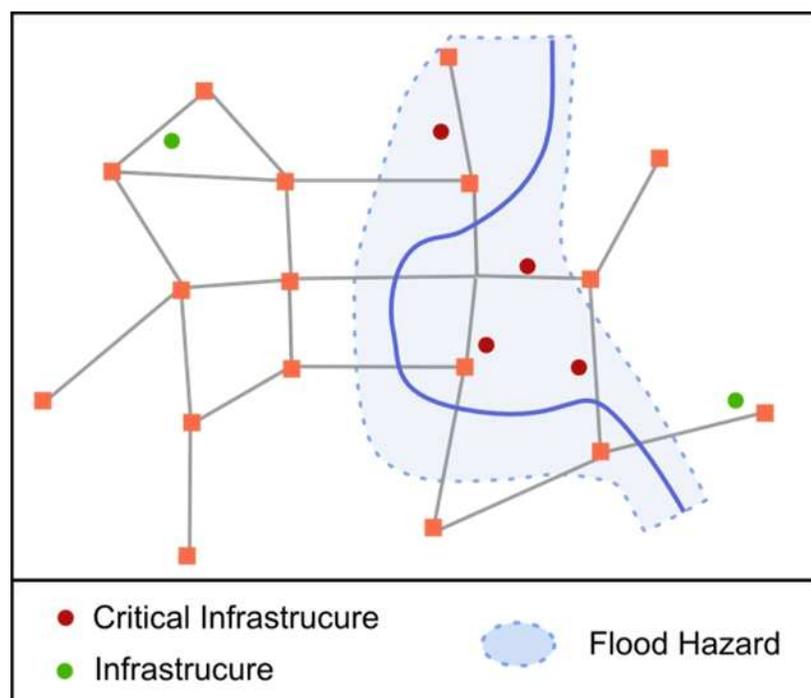
Séminaire résilience urbaine
École Normale Supérieure, Paris, 4 Novembre 2010

Un focus sur les capacités de résistance : Mettre en place des scénarios de défaillances

Objectif : Tenir compte de l'interdépendance des réseaux

Pourquoi ?

Ne pas tenir compte des interdépendances, c'est limiter les impacts d'une inondation aux zones inondées. Or, il faut identifier ces éléments perturbés.



Evaluation par une
approche spatiale

Séminaire résilience urbaine
École Normale Supérieure, Paris, 4 Novembre 2010

Un focus sur les capacités de résistance : Mettre en place des scénarios de défaillances



Evaluation par une
approche spatiale

Séminaire résilience urbaine
École Normale Supérieure, Paris, 4 Novembre 2010

Un focus sur les capacités de récupération : Mettre en place des indicateurs d'accessibilité

Objectif : Identifier les perturbations les plus problématiques

Pourquoi ?

En se donnant les moyens d'identifier les éléments des réseaux pouvant être perturbés et en connaissant la localisation des centres de remise en service, on peut vouloir identifier les éléments les moins accessibles.

Cette disposition spatiale influe directement sur les capacités de remise en service des éléments endommagés

Un focus sur les capacités de récupération : Mettre en place des indicateurs d'accessibilité

Agrégation de trois indicateurs : distance, allongement, hiérarchisation



Nous nous questionnons aussi sur des questions d'optimisation de localisation des centres de remise en service

Plan

Introduction : les problématiques soulevées par « l'émergence du concept » de résilience

La résilience en géographie des risques : tentative de conceptualisation et de définition d'un cadre théorique

Evaluation et mise en pratique du concept de résilience par une approche spatiale

Conclusion : apports, limites et perspectives

Conclusion : apports, limites et perspectives

Nous définissons et tentons d'évaluer la résilience urbaine afin de répondre à cette question :

Quelle est l'efficacité heuristique et pratique de ce concept polysémique concernant la gestion des risques d'inondation?

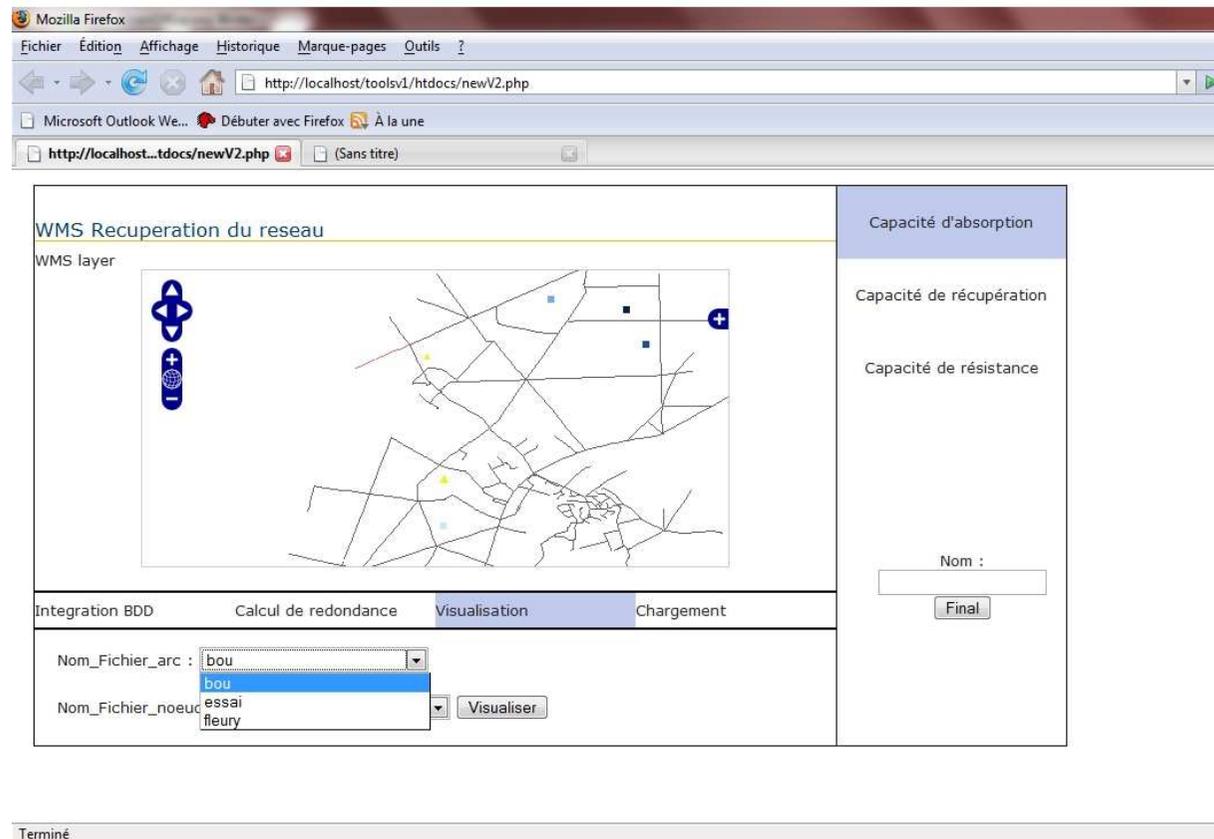
Pour cela, à l'heure actuelle nous tentons de mettre en exergue les apports et les limites de ce concept en géographie des risques:

- Le principal apport c'est l'acceptation implicite du risque
- La limite principale c'est la polysémie de la notion qui rend sa conceptualisation incertaine

Conclusion : apports, limites et perspectives

Les perspectives de nos travaux :

- Mise en place d'un web-SIG implémentant différents indicateurs et permettant l'exploitation des résultats



Réflexions liminaires à la discussion

La résilience est entrée dans le cadre théorique de la géographie des risques par le biais de la vulnérabilité, mais cette notion existait au préalable indépendamment de ce cadre théorique. Cette conceptualisation a pu fausser le sens premier de la notion et surtout limiter celle-ci au cadre prédéfini. C'est pourquoi, une approche centrée sur cette notion pour la placer par la suite dans le cadre théorique de la géographie des risques semble préférable.

L'acceptation implicite du risque induite par la résilience, non centrée sur les questions d'endommagement mais davantage sur les capacités de récupération liées à ces endommagements, constitue l'apport principal de l'introduction de la résilience en géographie des risques. Ce concept interroge donc la façon dont les sociétés perçoivent leur environnement afin d'évaluer leur propension à vivre avec celui-ci (en particulier face à ses excès). Ainsi définie, la résilience est au cœur des problématiques géographiques.

Bibliographie

- [Campanella, 2006] Campanella T. J., 2006, *Urban Resilience and the Recovery of New Orleans*, "Journal of the American Planning Association", Spring 2006, pp. 141-146.
- [Cardona, 2003] Cardona, O. D., 2003, *The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from Holistic Perspective : A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management*, in Bankoff, G. et Frerks, D. H., *Mapping Vulnerability : Disasters, Development and People*, Earthscan Publishers, Londres.
- [Cutter et al., 2008] Cutter S.L., Barnes L., Berry M., Burton C., Evans E., Tate E., Webb J., 2008, *A place-based model for understanding community resilience to natural disasters*, *Global Environmental Change* 18 (2008), pp. 598–606.
- [Dauphiné, 2003] Dauphiné A., 2003, *Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer*. Paris, Armand Colin (Coll. «U – Géographie»), 288 p. (ISBN 2-200-26583-2)
- [Dauphiné & Provitolo, 2007] Dauphiné A., Provitolo D., 2007, *La résilience : un concept pour la gestion des risques*, « *Annales de géographie* », n° 654, pp. 115-125.
- [Gleyze, 2005] Gleyze J.-F., 2005, *La vulnérabilité structurelle des réseaux de transport dans un contexte de risques*, Thèse de doctorat en Analyse Théorique et Epistémologique en Science Géographique, Université Paris VII- Denis Diderot, 848 p.
- [Gunderson & Holling, 2002] Gunderson L.H., Holling C.S. , 2002, *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems*, Island Press, 508 p.
- [Hernandez, 2009] Hernandez J., 2009, *The Long Way Home : une catastrophe qui se prolonge à La Nouvelle-Orléans, trois ans après le passage de l'ouragan Katrina*, « *Espace géographique* » 2009/2, Tome 38, p. 124-138.
- [Pimm, 1984] Pimm S.L., 1984. *The complexity and stability of ecosystems*. *Nature* 307 (26), pp. 321–326.
- [Pumain, 1997] Pumain D., *Pour une théorie évolutive des villes*, « *Espace géographique* » 1997/2.
- [Reghezza, 2006] *Réflexions sur la vulnérabilité métropolitaine. La métropole parisienne face au risque de crue centennale*, Université de Nanterre - Paris X, 384 p.
- [Resilience alliance] <http://www.resalliance.org>
- [Tisseron, 2009] Tisseron Serge, *La résilience*, 3^e éd., Paris, P.U.F. « Que sais-je ? », 2009, 128 pages, ISBN : 9782130577959, Lien : <<http://www.cairn.info/la-resilience--9782130577959.htm>>.
- [Vinet, 2010] Vinet F., *Le risque inondation : Diagnostic et gestion*, Tec & Doc Lavoisier , 328 pages

Merci pour votre attention