Modélisation des dynamiques spatiales et cartographies animée, interactive et dynamiques

Point de vue géographique

Lahouari KADDOURI
UMR 7300 Espace – Université d'Avignon
GDR MoDys

École Thématique Modys : *Modélisation et visualisation des dynamiques spatiales : Raisonner sur le temps long et ses incertitudes*

Fréjus, 10 octobre 2012

Contextualisation

GDR Modys [http://isa.univ-tours.fr/modys/index.php]

Collaboration avec les archéologues (Rodier X., Kaddouri L., 2012 ; Garmy P., Kaddouri L., 2012 ; …)

Participation aux programmes : ANR Archaedyn II, ANR TransMonDyn
http://archaedyn.blogspot.fr/
http://www.transmondyn.parisgeo.cnrs.fr/home

Le Groupe GCart de l'UMR 7300 Espace
http://www.umrespace.org/ActGCart.htm

Plan

1. **Modélisation des processus spatio-temporelles : incertitudes et temps**
   - *Modèle et modélisation*
   - *Incertitudes*
   - *Temps : les dimensions du changement*
   - *Analogie Temps/Espace*
2. **Figurations de processus spatio-temporels**
   - *Sémiologie graphique, sémiologie cartographique*
   - *Dynamiques spatiales en chorèmes « statiques »*

     Dynamiques spatiales en cartes « statiques »
3. **Cartographies actives**
   - *Définitions*
   - *Ce qui change avec les cartes actives*
   - *Exemple de carte animée et interactive*
   - *Sémiologie graphique animée*

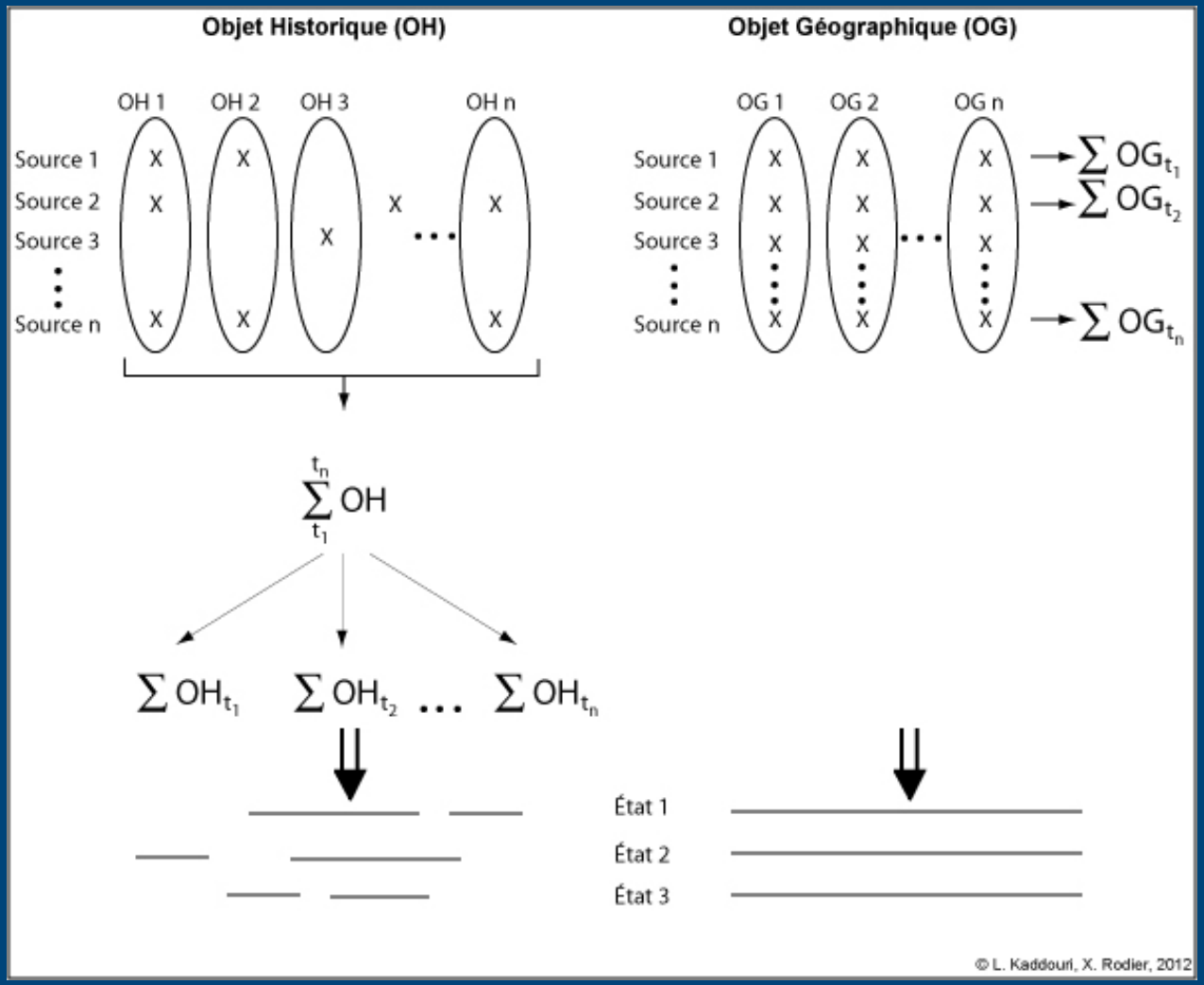
1. Modélisation des processus spatio-temporels

Modèle et modélisation

Abstraction croissante du mode de conception du modèle	***Abstraction croissante de la forme du modèle***			
	Images graphiques	**Modèles physiques concrets**	**Simulation**	**Mathématiques**
Modèles empiriques		**Modèles réduits (maquettes)**	**Modèles de diffusion**	**Régression linéaire**
Systèmes	**Schéma de Système Diagramme sagittal**			**Formalisation mathématique d'un système**
Modèles analogiques		**Modèle simulant la circulation atmosphérique à l'aide de liquides**		**Modèle de gravité**
Modèles théoriques				

