



Géovisualisation

Paule-Annick Davoine

Laboratoire d'Informatique de Grenoble

Equipe STeamer

Paule-Annick.Davoine@imag.fr

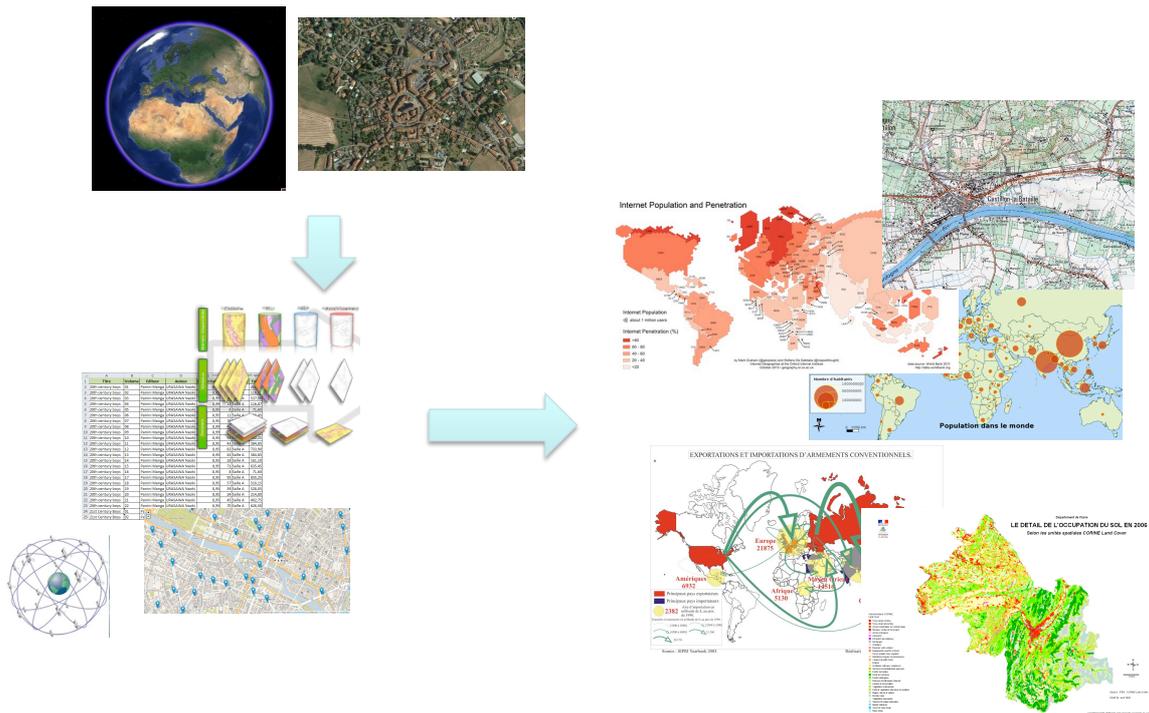


Plan

- De la carte à la géovisualisation
- La géovisualisation
 - Principes et stratégies
- Géovisualisation des dynamiques territoriales
 - La question du temps dans les environnements de géovisualisation
- Conclusion
 - Challenges et problématiques de recherche



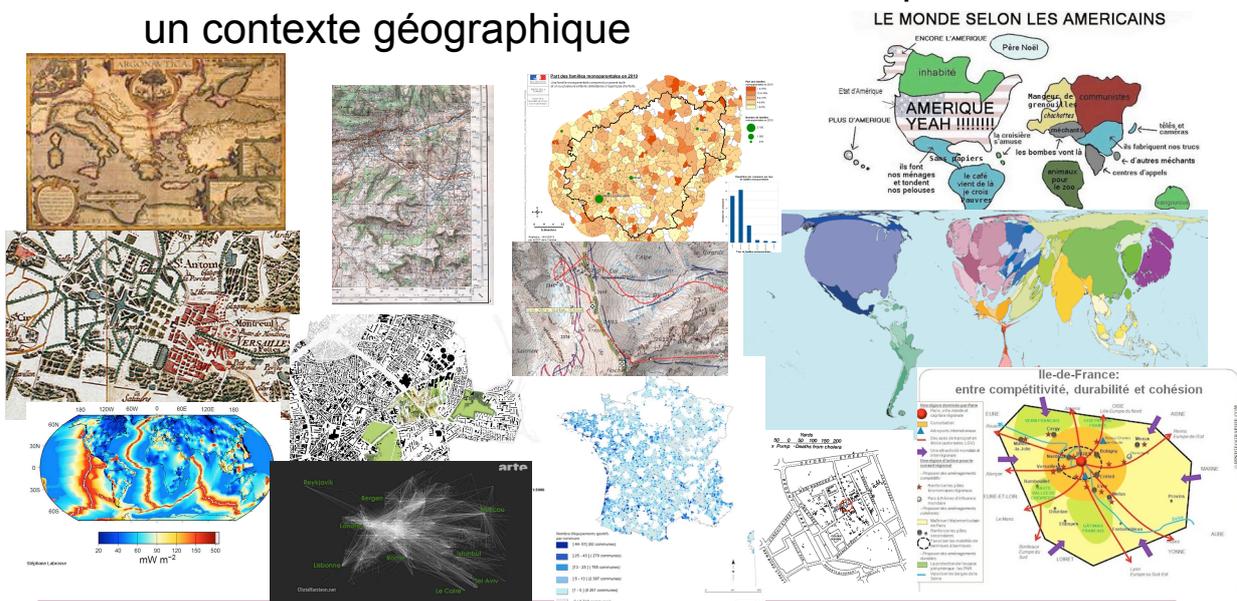
Des données géographiques à la carte



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Les cartes

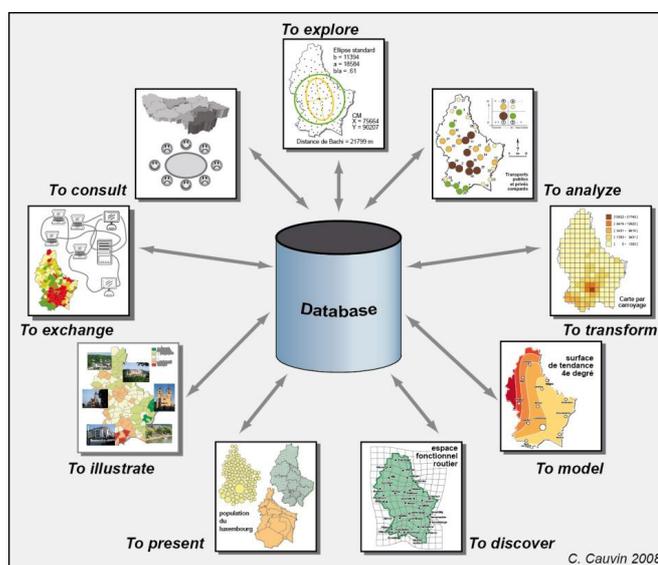
- Représentations visuelles des données spatiales
 - Abstraction ou modélisation de la réalité prise dans un contexte géographique



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Pourquoi visualiser des données géographiques?

