

Systemes de villes et résilience : une approche dans la longue durée

Anne Bretagnolle (UMR Géographie-
cités, Université Paris 1)

Jeudi 28 janvier 2010

Séminaire École Normale Supérieure Paris: « La résilience »

PLAN

□ Introduction

- « Résilience » (Archeomedes)
- « Systèmes de villes » (3 approches)

□ Quelles échelles pour analyser la résilience?

- Les systèmes de ville, des objets spatio-temporels
- Type de perturbations, durée et niveau d'observation

□ Résilience des villes: des questions de contexte

- Le temps long des cycles d'innovation
- La contraction espace-temps et le court-circuitage des étapes

□ Résilience des systèmes de ville : deux approches possibles ?

- Modélisation multi-agents
- Analyse des réseaux d'échanges (notamment transport)

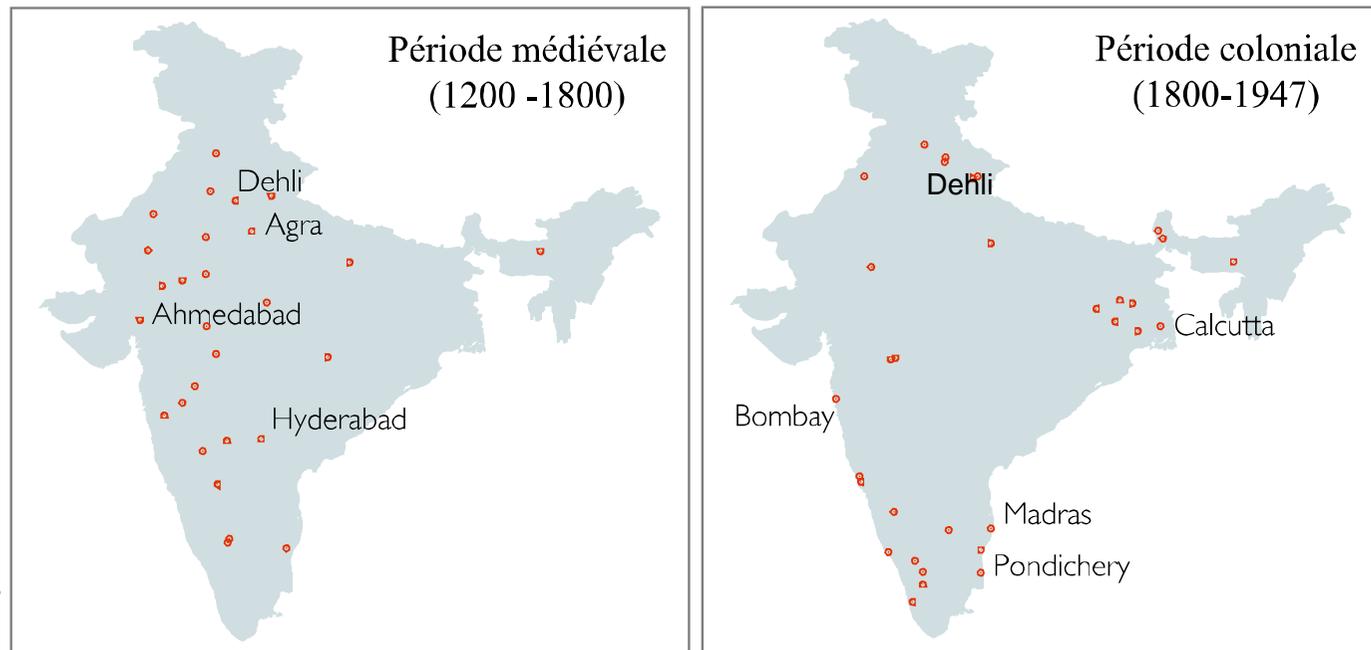
□ Introduction

- « Résilience » (Archeomedes)
 - Capacité d'un système à **absorber ou à s'adapter à une perturbation sans modification sensible de sa structure** (maintien de la structure d'un système dans le temps long, idée de continuité même s'il y a transformation). Pourrait être synonyme de **durabilité**.
 - La résilience implique une faculté d'adaptation à des **changements externes**, à des **innovations** (techniques, culturelles).

□ Introduction

- « Résilience » (Archeomedes)
 - Question : Où passe la frontière entre résilience et **bifurcation** (changement de la structure qualitative d'un système?)

Réorganisation du système des villes indiennes après la colonisation



Bretagnolle,
Pumain, Vacchiani-
Marcuzzo 2007

S. Oliveau ©UMR Géographie-cités - 2005

Source : R. Ramachandran, 1989

▣ Principales villes indiennes pendant la période médiévale et pendant la période coloniale (carte simplifiée)

□ Introduction

- « Résilience » (Archeomedes)
- « Systèmes de villes » (3 approches)
 - 1973, Brian Robson rappelle la formule de Peter Hall (1956): un système de peuplement est un « ensemble d'éléments caractérisés par des *relations* entre ces éléments et entre leurs attributs », mais il énonce des propriétés supplémentaires conférées par l'inter-dépendance
 - *unité* ou *cohérence* des éléments,
 - *arrangement* des objets : la « différence entre un agrégat et un système tient au fait que dans le premier les parties sont additionnées tandis que dans le deuxième elles sont arrangées ».

□ Introduction

- « Résilience » (Archeomedes)
- « Systèmes de villes » (3 approches)
 - Approche **spatiale** (début dans les années 1840 avec les ingénieurs saint-simoniens, Jean Reynaud, Léon Lalanne, etc.): arrangement géométrique, régularités spatiales
 - Approche **statistique** (début dans les années 1910-1920, Auerbach, Zipf...): structure hiérarchique, avec notamment les régularités des lois rang-taille
 - Approche « **systèmes complexes** » (début dans les années 1980): on met l'accent sur la structure multi-niveau, avec émergence de régularités au niveau macro des systèmes de villes (structure hiérarchique, diversité fonctionnelle, arrangement spatial) alors que le niveau micro, celui des villes, est caractérisé par des fluctuations « aléatoires » (sans ordre apparent)

□ Introduction

- « Résilience » (Archeomedes)
- « Systèmes de villes » (3 approches)
 - Approche spatiale
 - Approche statistique
 - Approche « systèmes complexes »
 - Gibrat (1931): Les causes de fluctuation [du nombre d'habitants dans les villes] sont nombreuses, l'effet de chaque cause de fluctuation est petit vis à vis de l'effet de toutes, c'est à dire du nombre d'habitants.

□ Introduction

□ Quelles échelles pour analyser la résilience?