1. Modélisation des processus spatio-temporels

Incertitudes



1. Modélisation des processus spatio-temporels

Incertitudes

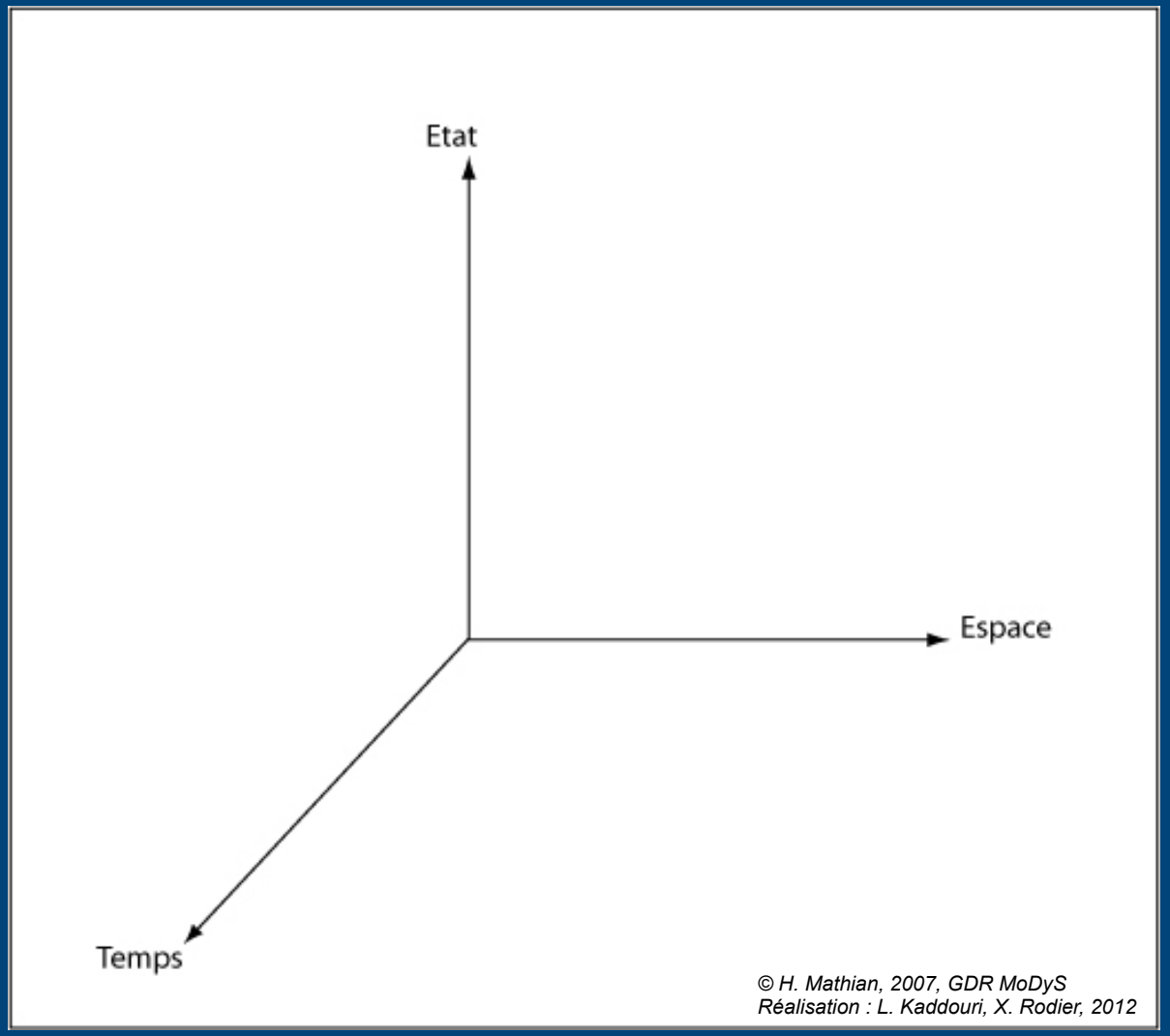
INCERTITUDE	Thématique	Spatiale	Temporelle	Modélisation
Objets Historiques	Interprétation fouille ou mention dans texte Usage ou Fonction	Localisation Morphologie	Chronologie relative Datation	- Incomplétude -Échelles spatiale et temporelle modélisées vs observées -Paramétrage/Calage -Structure du modèle : niveau d'abstraction (forme et conception) -Généralisation du modèle
Objets Géographiques	Caractérisation OG (état, nature, type, ...)	Localisation Position Délimitation Echelle Niveau (résolution, granularité ...)	Données Mesures (pas, échelle...)	