- Identifier / révéler les caractéristiques des données géographiques
- Comparer / montrer les structures spatiales, leur évolution, leur changement
- Communiquer / échanger
- Aider à la prise de décision



Les cartes ?

- Les cartes traitent des questions géographiques selon différents niveaux de complexité
 - Élémentaire
 - Faisant référence à une simple localisation d'objets / d'individus / de phénomènes
 - Intermédiaire
 - faisant référence à une région ou un groupe similaire d'objets
 - Global
 - faisant référence à l'ensemble des aspects d'un territoire

Questions élémentaires traitées par la carte



Questions géographiques	Usages / objectifs
Que trouve t-on ici ?	Reconnaître un objet (identification externe)
A cet endroit, qu'est ce que c'est ?	Identifier un objet (identification interne)
A cet endroit, combien y a t-il d'objet ?	Estimer des quantités
Où se situe tel objet géographique ?	Localiser un objet

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Questions intermédiaires traitées par la carte



Questions	Usages / objectifs
Quels sont les objets qui sont situés à proximité ?	Positionner les objets les uns par rapport aux autres
Où se situent des objets similaires ? A quelle distance sont-ils les uns des autres ?	Mesurer des distance relatives / absolues entre les objets
Existe t-il une relation entre un objet géographique et les autres ?	Identifier des liens spatiaux
Pourquoi cet objet géographique est-il à cet endroit ?	Expliquer une localisation
Quel est la distribution spatiale des objets géographiques ?	Trouver une hiérarchie, des patterns ou des anomalies spatiales
Comment les objets spatiaux sont-ils répartis ?	Quantifier des anomalies spatiales
Où sont les limites des distributions spatiales ?	Délimiter des distributions spatiales
Quels sont les flux entrants et sortants ?	Etablir des connections avec d'autres régions

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Questions globales traitées par la carte



Questions	Usages / objectifs
Quelle est l'influence des régions environnantes ?	Etudier le contexte spatial
Quelles tendances peut-on dégager ?	Synthétiser / résumé les patterns
Quelles sont les relations entre les différents patterns ?	Découvrir des corrélations / des dépendances ou des conflits
Quels sont les facteurs qui expliquent les structures spatiales	Structurer l'information géographique
Peut-on identifier des régions ?	Régionaliser
Quelles sont les caractéristiques géographiques de la région ?	Obtenir un aperçu ou une vue d'ensemble de la région étudiée.

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation



Règles cartographiques

- Variables visuelles de Bertin (1967)

	POINTS	LINES	AREAS	
Shape	● ◆ ★ ▲			Qualitative difference
Size	● ● ● ● ●	===	Cartogram	Quantitative difference
Color Hue	● ● ● ●	===		Qualitative difference
Color value (or Intensity)	● or ●	== or ==		Quantitative difference
Texture	⊙ ⊙ ⊙ ⊙	--- or ---		Quantitative & quantitative difference
Orientation	⊙ ⊙ ⊙ ⊙			Qualitative difference

© UMS 2414 RIATE, ECL project, 2013

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

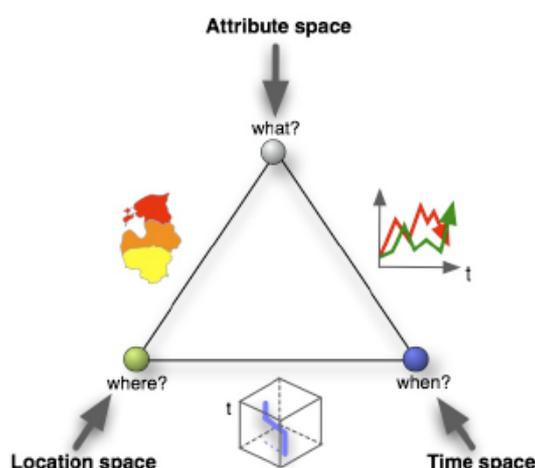
Emergence du domaine de la géovisualisation depuis quelques années



- Du développement des outils informatiques et graphiques
 - Apparition des hypercartes, des cartes interactives et dynamiques
- De l'accroissement des flux de données et de la diversification des sources
 - données citoyennes et grands publics
 - données issues d'objets connectés, de capteurs,
 - des réseaux sociaux
- De la volonté d'introduire la dimension temporelle dans les cartes
 - Accumulation des bases de données au cours du temps
 - Données géohistoriques et historisées

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Complexité de l'information géographique



- Information multimédia géolocalisée
 - Information géographique → localisation géographique de l'information
- Information multi-échelle
- Prise en compte de la qualité de l'information
- Des données évolutives et massives

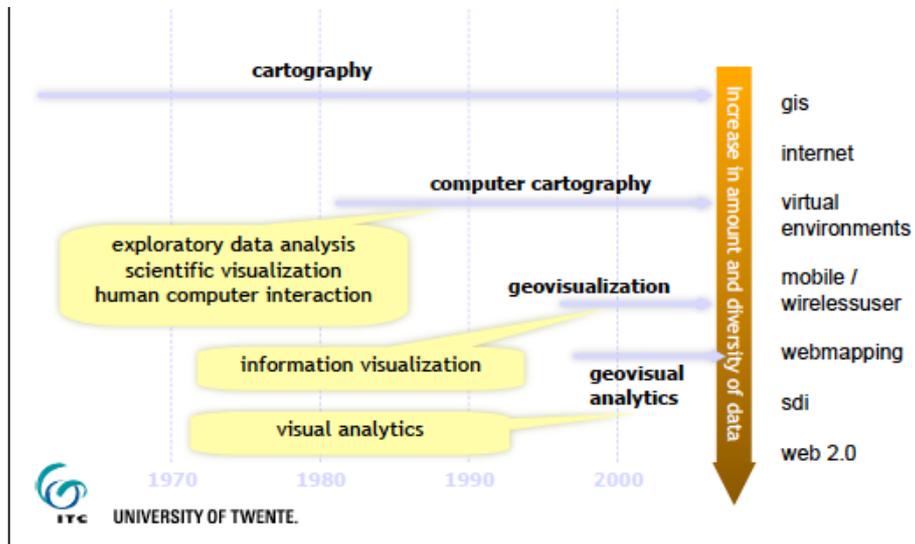
Limites cartographiques & enjeux en visualisation

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

De la cartographie à la géovisualisation : aperçu historique



- J-M Kraak (2012)