- Les systèmes de ville, des objets spatio-temporels
 - Réseaux de transport et changement de dimension des systèmes de villes
 - Agrandissement progressif des limites des territoires que les réseaux font fonctionner (William Garrison 1990: « scale-up in the network structure »)
 - Effet particulier des routiers puis ferroviaires des 18^{ème}-19^{ème} siècle (émergence de systèmes nationaux), mais aussi maritimes (première mondialisation) et aériens (deuxième mondialisation)

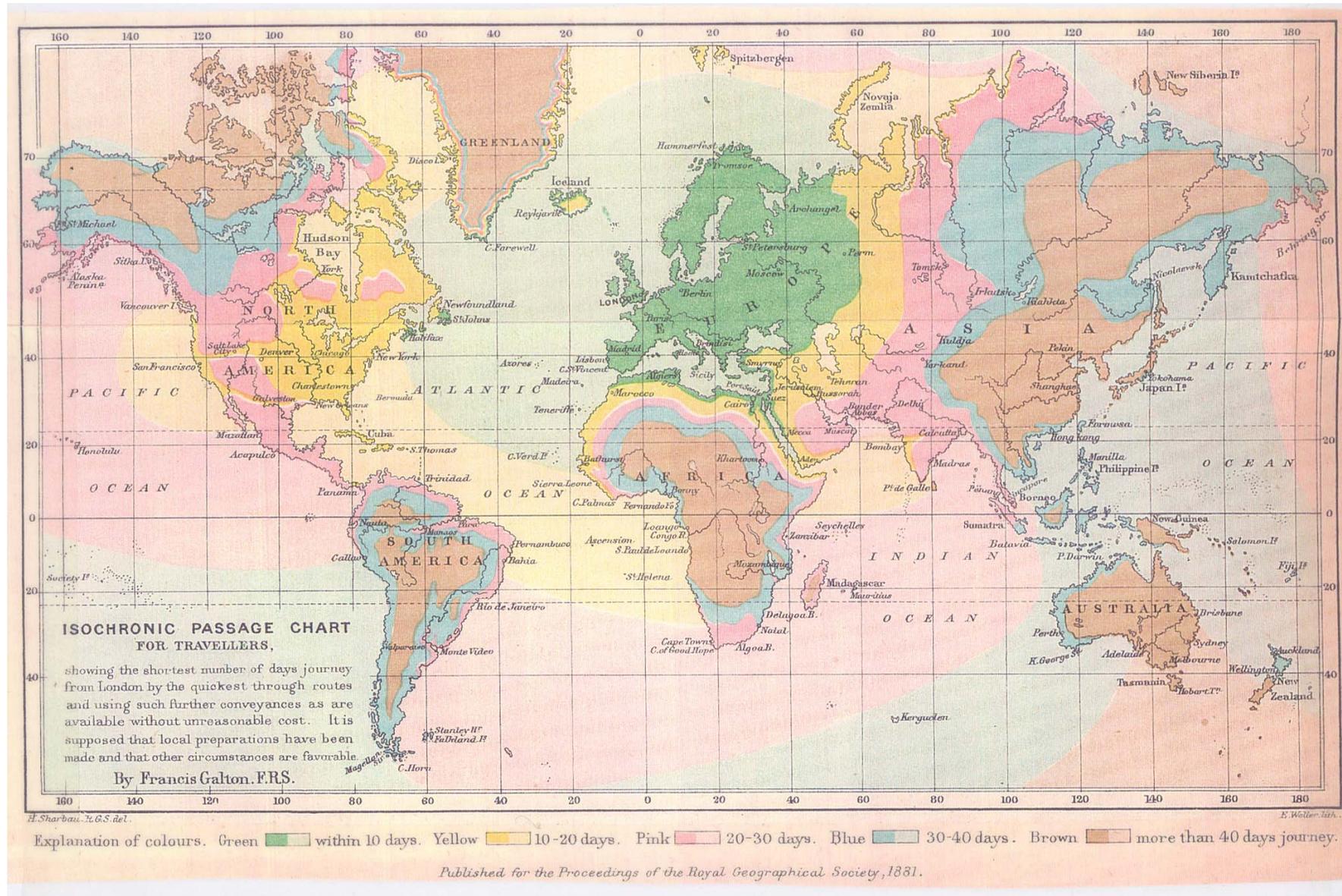
**Courbes en
isochrones des
villes localisées
à moins d'une
journée de Paris,
par les routes de
poste puis par le
chemin de fer**



Bretagnolle, Pumain, Vacchiani-Marcuzzo 2009

A. Bretagnolle, Séminaire "Résilience", Ecole Normale Supérieure 28 janvier 2010

Extrait de la carte en isochrone au départ de Londres de Francis Galton (1881)



L'anamorphose du monde selon Peter Dicken (Harvey 1989, p. 241)

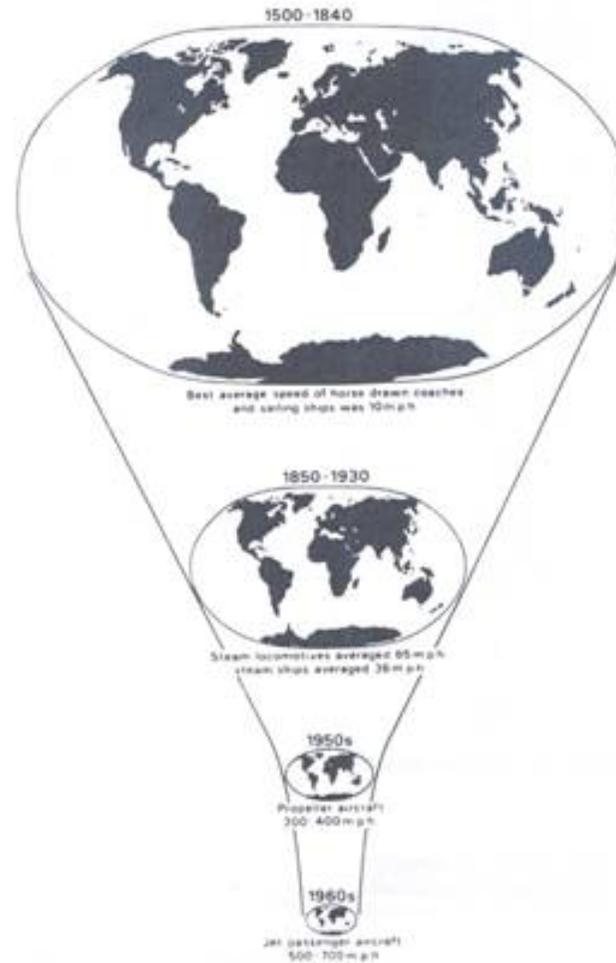
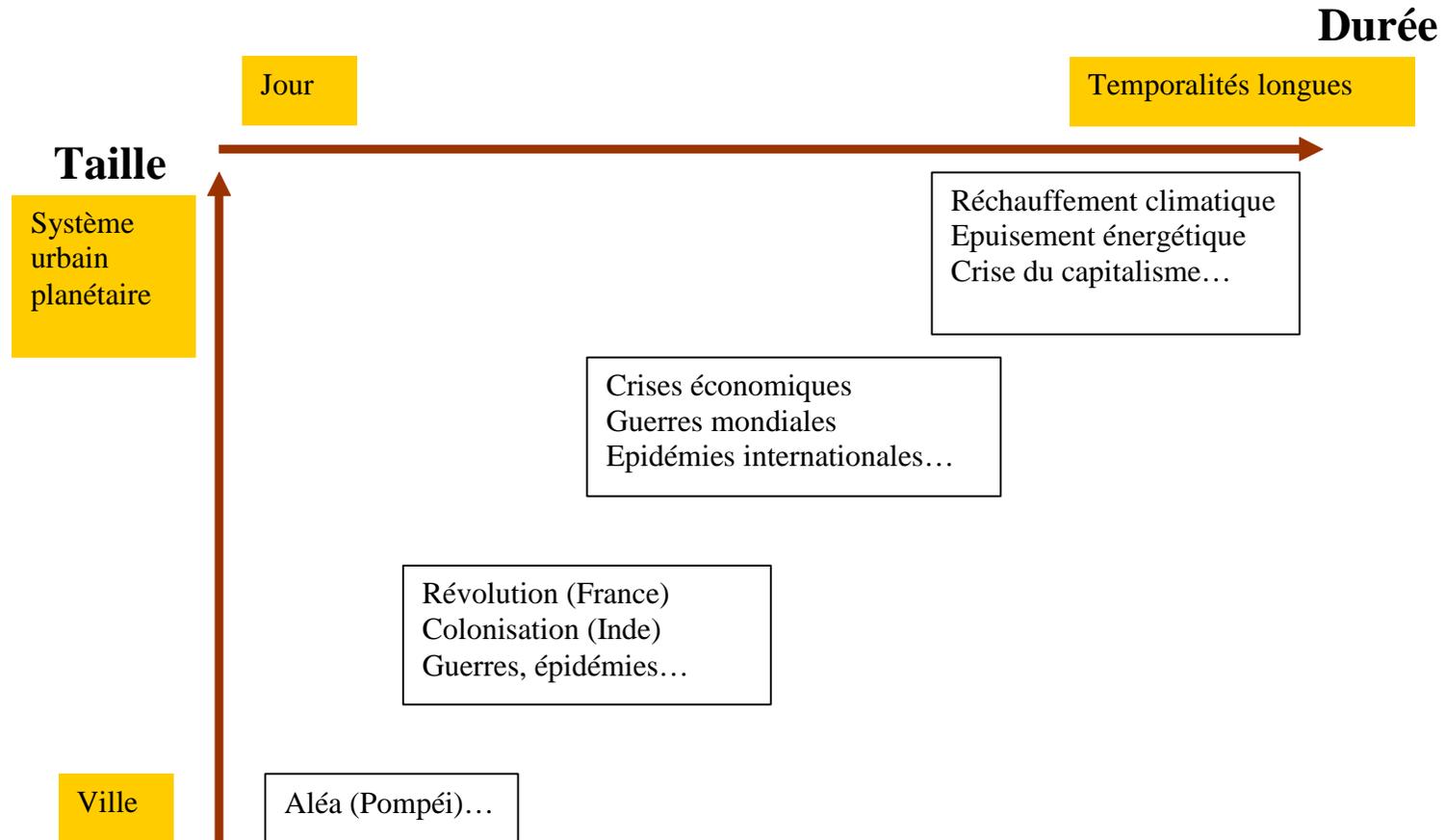