© Kaddouri, Rodier, GDR Modys, Lyon, 2012

1. Modélisation des processus spatio-temporels

Temps : les dimensions du changement

Modélisation des processus spatio-temporels selon les 3 dimensions

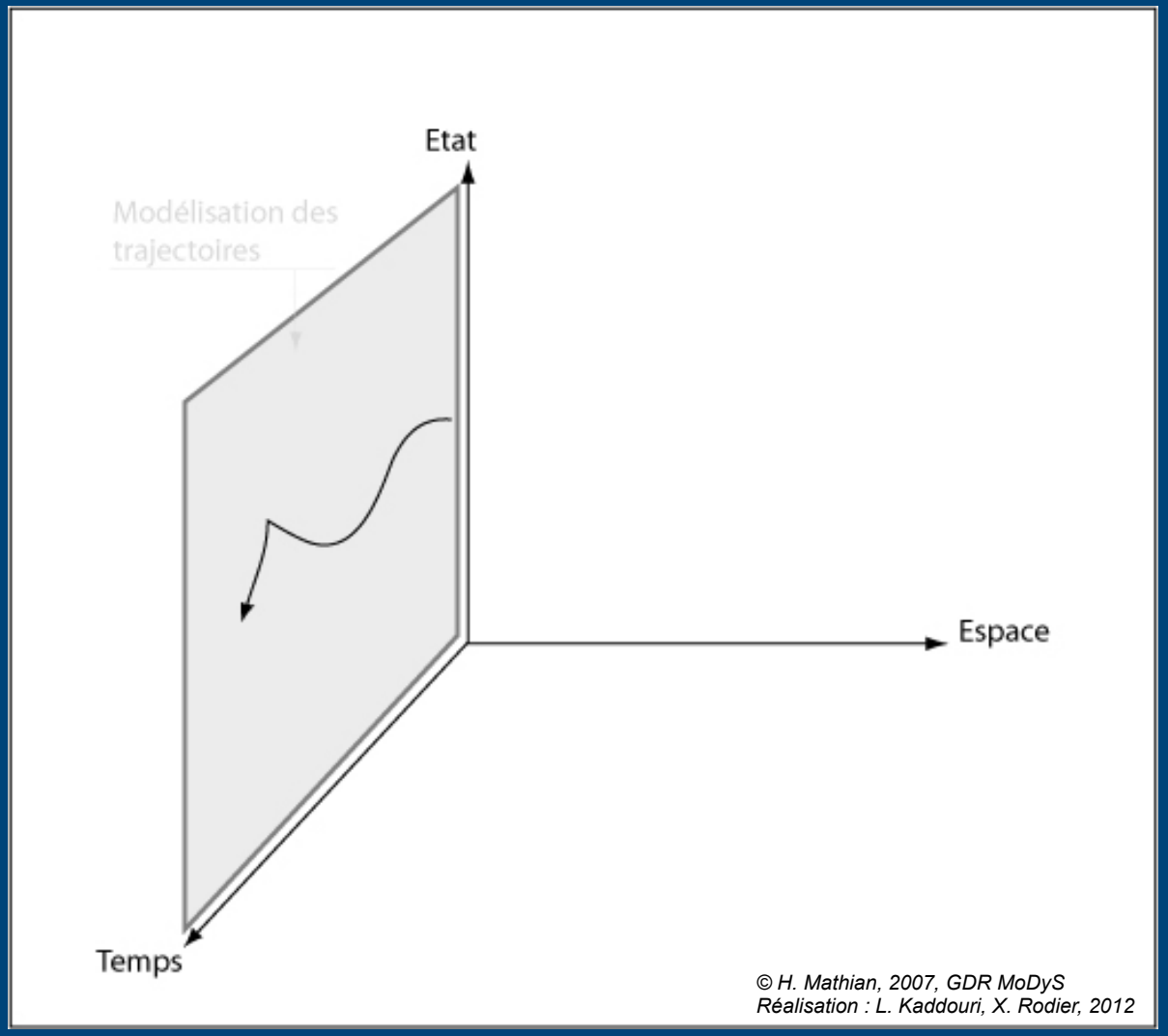


1. Modélisation des processus spatio-temporels

Temps : les dimensions du changement

Modélisation des processus spatio-temporels selon les 3 dimensions

Changement d'état sur de courtes durées



© H. Mathian, 2007, GDR MoDyS
Réalisation : L. Kaddouri, X. Rodier, 2012

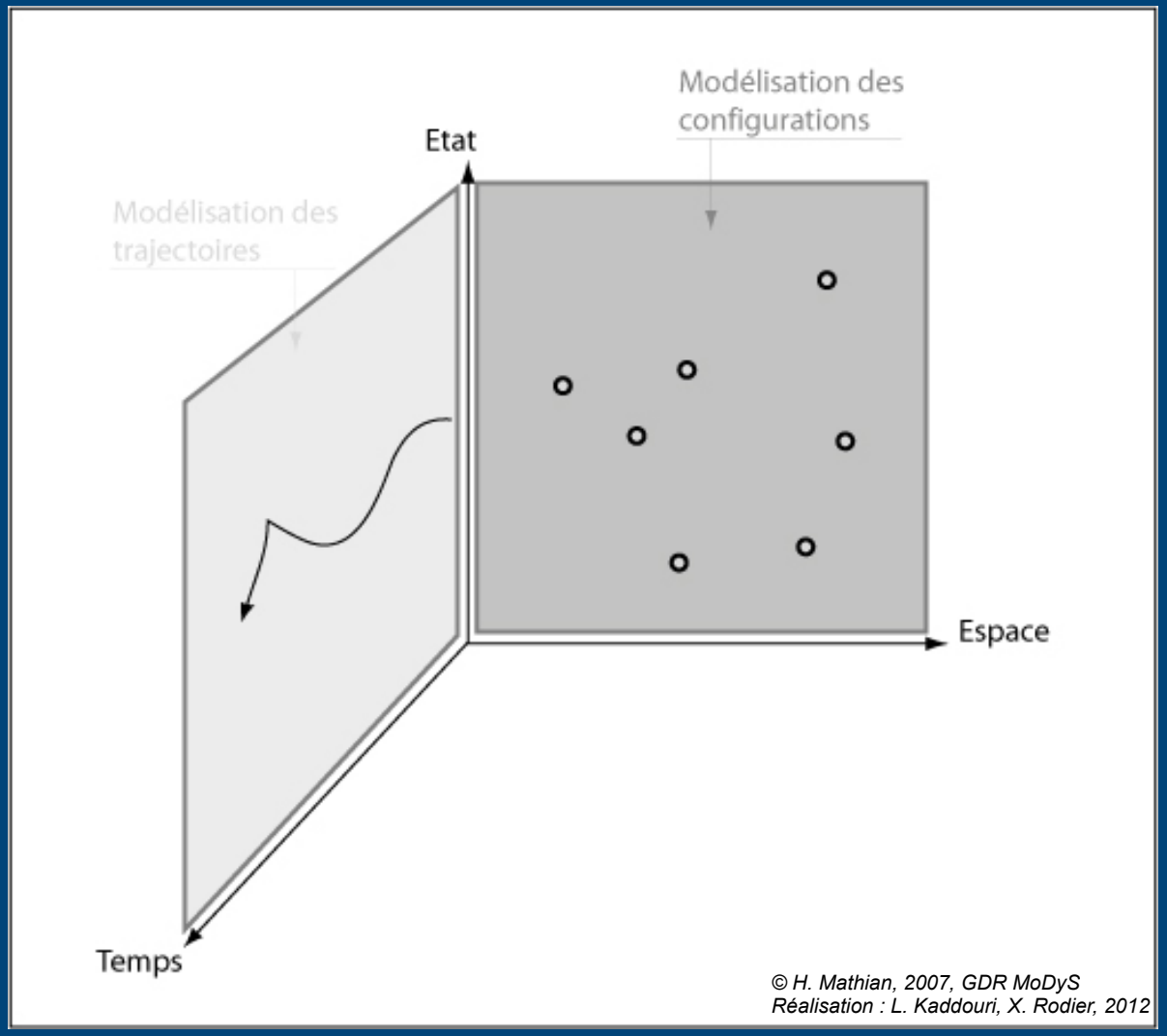
1. Modélisation des processus spatio-temporels