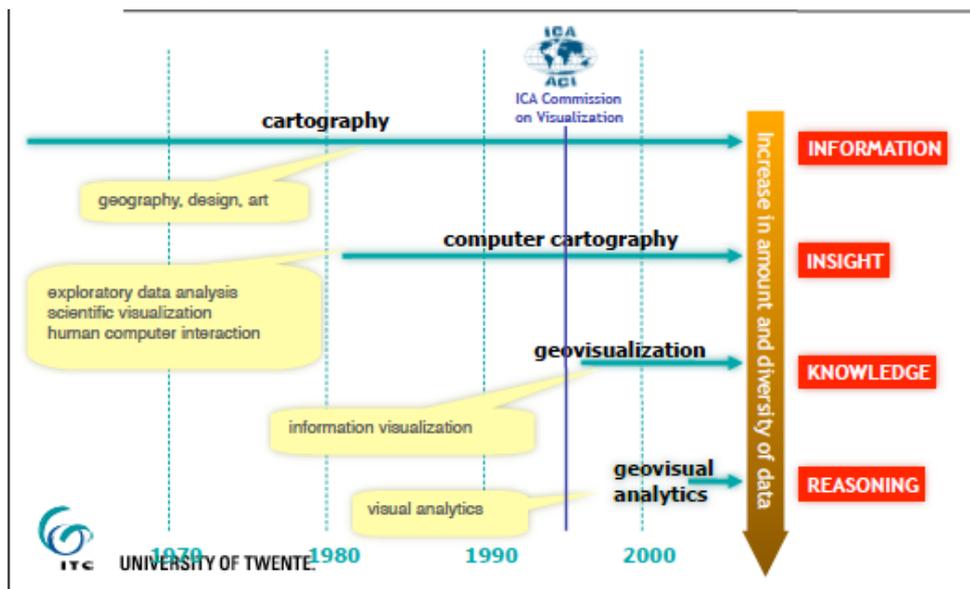


ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

De la cartographie à la géovisualisation : aperçu historique



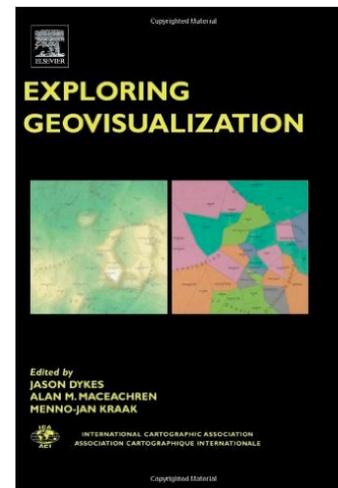
- J-M Kraak (2012)



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

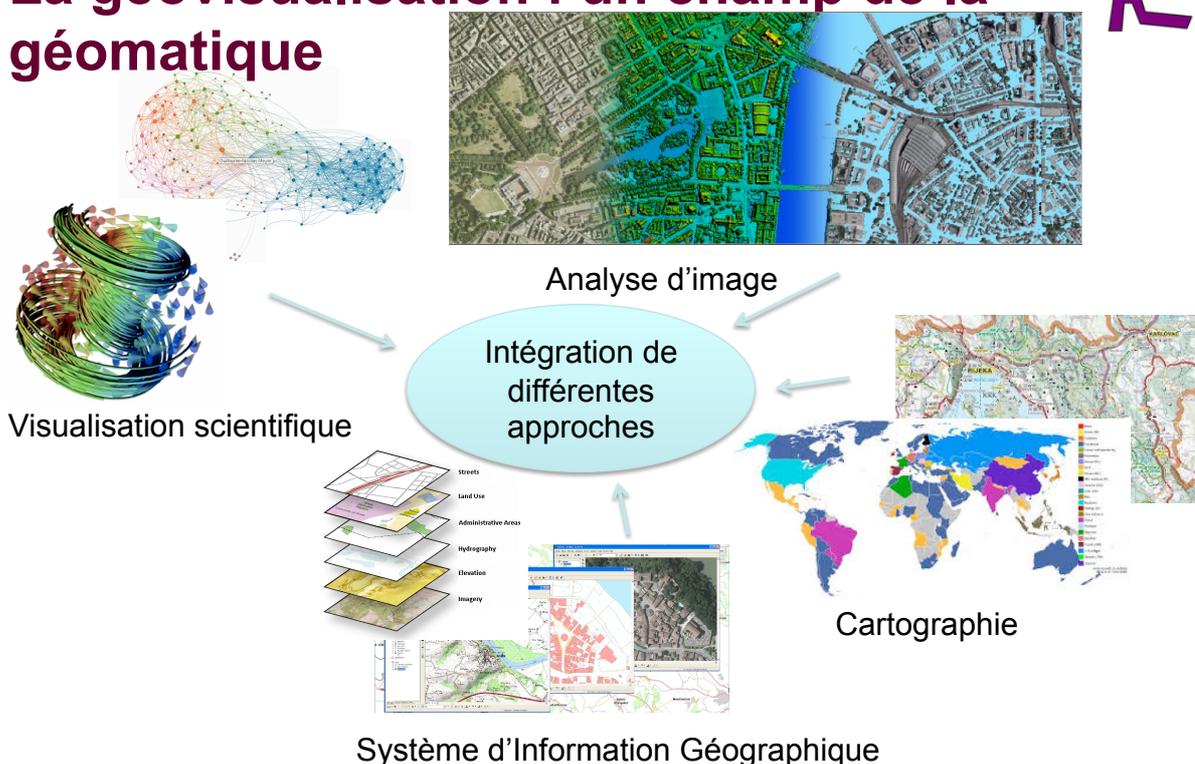
Géovisualisation : définition

- « Ensemble des méthodes et outils de visualisation permettant d'explorer, d'analyser, de synthétiser, de façon interactive, des données géolocalisées en vue de construire une connaissance»
(Dykes, MacEachren et Kraak, 2005)



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

La géovisualisation : un champ de la géomatique



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Research agenda

- Domaine de recherche portant sur l'utilisation des affichages visuels de données géospatiales
 - De la carte interactive et animée aux environnements virtuels.
- 2001 → axes de recherche publiés par l'ICA / ACI
 - Méthodes de représentation (incluant les environnements et globes virtuels
 - Les liens dynamiques entre BD géographiques et Visualisation
 - Les problèmes cognitifs liés aux interfaces de géovisualisation
 - L'extraction de connaissance via la visualisation



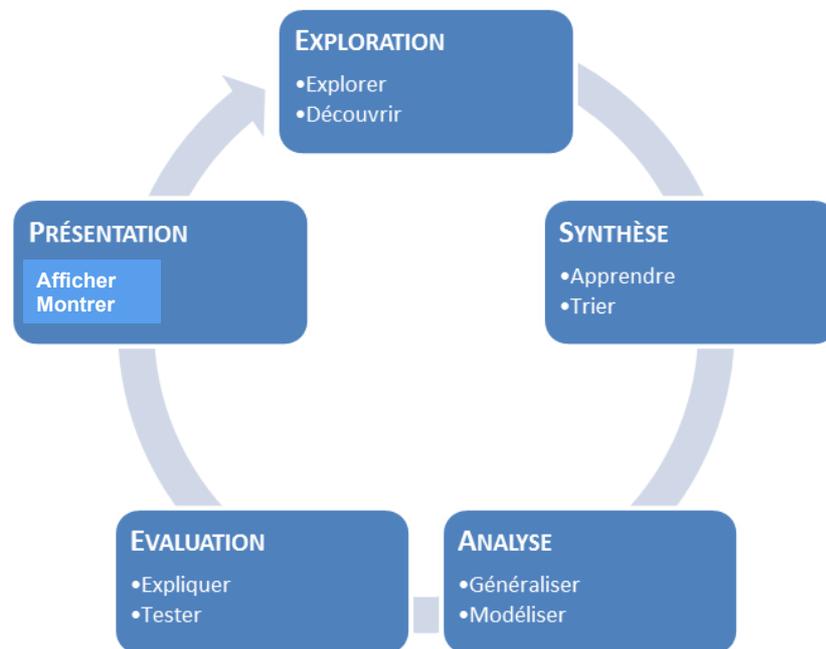
ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Objectifs de la géovisualisation

- Faciliter la compréhension des phénomènes et des processus spatiaux
 - pour le grand public
 - pour les spécialistes qui l'utilisent comme outil de recherche
- Faciliter la construction de connaissances
 - La représentation cartographique devient ainsi un instrument du processus de réflexion de l'utilisateur.