Plate 3.1 The shrinking map of the world through innovations in transport which 'annihilate space through time'.

□ Quelles échelles d'observation pour la résilience?

- Les systèmes de ville, des objets spatio-temporels
- Type de perturbations, durée et niveau d'observation
 - Un essai de typologie (cf schéma)
 - L'idée que « les temps courts correspondent à des phénomènes de dimensions réduites » est « vérifiée dans une certaine mesure seulement » (François Durand-Dastès, 2005).

Types de perturbations, durées et niveaux d'observations (essai de typologie)



Sur le système urbain planétaire et les perturbations dans l'environnement, Extrait du projet ANR TransMonDyn (Lena Sanders, Denise Pumain 2010) :

Les systèmes de villes semblent avoir développé depuis plusieurs siècles une dynamique autonome, en **repoussant les incertitudes** liées aux contraintes de l'environnement local grâce à la mise en réseau de ressources et de richesses créées dans des lieux parfois très éloignés mais en interaction très forte (...) C'est surtout au niveau mondial qu'ont été bien identifiées les contraintes écologiques majeures, un temps oubliées, qui pèsent sur le devenir des villes, en termes de changement climatique et d'épuisement de certaines ressources non renouvelables, notamment énergétiques.

Sur le système urbain planétaire et la crise du système capitaliste (I. Wallerstein, Le Monde 11 novembre 2008) :

« Nous sommes entrés depuis trente ans dans la phase terminale du système capitaliste. Ce qui différencie fondamentalement cette phase de la succession ininterrompue des cycles conjoncturels antérieurs, c'est que **le capitalisme ne parvient plus à "faire système"**, au sens où l'entend le physicien et chimiste Ilya Prigogine (1917-2003) : quand un système, biologique, chimique ou social, dévie trop et trop souvent de sa situation de stabilité, il ne parvient plus à retrouver l'équilibre, et l'on assiste alors à une bifurcation. (...). Les plus intelligents ont déjà compris qu'il fallait mettre en place quelque chose d'entièrement nouveau. Mais de multiples acteurs agissent déjà, de façon désordonnée et inconsciente, pour faire émerger de nouvelles solutions, **sans que l'on sache encore quel système sortira de ces tâtonnements** ».

□ Introduction

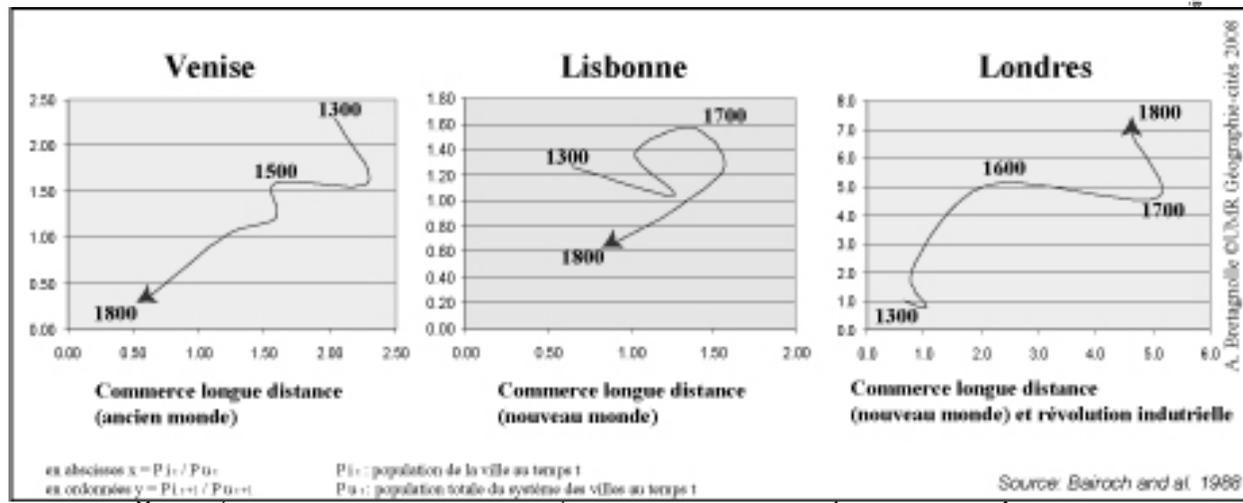
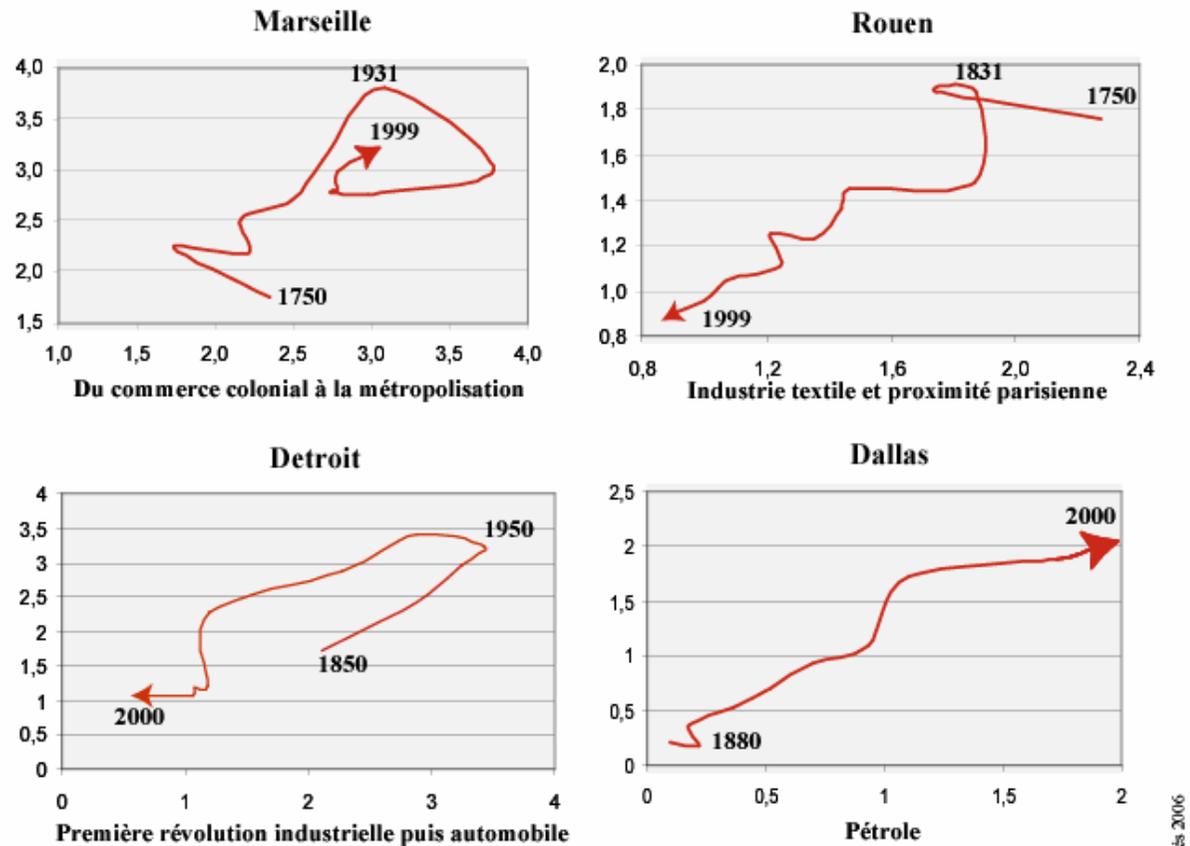
□ Quelles échelles pour analyser la résilience?