Temps : les dimensions du changement

Modélisation des processus spatio-temporels selon les 3 dimensions

Changement d'état sur de courtes durées

Modélisation des configurations spatiales



© H. Mathian, 2007, GDR MoDyS
Réalisation : L. Kaddouri, X. Rodier, 2012

1. Modélisation des processus spatio-temporels

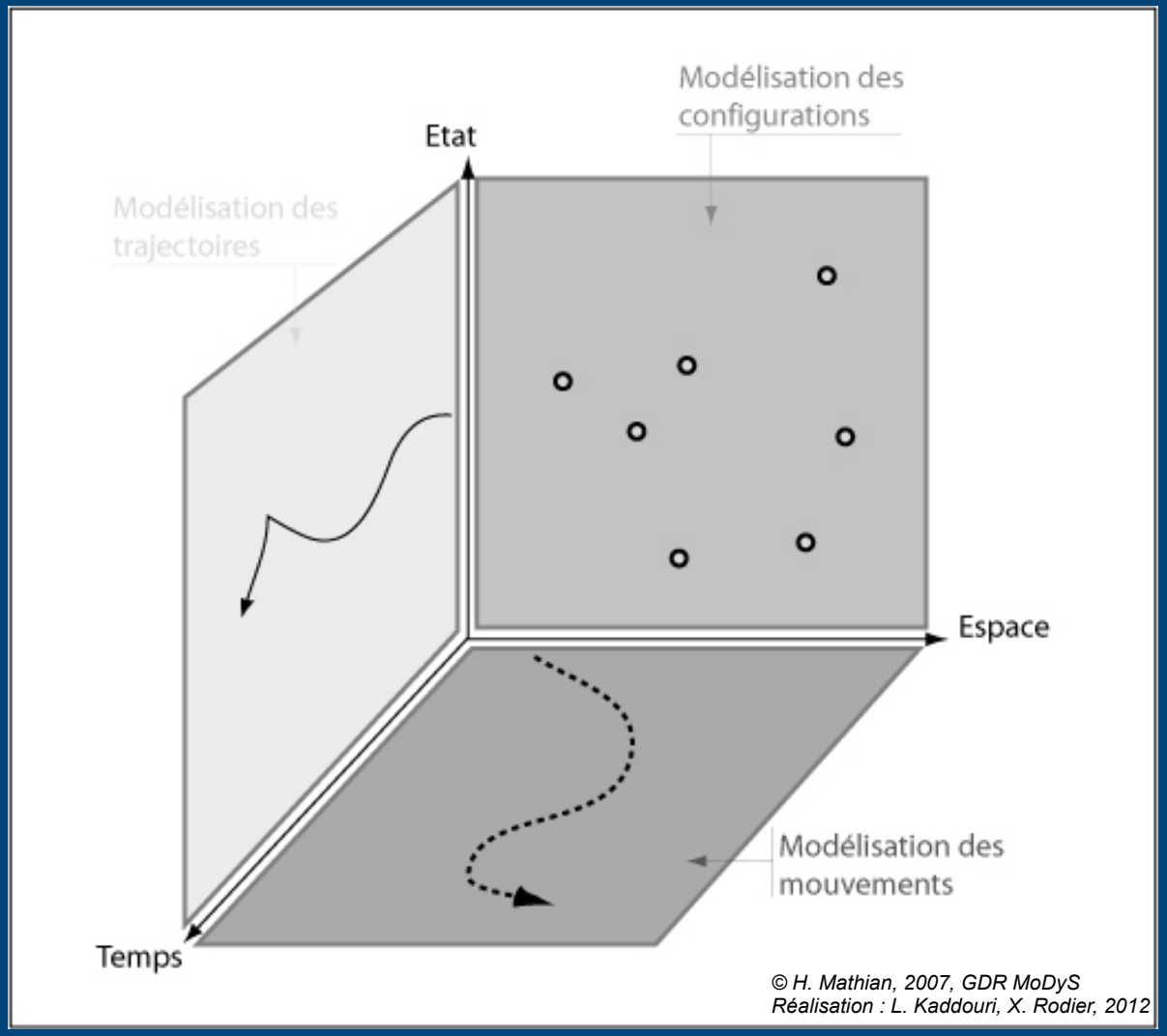
Temps : les dimensions du changement

Modélisation des processus spatio-temporels selon les 3 dimensions

Changement d'état sur de courtes durées

Modélisation des configurations spatiales

Temps support associé au mouvement



© H. Mathian, 2007, GDR MoDyS
Réalisation : L. Kaddouri, X. Rodier, 2012

1. Modélisation des processus spatio-temporels

Temps: les dimensions du changement

Modélisation des processus spatio-temporels selon les 3 dimensions

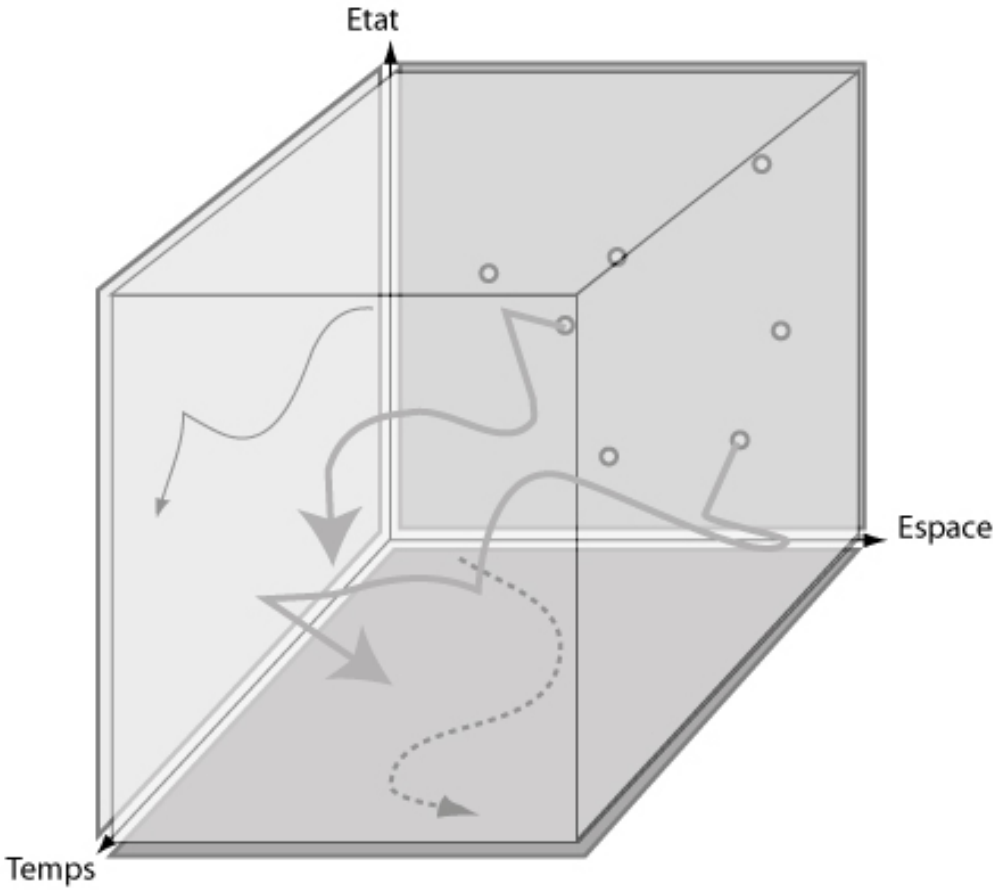
Changement d'état

Modélisation des configurations spatiales

Temps support permet de lire le mouvement

⬇

Le temps élément (explicatif) qui structure l'espace



© H. Mathian, 2007, GDR MoDyS
Réalisation : L. Kaddouri, X. Rodier, 2012

1. Modélisation des processus spatio-temporels

Analogie Temps/Espace

Constat :

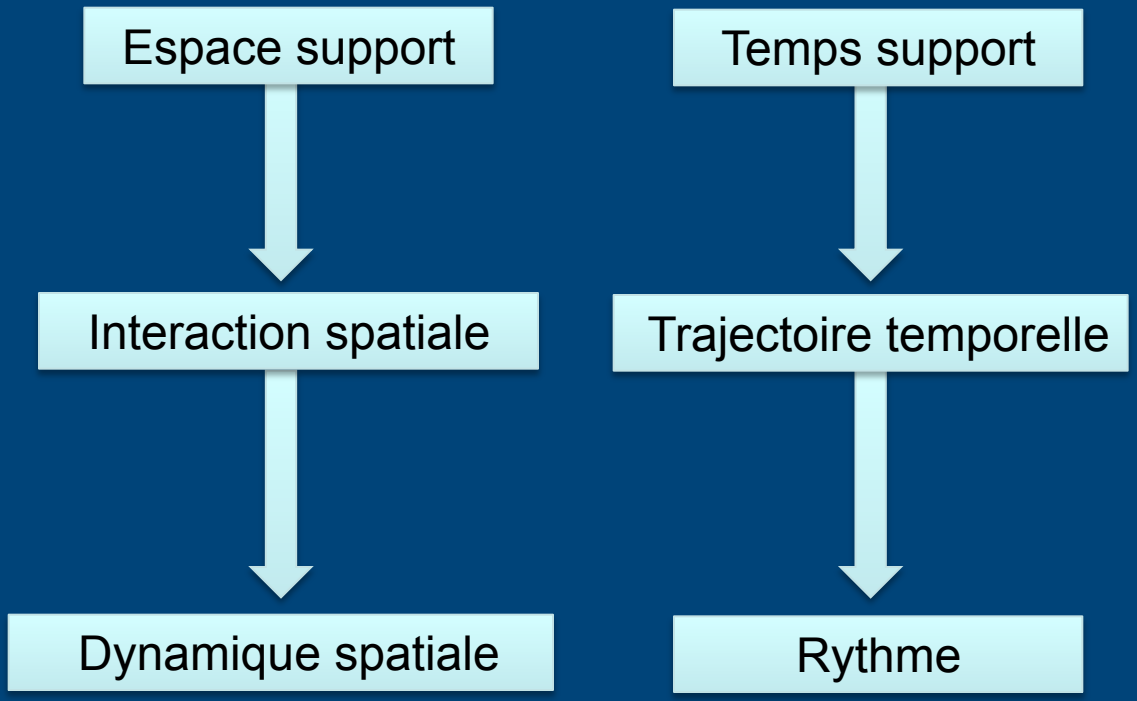
- Subordination du temps à l'espace en sciences géographiques comme en science historiques
- Plus que les Objets Géographiques, les Objets Historiques ont de multiples temporalités
- Peu de formalisation de l'approche temporelle en archéologie au-delà de l'échelle de la fouille (analyse stratigraphique, datation des artefacts)

➪ Entrée par l'espace ou par le temps : observation des processus spatio-temporels et des processus temporo-spatiaux

1. Modélisation des processus spatio-temporels

Analogie Temps/Espace

- Espace/Temps : construits relatif au mouvement et aux durées de vie des objets
- Relativité temporelle = plusieurs temps, plusieurs rythmes, plusieurs temporalités qui obligent l'introduction de différentes « métriques » du temps pour révéler ces pluralités, à la manière de ce qui se fait pour l'espace



(Rodier, Kaddouri, 2012)

1. Modélisation des processus spatio-temporels

Analogie Temps/Espace

Principe : modélisation par analogie (Temps ← Espace) - Structures différentes de l'espace et du temps.