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Rôle de la géovisualisation



Kraak, 2006

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Une diversité des interfaces de géovisualisation

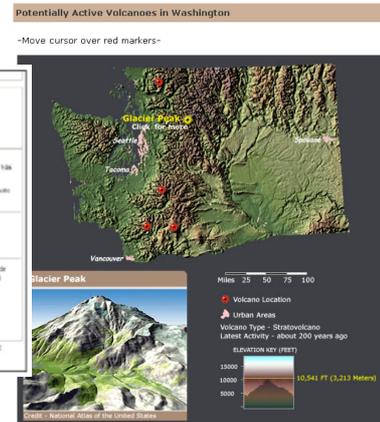
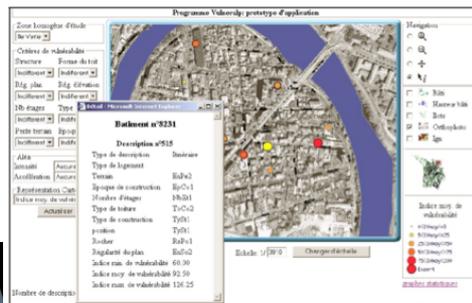


www.map.cnrs.fr/jyb/puca/

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

L'interactivité et dynamisme : deux caractéristiques fondamentales

- La géovisualisation se base sur un environnement, **interactif, dynamique et multimédia**, appliqué à la cartographie et aux données spatialisées (MacEachren & al 2001 ; Slocum & al 2001 ; Kraak & al 2007).



http://www.nationalatlas.gov/dynamic/dyn_vol-wa.html

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Interactivité et liens dynamiques

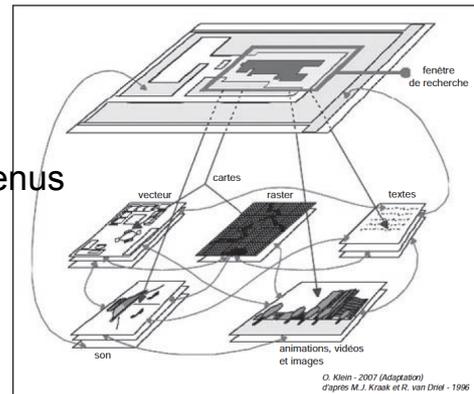
- Cartographie dynamique
 - Interactivité « Utilisateur – interface »
 - Accès à de nouveau contenu → hypercarte
 - Les actions de l'utilisateur sur l'interface changent l'aspect de la carte

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

La notion d'hypercarte (Laurini & Milleret-Rafford 1990)



- Contenus hypermédias référencés géographiquement
 - Hyperdocuments reposant sur des coordonnées géographiques
 - Structuration des composants hypermédias entre eux et par rapport à la carte
 - Cartes interactives
- Rôle d'interface
 - Navigation libre et non séquentielle
 - Facilite l'accès aux cartes et à leurs contenus
 - Permet d'associer différents médias
 - Permet le changement d'échelle



ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

L'interactivité : Utilisateur - Interface



Affichage de la carte / Interactivité interne	Interactivité en lien avec les données
Positionnement Sélection d'objet, d'une zone (bounding box)	Sélection / filtrage des données
Déplacement / Navigation (pan) Survол (Fly over pour les environnement 3D)	Superposition de données géographiques (principes des SIG)
Zoom Overview	Affichage progressif de l'information et modification de contenu en fonction du niveau de zoom ou du maillage géographique sélectionné
Mise en forme des données (modification de la couleur, transparence...)	Action sur la sémiologie graphique et le rendu visuel

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Interactivité et liens dynamiques

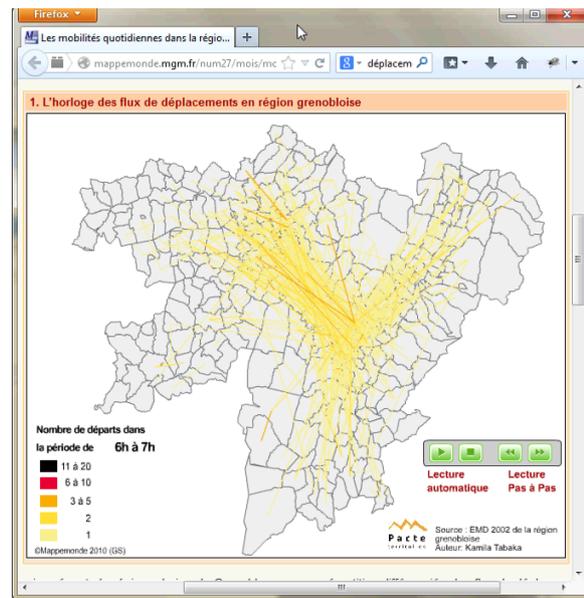
- Cartographie dynamique
 - Interactivité « Utilisateur – interface »
 - Accès à de nouveau contenu → hypercarte
 - Les actions de l'utilisateur sur l'interface change l'aspect de la carte
 - Dynamique vs animation

L'animation

- Action d'animer, de donner la vie, de mettre en mouvement des objets (Petit Robert)
- « Procéder de création d'une illusion de mouvement ou de changement grâce à l'affichage rapide d'une succession d'images comme dans un film ou une vidéo »
(Roncarelli, 1989).