□ Résilience des villes: des questions de contexte

- Gibrat 1931: Système en **stabilité dynamique** : régulation par les multiples interactions qui permettent des ajustements progressifs et font qu'il demeure « borné » au cours du temps (pas de villes fantômes, pas de ville qui s'accroîtrait « indéfiniment »)

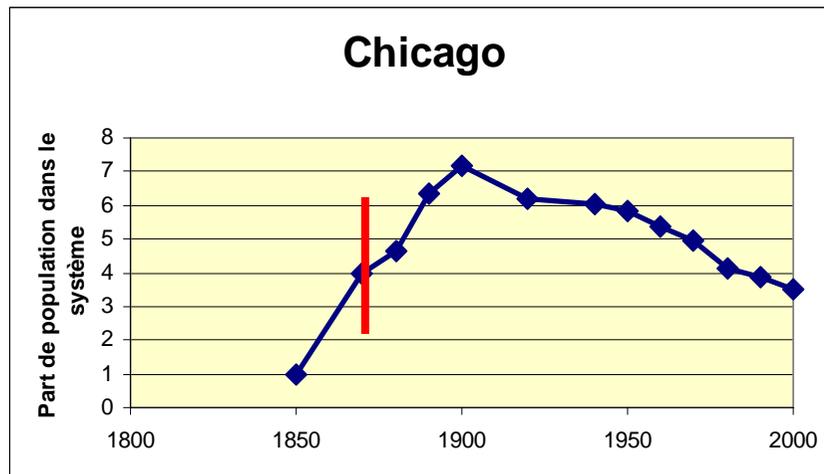
- Introduction
- Quelles échelles pour analyser la résilience?
- Résilience des villes: des questions de contexte
 - Le temps long des cycles d'innovation
 - Révolution commerciale et maritime (12^{ème}-16^{ème} s.)
 - Première révolution industrielle fin 18^{ème}, deb. 19^{ème}
 - Deuxième révolution industrielle (électricité, automobile) fin 19^{ème}
 - NTIC années 60-80
 - Hiérarchisation « par le haut » (diffusion hiérarchique des innovations, Hägerstrand, Pred, Pumain ...), mais certaines grandes villes ne réussissent pas à capter les innovations du moment

Cycles d'innovation et trajectoires de grandes villes (Bretagnolle et al. 2007 et 2010, à paraître)

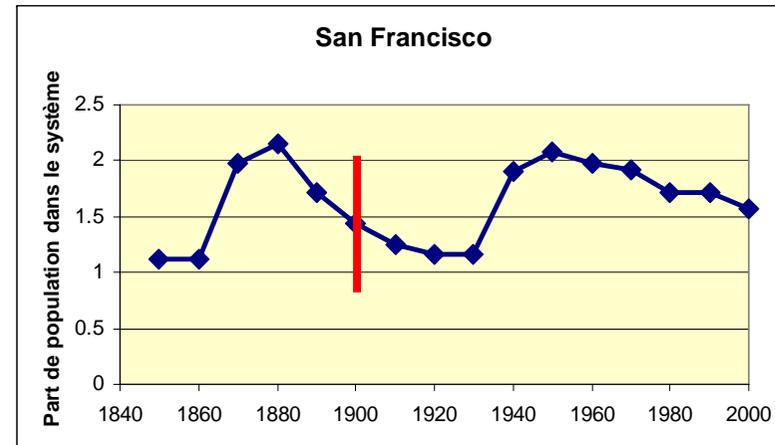


Aux Etats-Unis ? (attention, le poids relatif dépend aussi de la taille du système, qui n'est pas encore stable début 20^{ème})

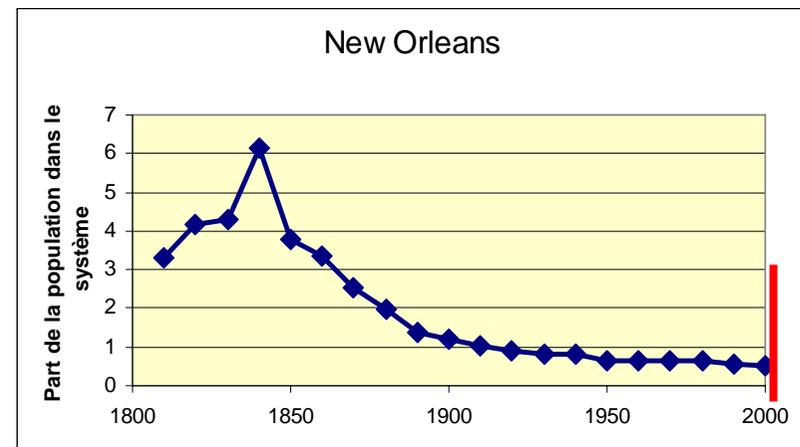
Le grand incendie (1871)



Le tremblement de terre (1906)