Dynamiques spatiales	
Espace	**Temps**
Espace support	Temps support
Lieu/Localisation	Instant/Datation
Distance	Durée
Position relative	Chronologie relative
Granularité spatiale	Granularité temporelle
Résolution spatiale	Pas de temps
Échelle spatiale	Échelle temporelle
Niveau	Temporalité
Interaction spatiale	Trajectoire temporelle
Généralisation	Analogie
Configuration spatiale	Rythme

(Rodier, Kaddouri, 2012)

2. Figurations de processus spatio-temporels

Modèle : degrés d'abstraction + ou – élevé fonction de la forme et de la conception du modèle

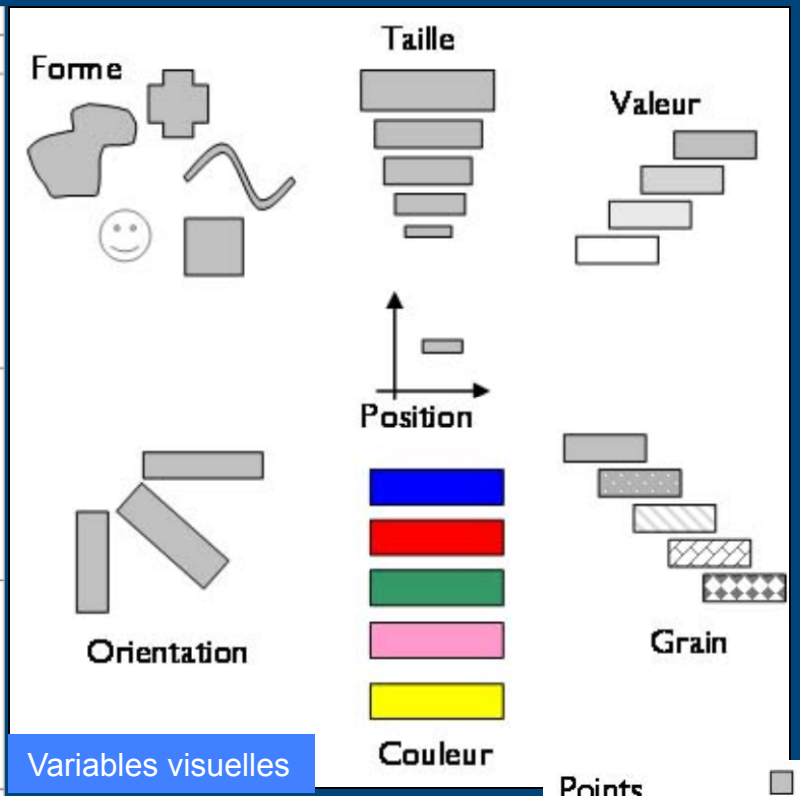
La carte un modèle au degré d'abstraction relative faible

La carte est un modèle (graphique) et respecte des règles de conception

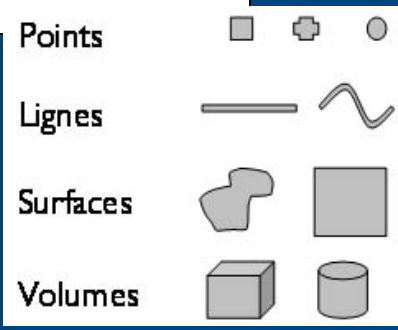
2. Figurations de processus spatio-temporels

Sémiologie graphique, sémiologie cartographique

Type de données	Implantation		
	Ponctuelle	*Linéaire*	*Zonale*
Caractère qualitatif nominal *Objectif :* exprimer une différence ou une ressemblance entre les données	**Forme** Orientation Couleur Grain	**Forme** Couleur	**Couleur** Forme (texture)
Caractère qualitatif ordonné *Objectif :* Exprimer une relation d'ordre entre les données	**Couleur+ valeur** Valeur	**Couleur+valeur** Valeur	**Couleur+valeur valeur** Grain
Caractère quantitatif : échelle d'intervalle *Objectif :* Exprimer une classement entre les données	**Couleur+ valeur** Valeur	**Couleur + valeur (+ taille)**	**Valeur Couleur+valeur** Grain
Caractère quantitatif *Objectif :* Exprimer une relation de porportionnalité entre les données	**Taille**	**Taille**	**Taille** Figurés ponctuels Points comptables Anamorphoses 3D