Carte animée

- « Carte qui fournit une image mouvante de l'information géographique » (Vasiliev 1997)
- « Une représentation des changements par la présentation rapide d'une série de cartes successives » (Peterson, 1994)

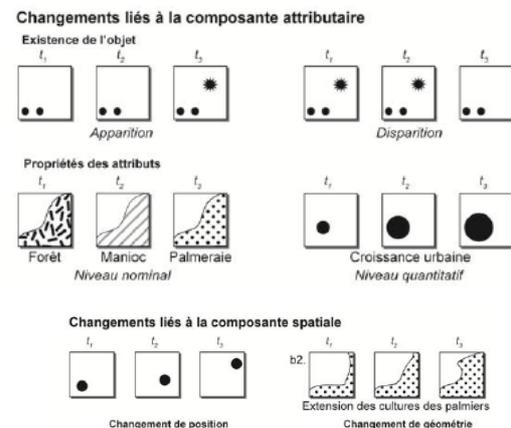


(Tabaka & al, 2009)

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Animation et changements

- Contenus
 - Modification des attributs sémantiques
 - Apparition, disparition, modification des attributs des objets
- De position
 - Déplacement d'un objet d'une position à une autre
- Transformations temporelles
 - Modification de l'objet et/ou de l'attribut au cours du temps

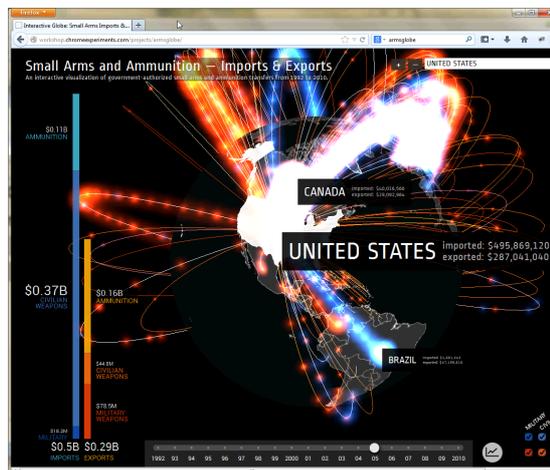


(Klein, 2007)

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Animation temporelle vs A-temporelle

- Animation temporelle
 - Changement lié au temps
 - Temps d'affichage sur l'écran est en relation avec le temps à représenter selon un rapport d'échelle
- Animation a-temporelle
 - Le temps n'est pas pris en compte
 - Mise en évidence de phénomène
 - variables dynamiques
 - Techniques d'animations



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Les variables de l'animation (Hayward 84)

- Taille & forme
 - déformation de l'espace (anamorphoses)
- Position
 - Déplacement d'un objet sur la carte
- Vitesse
 - Variation en fonction du taux de changement (ampleur du changement entre les scènes / durée de chaque scène)
- Point de vue
 - Modification de l'angle de vue (mettre l'accent sur certains phénomènes)
- Distance
 - Changement de proximité vis à vis de la scène (assimilé à un changement d'échelle)

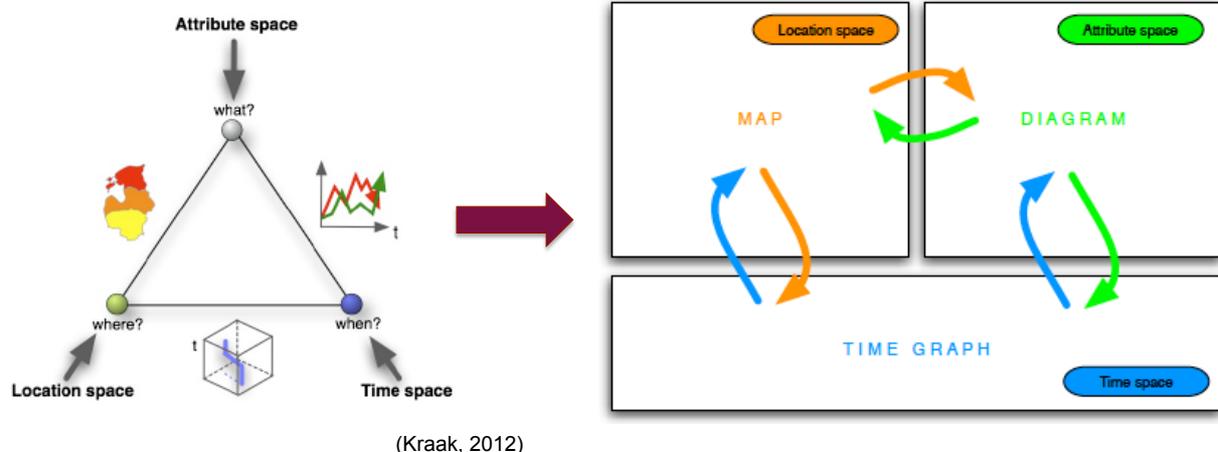
ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Interactivité et liens dynamiques

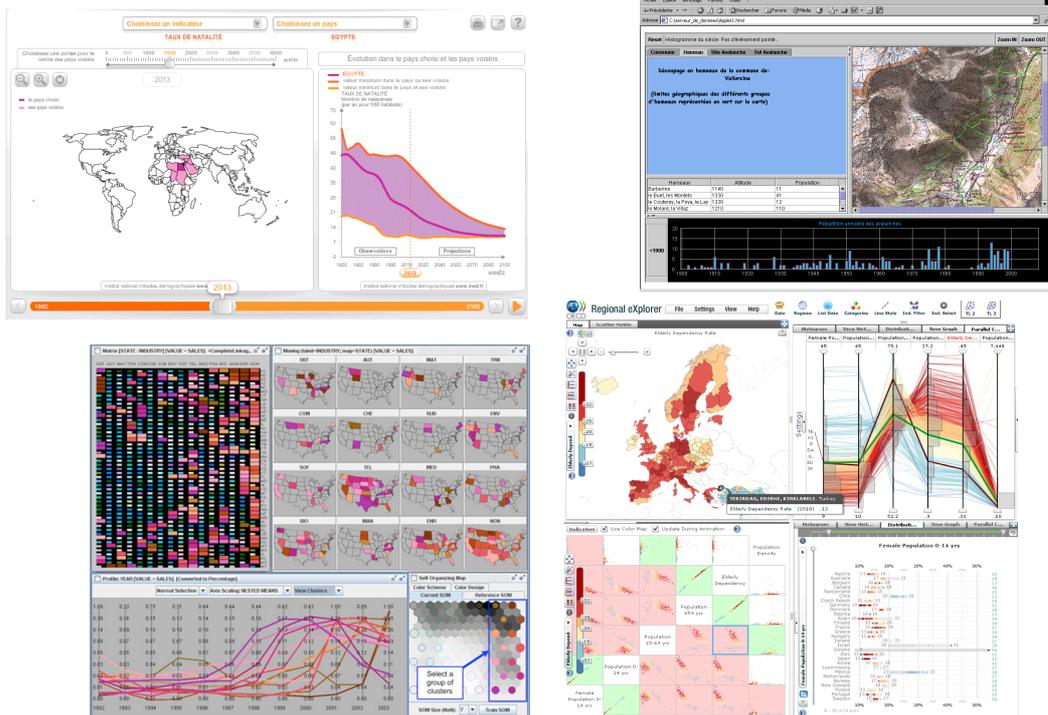
- Cartographie dynamique
 - Interactivité « Utilisateur – interface »
 - Les actions de l'utilisateur sur l'interface change l'aspect de la carte
 - Accès à de nouveau contenu → hypercarte
 - Dynamique vs animation
- Liens avec la base de données géographiques
 - La carte permet d'interroger et d'explorer les données
 - La carte joue le rôle d'interface
- Liens dynamiques pour interagir avec et entre les visualisations
 - Synchronisation et dynamisme entre les différentes vues