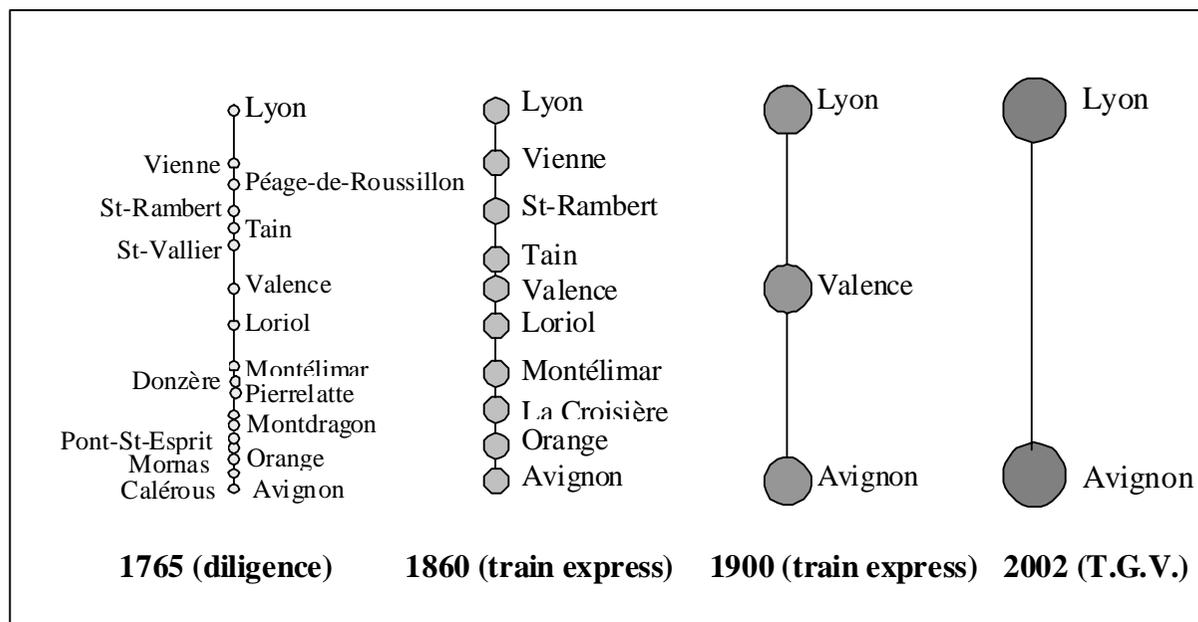


Le cyclone Katrina ?



— Aléa (incendie, tremblement de terre, cyclone)

- Introduction
- Quelles échelles pour analyser la résilience?
- Résilience des villes: des questions de contexte
 - Le temps long des cycles d'innovation
 - La contraction espace-temps et le court-circuitage des petites étapes (sélection des villes et hiérarchisation « par le bas »)



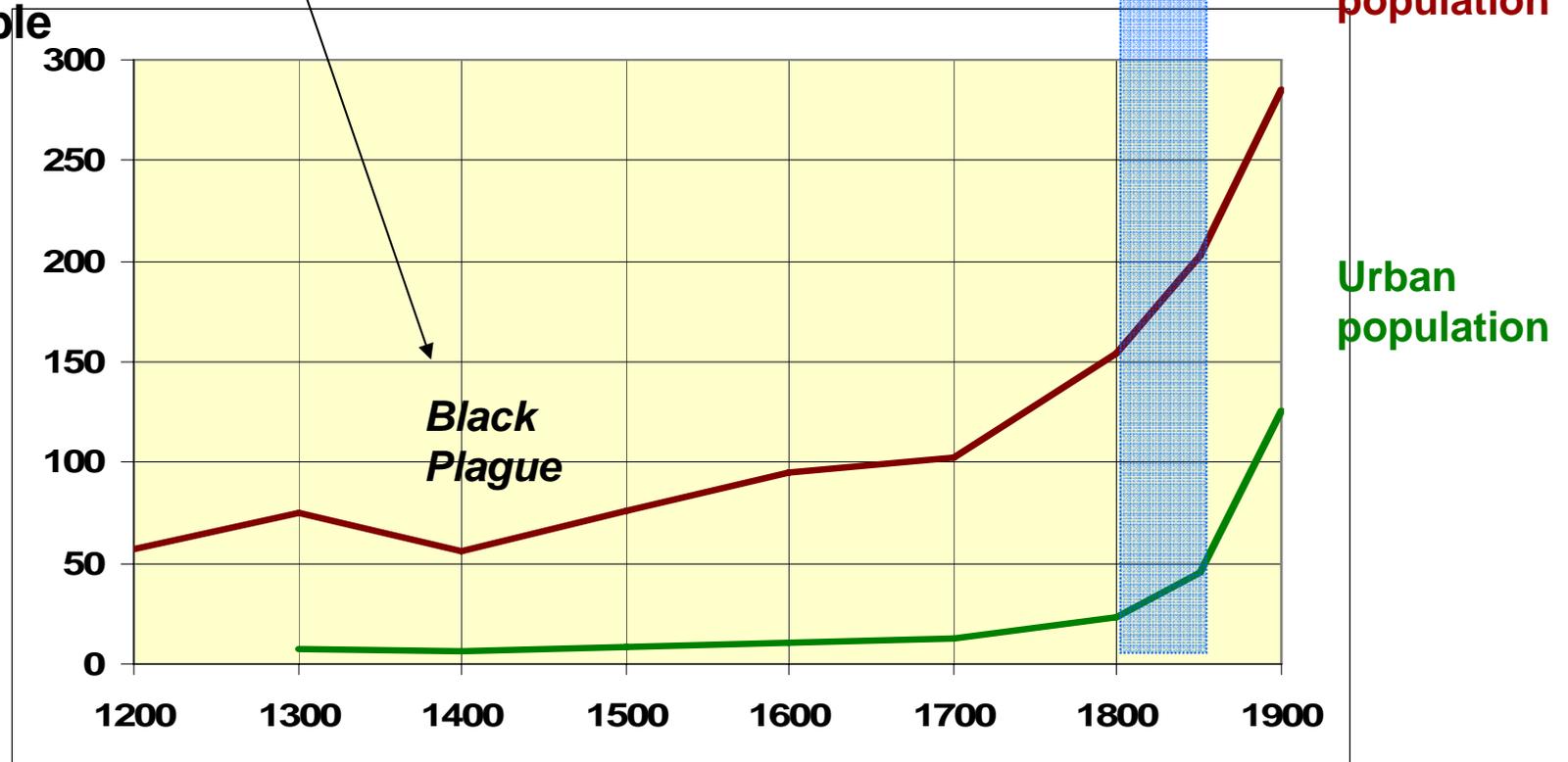
Bretagnolle 2003

- Introduction
- Quelles échelles pour analyser la résilience?
- Résilience des villes: des questions de contexte
- Résilience des systèmes de villes : deux approches possibles ?
 - Modélisation multi-agents (Simpop2, Pumain et al. 2009)
 - Simuler l'évolution du système des villes européennes de 1200 à 2000
 - Deux perturbations majeures : la grande peste de 1348 et la révolution industrielle

Dans certaines villes,
population divisée par
deux (Grande-
Bretagne, Espagne,
Italie, France...)