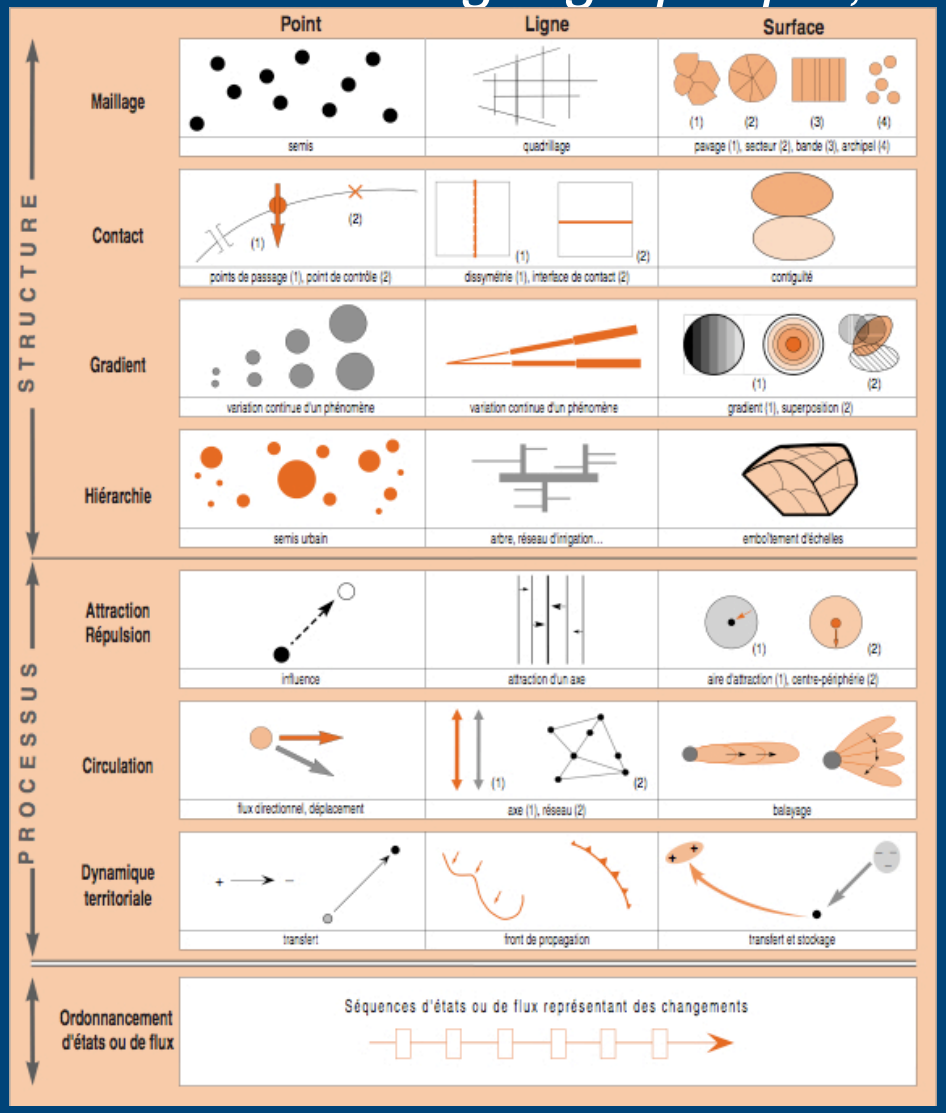
Variables visuelles

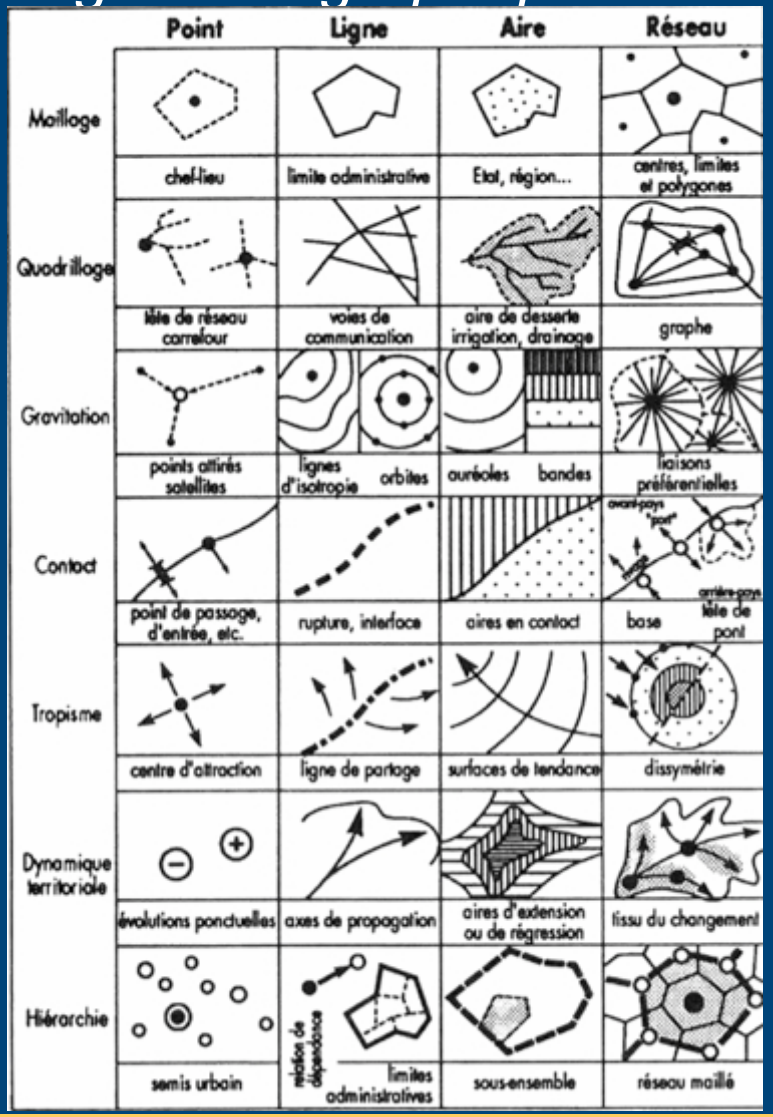


Structures visuelles

2. Figurations de processus spatio-temporels

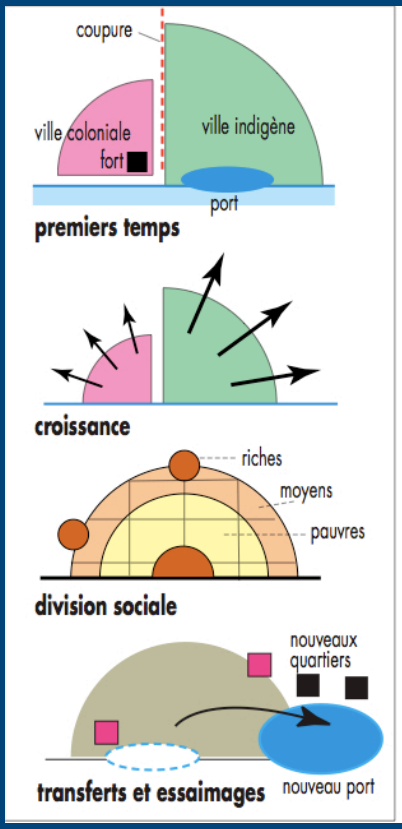
Sémiologie graphique, sémiologie cartographique

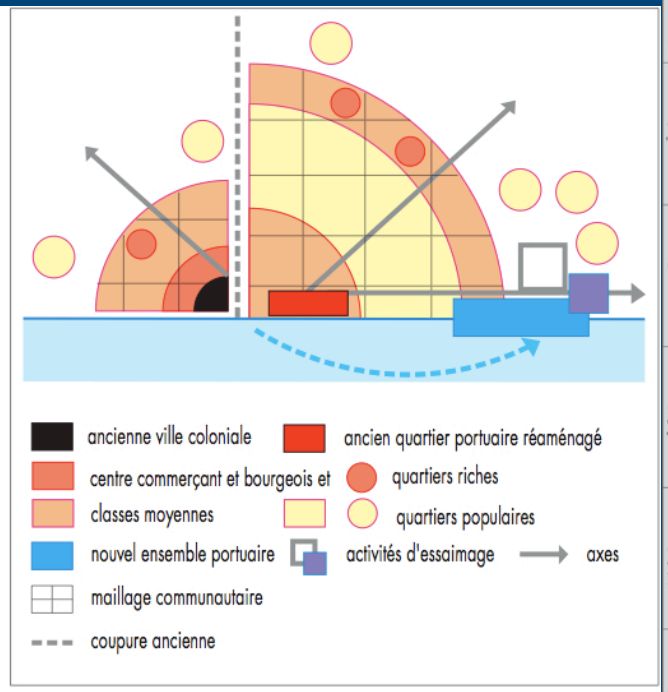




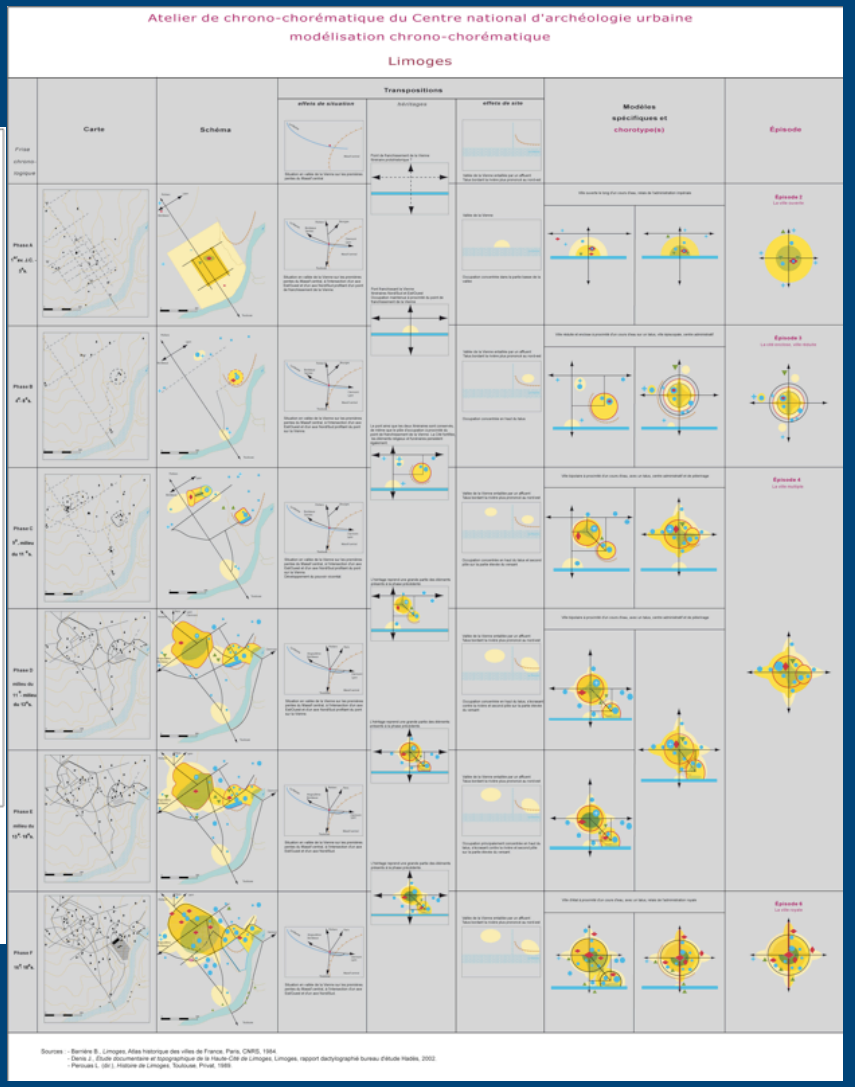
2. Figurations de processus spatio-temporels