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Approche «multi-vues synchronisées»



Approche multi-vues synchronisées



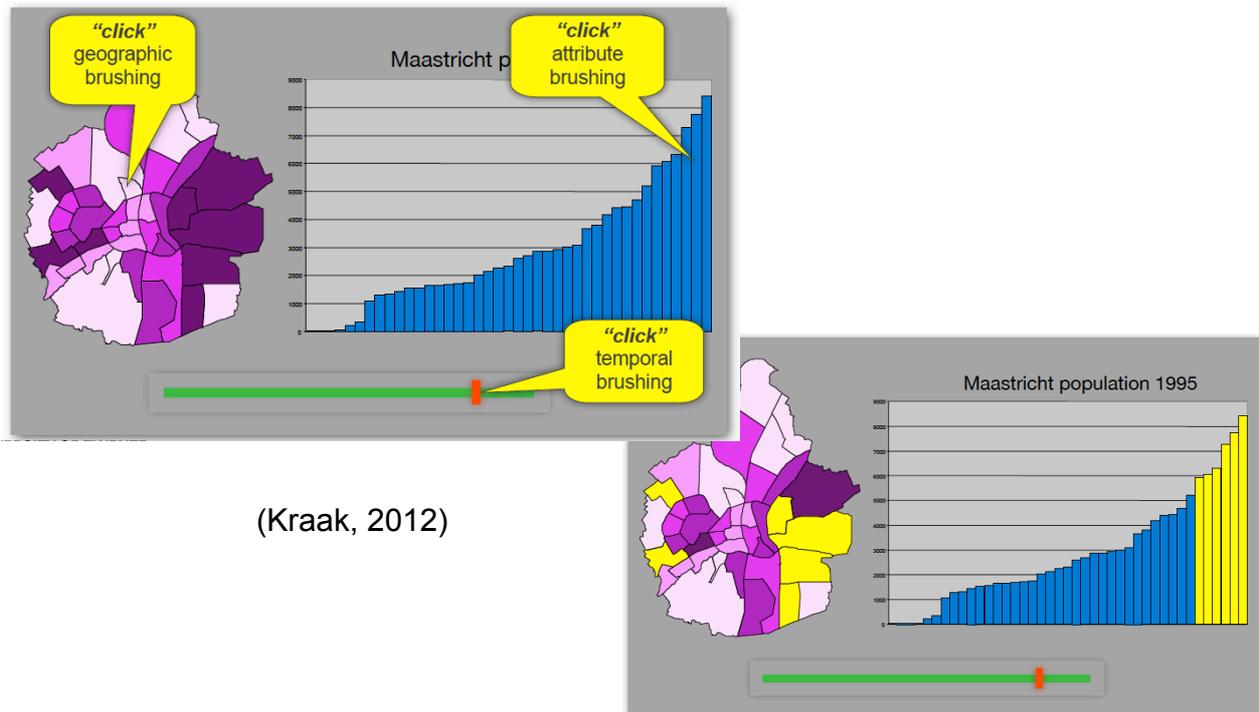
ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Interactivité et techniques d'animation (DiBiase 1992)

- Réexpression
 - représentations cartographiques alternatives dont la structure est modifiée par transformation des données originelles
- Focalisation
 - Mise en évidence (surbrillance ou clignotement) de sous ensembles sélectionnés
- Ré ordonnancement de vues multiples
 - Permettre par exemple la comparaison
- Brushing
 - Mise en relation des différentes dimensions

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

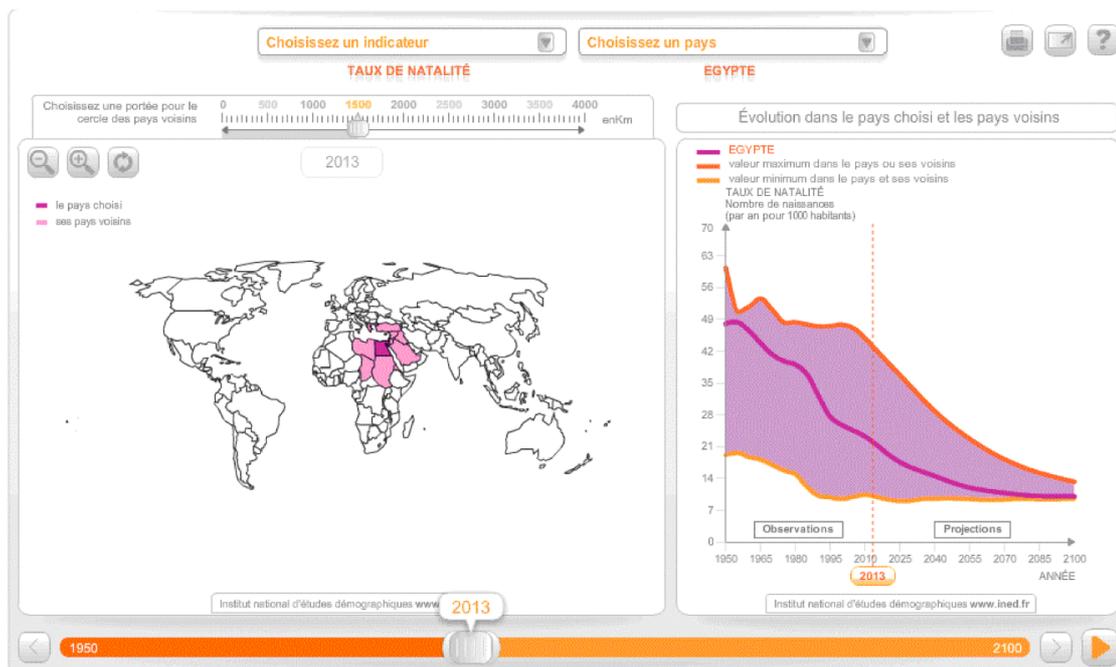
Brushing / requête visuelle



(Kraak, 2012)

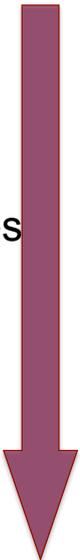
ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Brushing