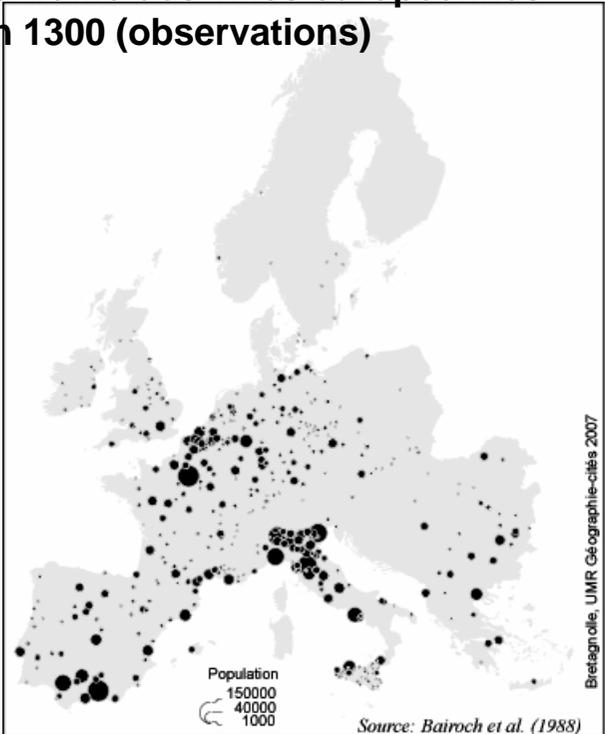
Population urbaine
multipliée par 4

Millions
of people

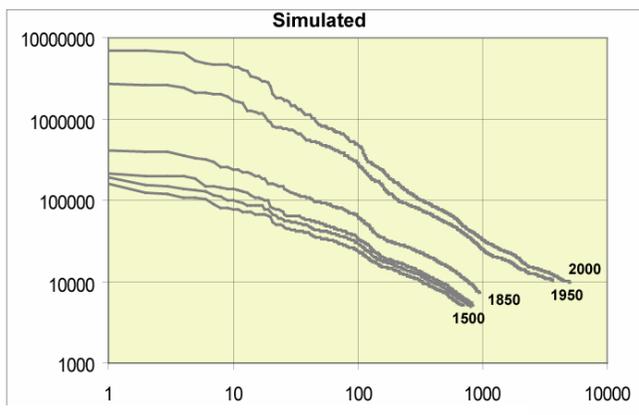
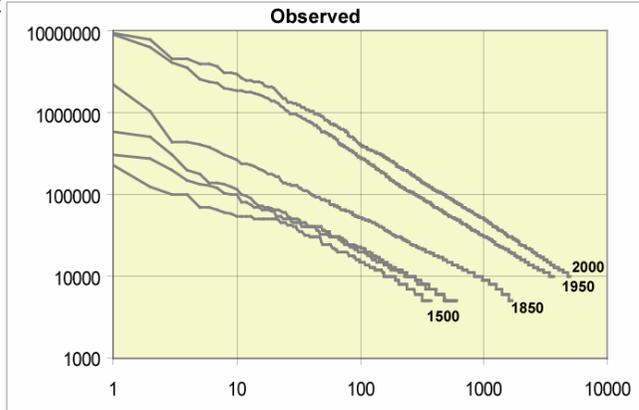
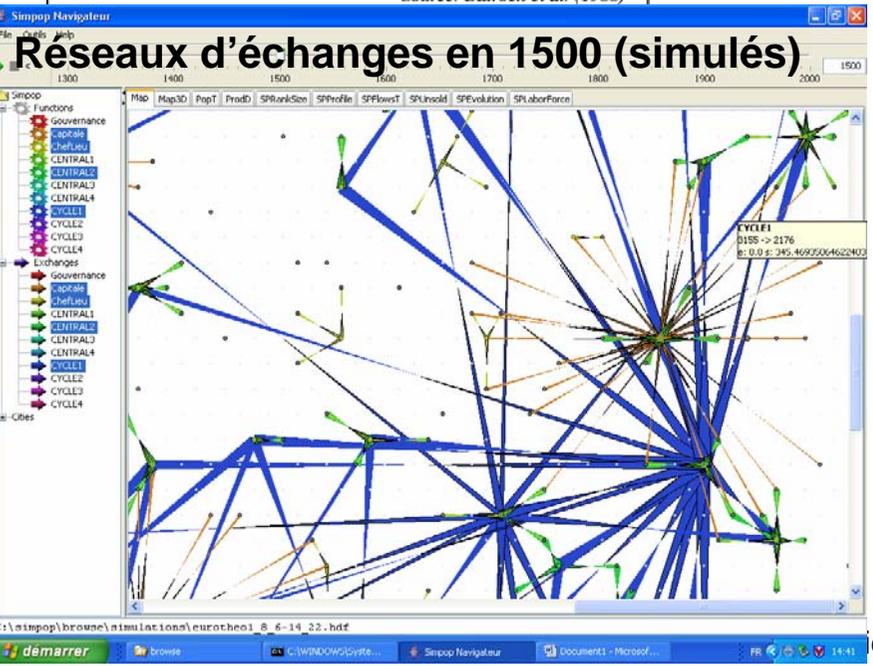
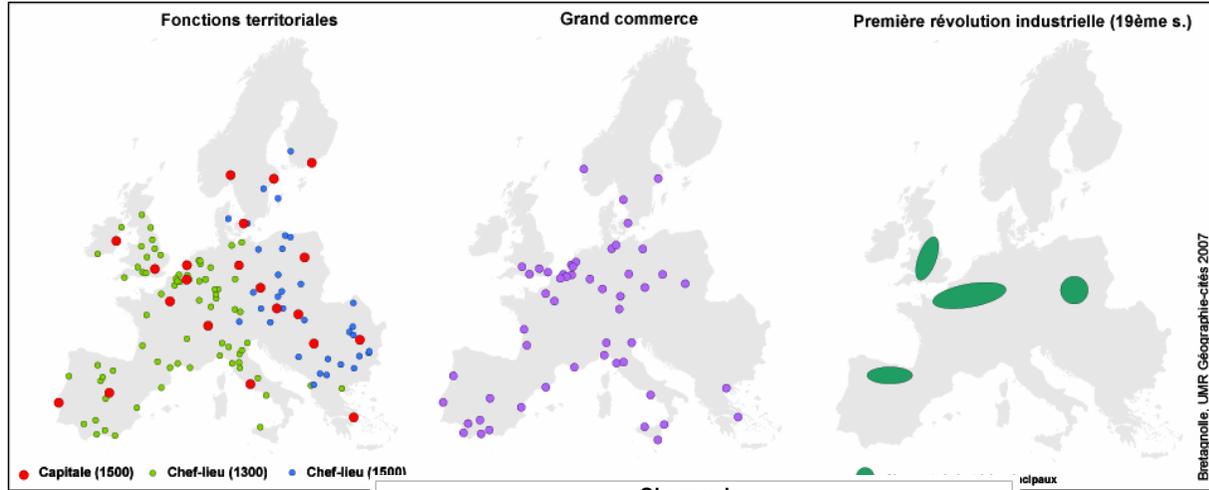


Bretagnolle et al., ISCOM (Venise 2006)

La trame des villes européennes en 1300 (observations)



Fonctions attribuées en situation initiale



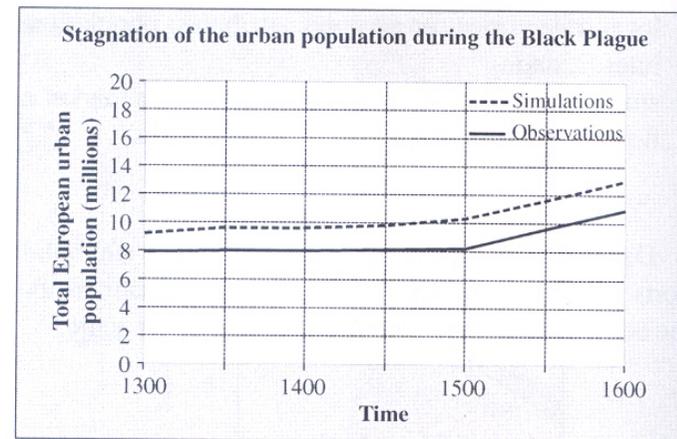
Bretagnolle et al., ISCOM (Venise 2006)

La Grande Peste

Résultats: des modification de paramètres suffisent, pas besoin de changer les règles de fonctionnement.

Fig. 12.9 Simulating system resilience after external choc

Source: Pumain et al. *Complexity perspectives in innovation and social change*, Springer 2009



La Révolution Industrielle

Résultats: des modification de paramètres suffisent, pas besoin de changer les règles de fonctionnement.