Dynamiques spatiales en chorèmes « statiques »



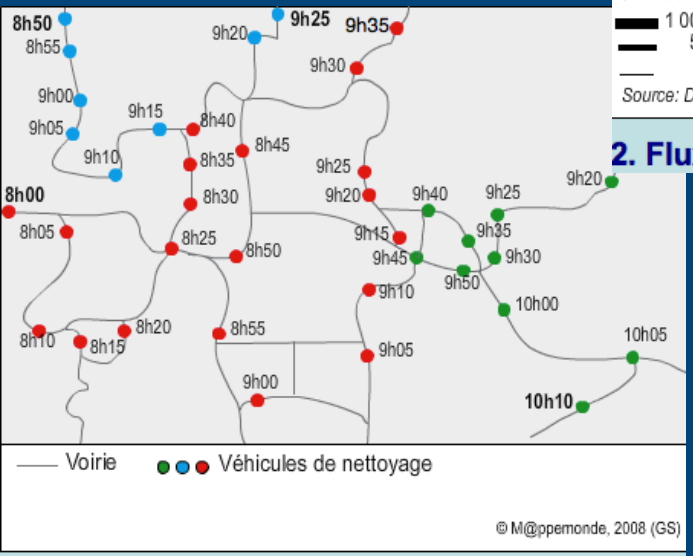


1. Le chorotype de la métropole portuaire d'Asie du Sud

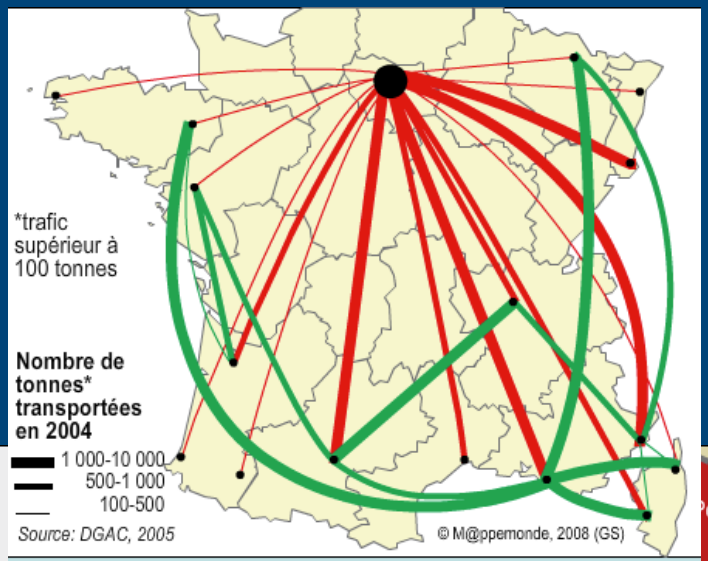


2. Figurations de processus spatio-temporels

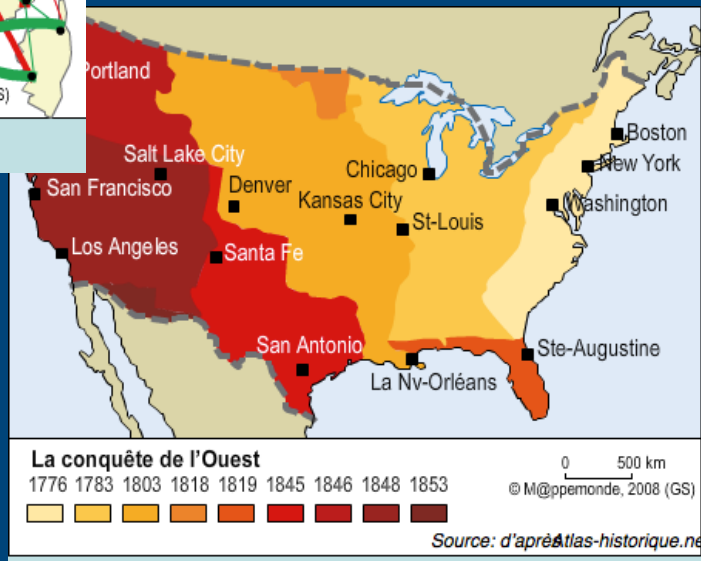
Dynamiques spatiales en cartes « statiques »



1. Déplacements de véhicules de nettoyage

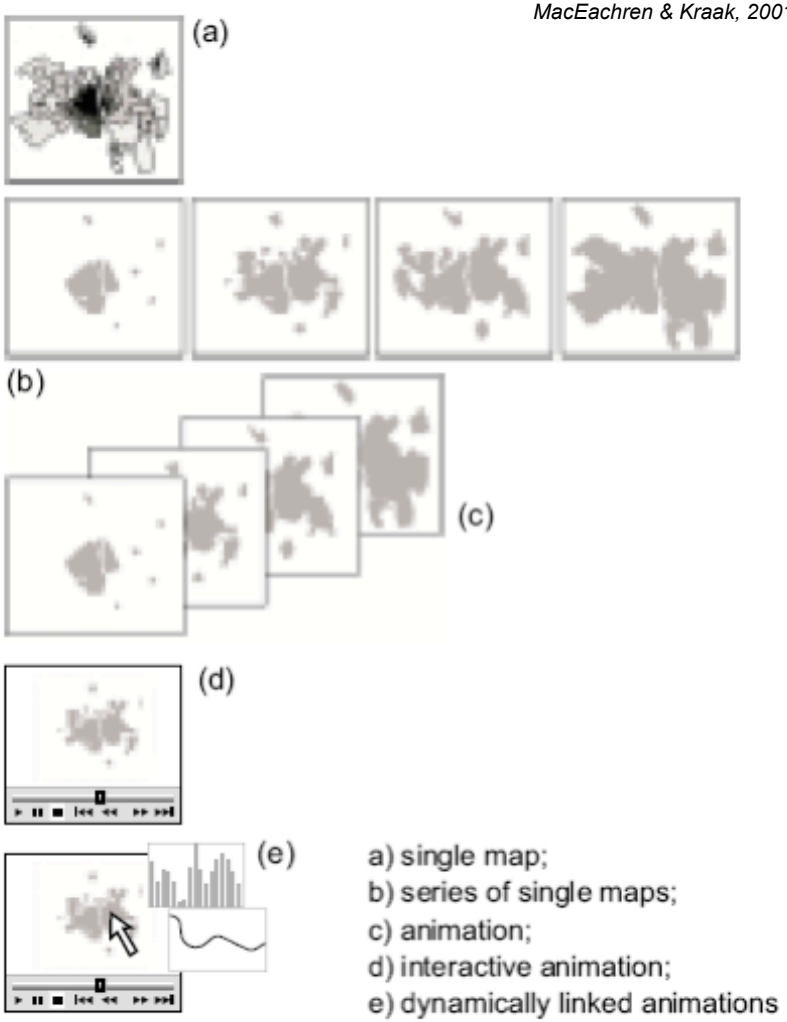


2. Flux aérien



3. La conquête de l'Ouest

3. Cartographies actives
Définitions



Carte animée : superposition de cartes (dessin animé, scénario) – fixée par l'auteur