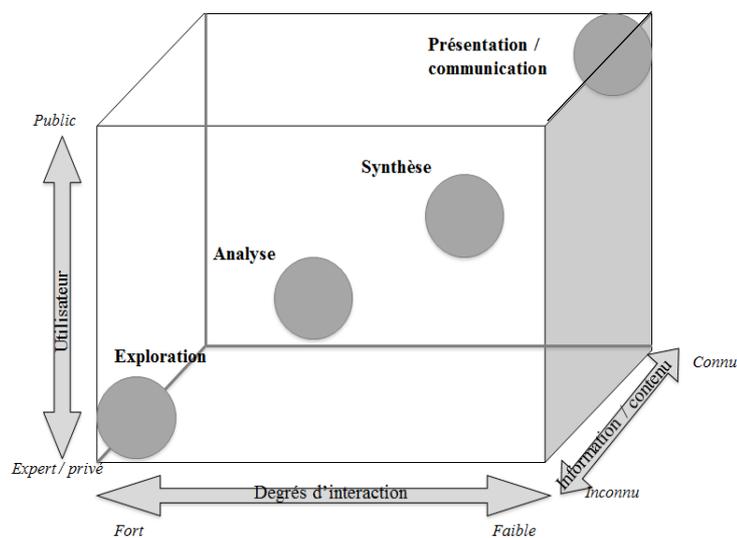


ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

De la manipulation à l'exploration

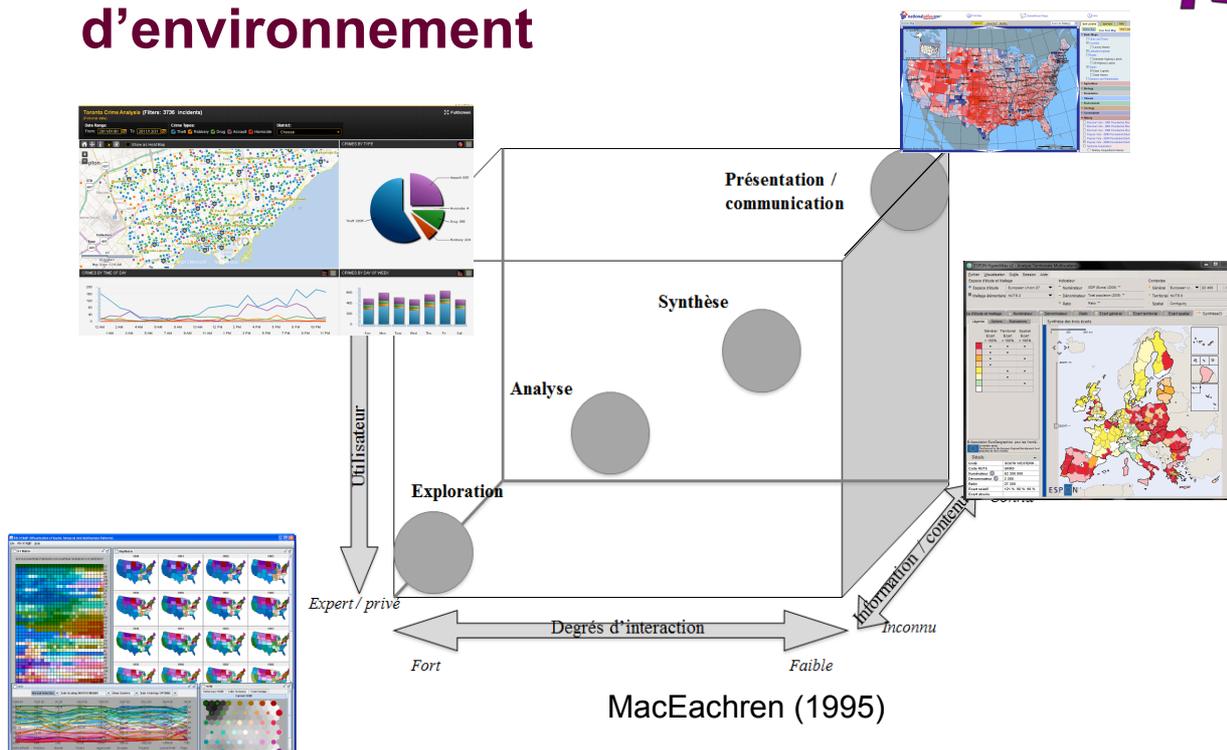
- Localisation
 - Résumé / synthétisation
 - Exploration
 - Extraction
 - Identification de caractéristiques
 - Comparaison
 - Interprétation (donner du sens)
 - Exploration spatiale : détection de patterns, similarité géographique...
- 
- Du local au global
 - Contextualisation
 - Analyse exploratoire de données spatio-temporelles

Stratégies de visualisation



MacEachren (1995)

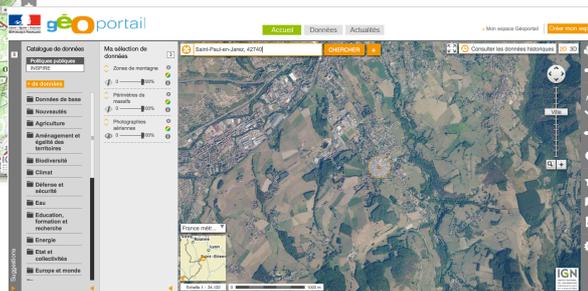
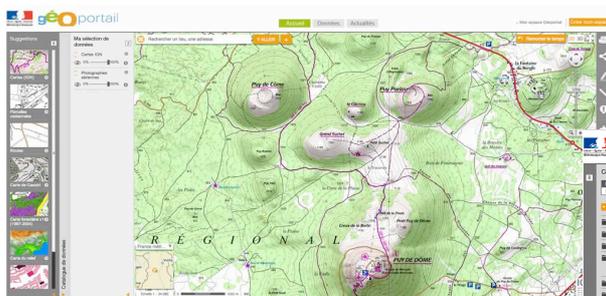
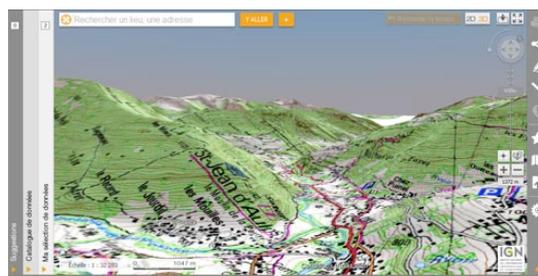
Stratégies de visualisation et types d'environnement



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Les Géoportails

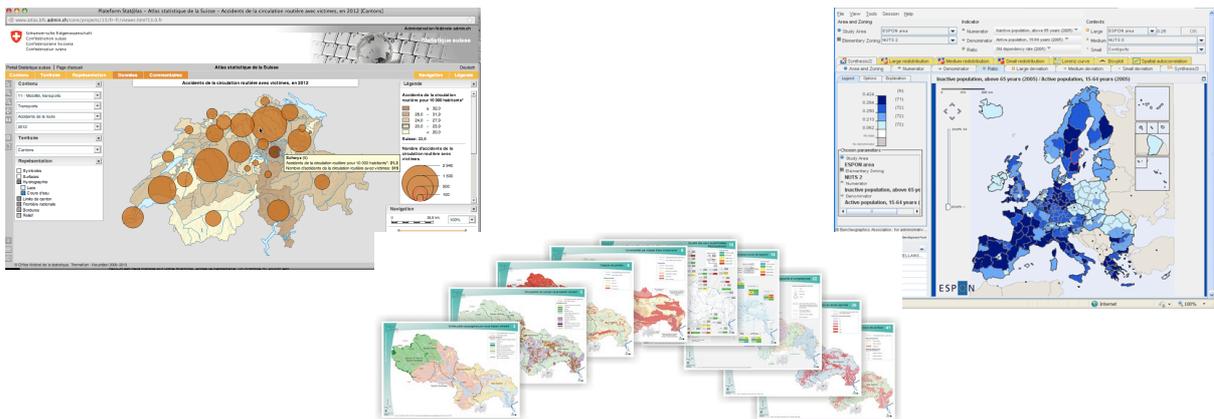
- Consultation de données géographiques
- S'inscrit dans une problématique de diffusion des données spatiales
- Visualisation cartographique des données géographiques de référence