Pre-industrial stage (1300-1800)

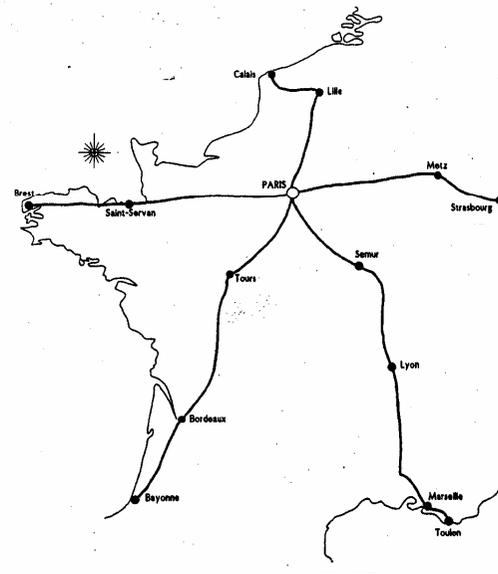
| Parameter | Attraction level (ex. central2) | Market return | Share of exogenous growth |
|----------------|------------------------------------|---------------|------------------------------|
| Typical values | 0.5 to 0.8 | 0.5 to 1 | 1/3 |

Industrial and post-industrial stage (1800-2000)

| Parameter | Attraction level (ex. central2) | Market return | Share of exogenous growth |
|----------------|------------------------------------|---------------|------------------------------|
| Typical values | 0.8 to 3 | 1 to 7 | 1/3 |

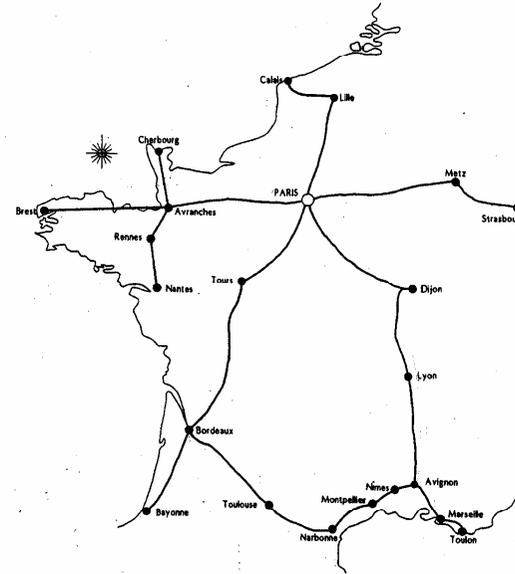
Bretagnolle et al., ISCOM (Venise 2006)

- Introduction
- « Quelles échelles pour analyser la résilience? »
- Résilience des villes: des questions de contexte
- Résilience des systèmes de ville : deux approches possibles ?
 - Modélisation multi-agents
 - Analyse des réseaux d'échanges (notamment transport)
 - Question: la résilience ne repose t-elle pas principalement sur les liens (et non sur les nœuds)?
 - Liens: réseaux d'acteurs, réseaux de transport...
 - Force d'un réseau de transport (résistance à une attaque): la propriété de **connectivité** (existence de circuits multiples pour joindre deux points, cf Internet : « Arpanet » en 1969, recherche militaire, contexte de guerre froide)
 - J. M. Offner (1997) et le réseau des frères Chape (télégraphe optique, années 1830). Cite le Mémoire d'Abraham Chape, dans lequel il est précisé qu'il sera « désormais possible d'acheminer les dépêches par deux voies différentes » (cf cartes).