Carte interactive : permet une intervention de l'utilisateur sur différents éléments lors de l'affichage

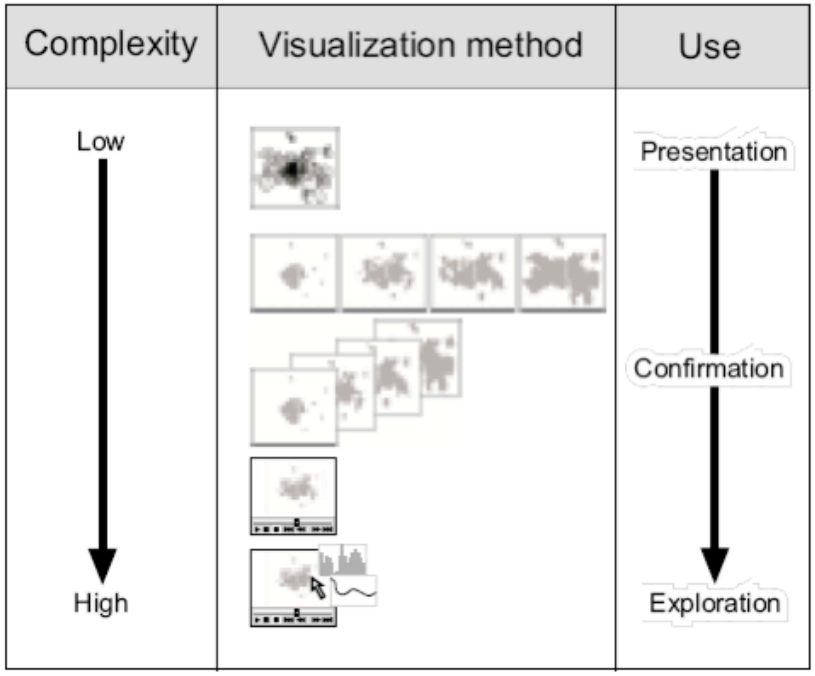
- série de cartes fixée (animée)
- création de cartes en lien avec BD (dynamique)

Carte dynamique : interactive avec interrogation d'une BD pour affichage de cartes non pré-définies à la demande

➔ Cartes actives

3. Cartographies actives
Définitions

Figure 2. Hypothesis illustrated — *MacEachren & Kraak, 2001*



Une complexité croissante de la carte statique à la carte dynamique :

- *conception* (plus de possibilités sur les objets, sur le temps, sur l'espace…)
- *forme* (+ de variables ➔ plus de combinaisons vs processus/dynamiques)
- *dans sa lecture, compréhension* (pour l'utilisateur)

Un changement dans l'utilisation de la carte : de la présentation à l'exploration :

- exploration par traitement statistique faite par l'auteur (statique), permise à l'utilisateur (carte dynamique)

3. Cartographies actives
Ce qui change avec les cartes actives

- une meilleure restitution du mouvement des objets géographiques et plus particulièrement la trajectoire de ces objets ;
- zoomer, se déplacer sur la carte, décomposer l'information, d'animer ;
- Raconter des histoires, mises en places de scénarios ;
- Un nouveau rapport entre auteur/utilisateur :
  - gestion de l'animation et de l'interactivité pour l'auteur ;
  - possibilités plus grandes « d'exploration », plusieurs messages reçus ;
  - formuler leurs propres interrogations sur le territoire avec des accès directs à la base de données mises à jour
  - permettre des requêtes sur les temps (processus, dynamiques…; durées, intervalles …), sur l'espace, sur les objets (vie, généalogie, changement,…)

3. Cartographies actives
Exemple de carte animée et interactive

Carte animée et interactive comme moyen de communiquer un message mais pas que …

L'évolution des densités de population dans l'arc latin depuis 1950

3. Cartographies actives
Sémiologie graphique animée

Variables dynamiques et variables visuelles :

- Statique (forme, taille, valeur, grain, couleur, orientation; saturation de couleurs, aspect de la texture, pattern, finesse des détails, luminance de l'écran, ombre) ;
- Dynamique (vitesse de mouvement, direction de mouvement, fréquence de clignotement, phase de clignotement, disparité binoculaire, son, …)

Inexistence d'une sémiologie graphique animée (type Bertin)

Une multitude de protocole en cartographie animée, interactive et dynamique

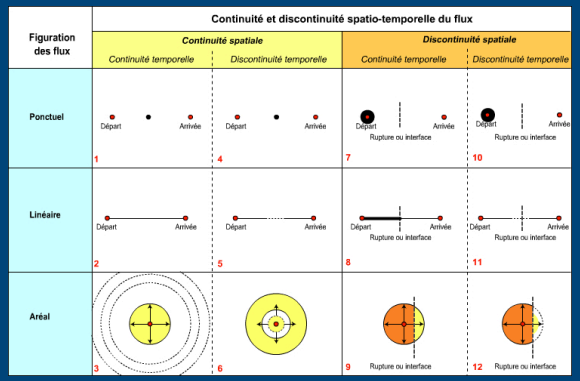
3. Cartographies actives
Sémiologie graphique animée

Exemple d'une réflexion sur une sémiologie graphique animée des flux

- Le flux : un ensemble de points, par une ligne ou par une aire, en mouvement par l'animation de la carte. Comment peut-on alors le représenter ?
- Le flux constitue en soi une variation dans le temps et dans l'espace d'où un raisonnement sur les discontinuités spatiales et temporelles.

Principaux enseignements :

- Le paradoxe de l'image figée pour représenter un mouvement
- le problème du passage d'une barrière
- représentation de la temporalité des phénomènes et de l'échelle temporelle: le rôle de l'horloge
- logiciels inadaptés ou informations inappropriées à la cartographie animée ?
- la fin de la flèche ?

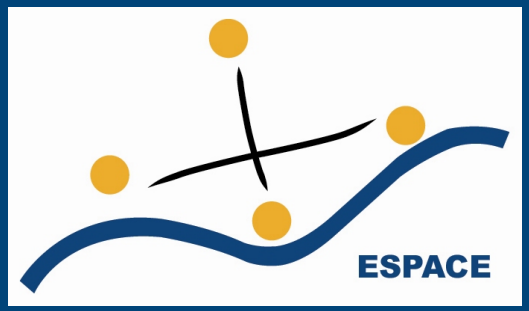


Conclusion

- Une prise en compte du temps « indépendant » de l'espace :
  - dans la modélisation des dynamiques en général (conceptualisation du modèle) [ex. : OH_FET]
  - En cartographie animée en particulier (une forme graphique)
  - ➔ représentation des objets et leur validité dans le temps … pose la question de la granularité du temps, du type de temps (cyclique, linéaire, discret, continu, temps court/temps long …) (Adrienko, 2005)

- Urgence dans la mise en place d'une sémiologie graphique animée ➔ développement de logiciels dédiés à la cartographie animée automatique ➔ dérives

- Construire des informations spatiales et temporelles (conjointes et disjointes) rendant compte de toutes les dimensions (adaptées aux différents temps) permises par les cartes actives



Merci de votre attention

Bibliographie

http://mappemonde.mgm.fr/num33/lieux/lieux12102.html
http://senseable.mit.edu/wikicity/rome/ (Wikicity Rome)
http://fr.slideshare.net/wcie/wurfing-09-map-data-la-nouvelle-vie-des-donnes-1602850
http://fr.slideshare.net/jadlat/reprsenter-visualiser-balade-incomplte-dans-lunivers-des-cartes
ggggggggg