Le réseau Chappe en 1823

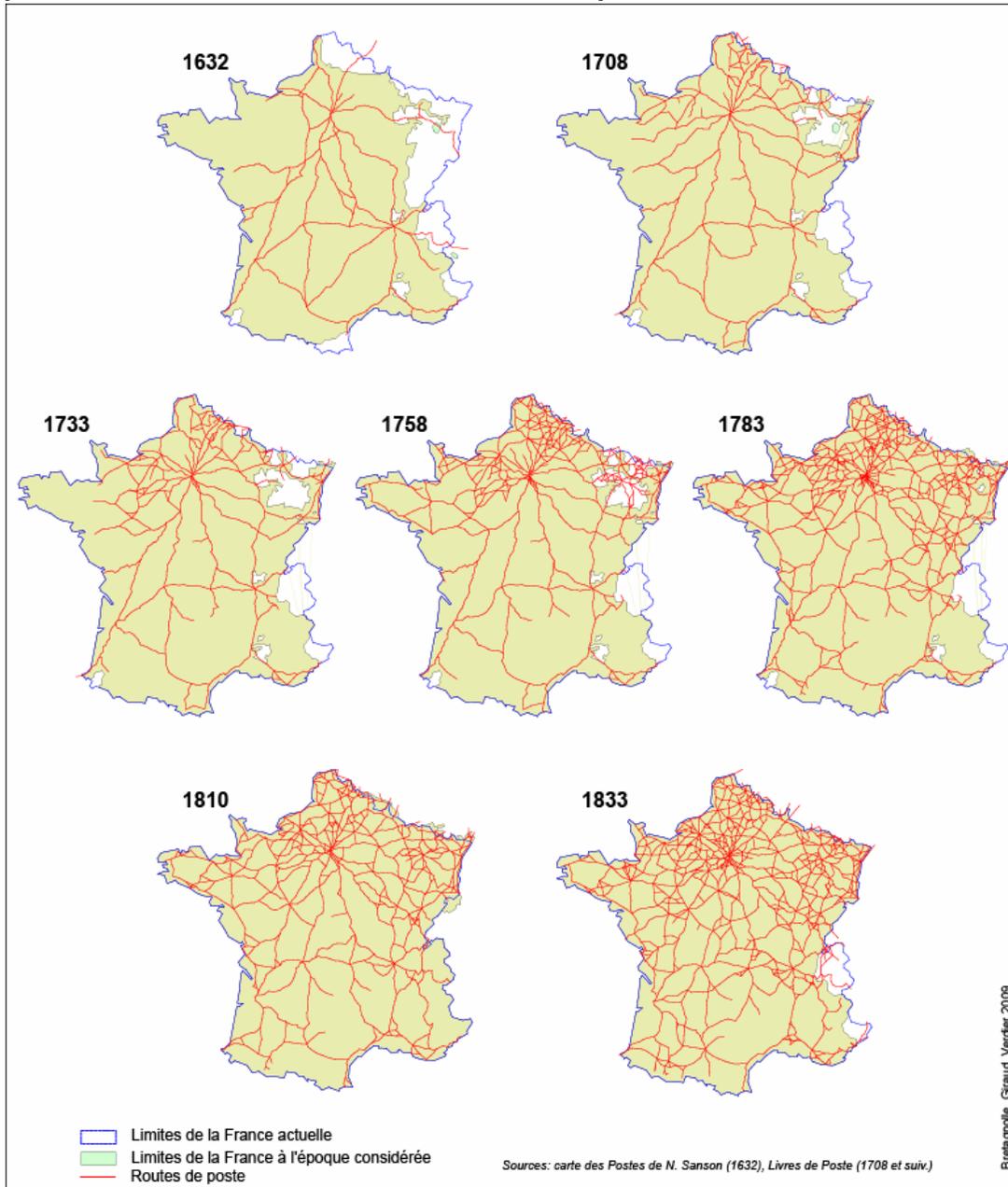
Le réseau Chappe fin 1835



Source: Offner 1997

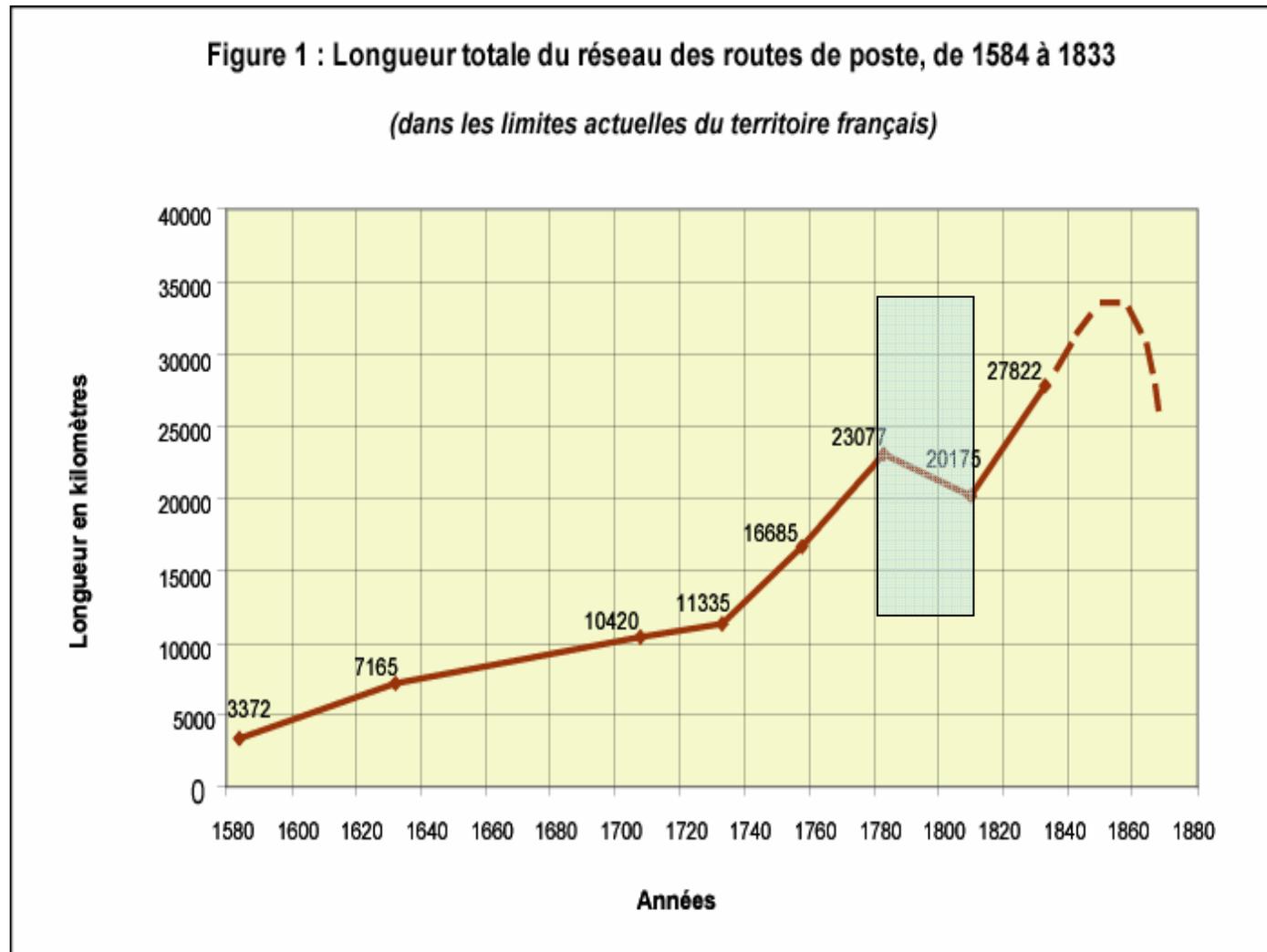
La Télégraphie Chappe
 FNARH (Fédération Nationale des Associations de personnel des
 Postes et Télécommunications pour la Recherche Historique)
 Editions de l'Est, 1993

Le développement du réseau des routes postales, du 17^{ème} au 19^{ème} siècle



Bretagnolle,
Giraud,
Verdier, à
paraître 2010

Une perturbation à l'échelon du système des villes françaises: la révolution et les guerres napoléoniennes (années 1790-1800)



Bretagnolle,
2005

Résilience du réseau inter-urbain?

Dégraissage des carrefours au nord et maintien de la (faible) connectivité au sud

Figure 7 : Les tronçons postaux abandonnés dans la France du nord entre 1783 et 1810

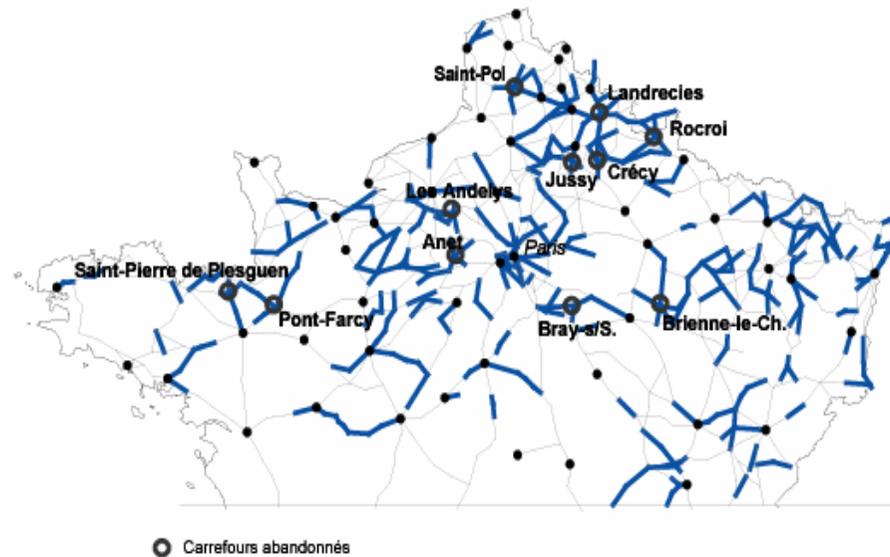
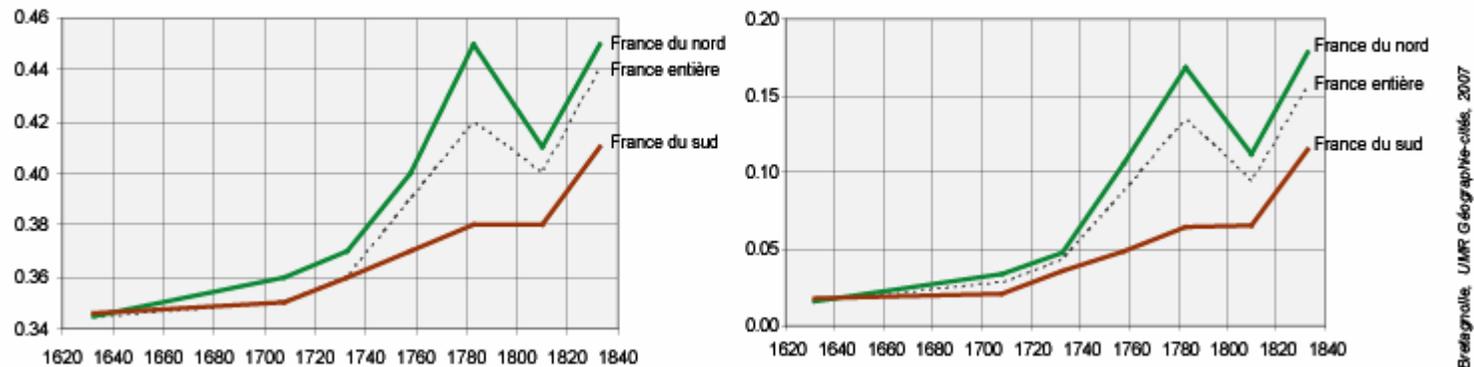


Figure 4 : Indices de connexité γ et de connectivité α , France du Nord et France du Sud (1632 - 1833)



$\gamma = L/(3x(S-2))$, où L désigne le nombre de segments et S le nombre de sommets

$\alpha = (L-N+1)/2N-5$, où L désigne le nombre de segments et S le nombre de sommets

Bretagnolle, 2005

Bretagnolle, UMR Géographie-clés, 2007