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Les atlas interactifs

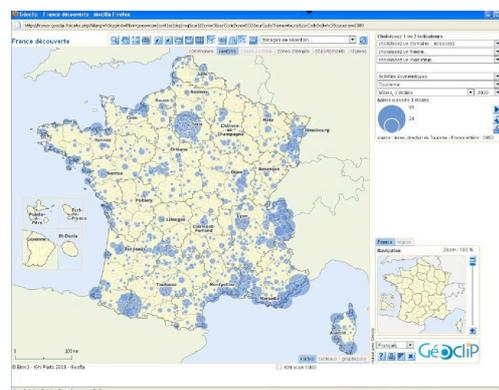
- Apparus vers la fin des années 90,
- Publication dynamique de cartes relatives à un thème
- Génération de cartes à la demande



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Différentes catégories d'atlas

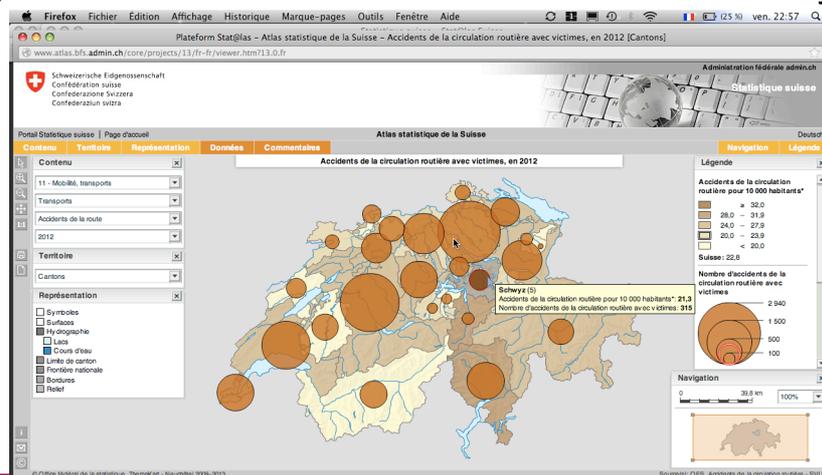
- Les atlas à voir
 - Série de cartes statiques
 - Consultation à travers un menu
 - Accès non séquentiel et parfois simultané aux cartes
- Les atlas interactifs
 - Interaction avec la représentation des données
 - modification de certains aspects sémiologiques, la couleur
 - Choix des méthodes de classification ou du nombre de classes à afficher.



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

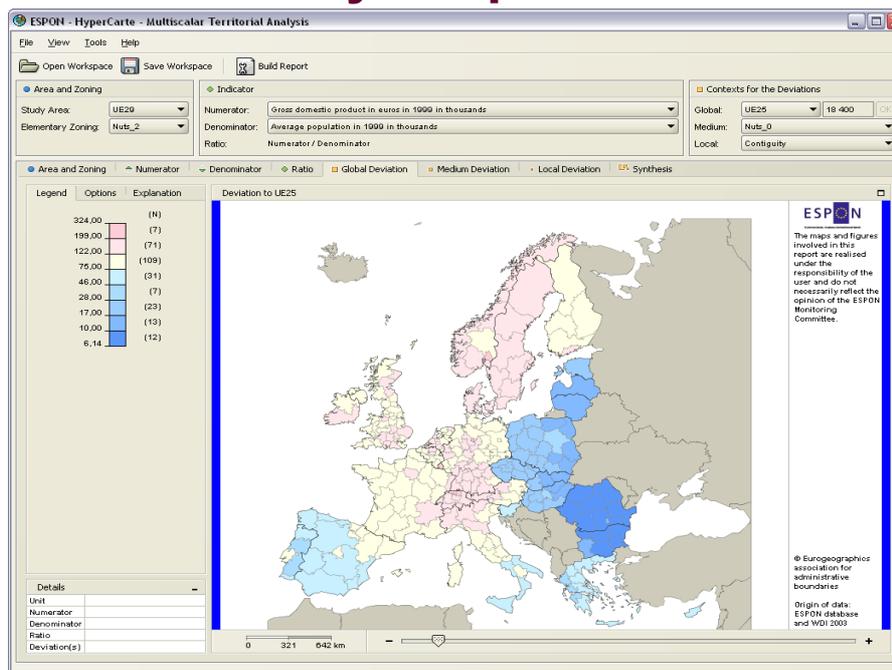
Différentes catégories d'atlas

- Les atlas analytiques
 - Sélection et mise en relation des données entre elles
 - Production d'une infinité de cartes → cartes à la demande
 - Interrogation et gestion des données via la carte.
 - Intégration de certaines fonctionnalités des SIG ou d'analyse spatiale



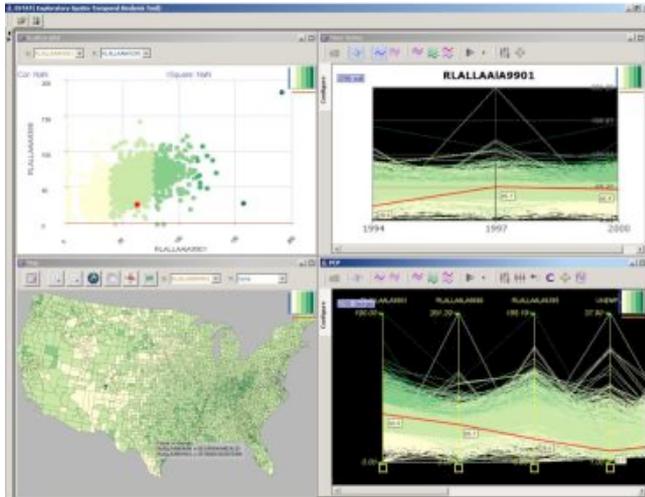
ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Les outils d'analyse spatiale

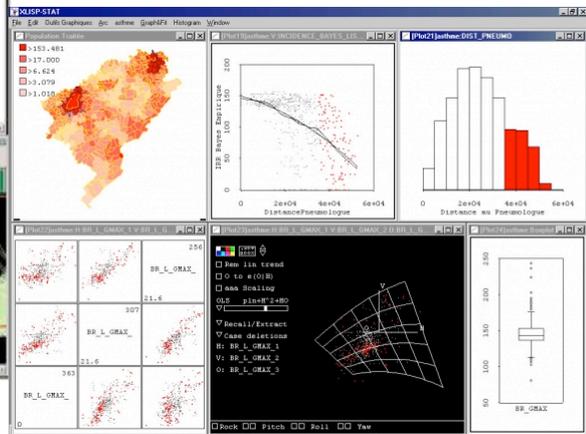


ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Outils d'analyse exploratoire spatio-temporelle



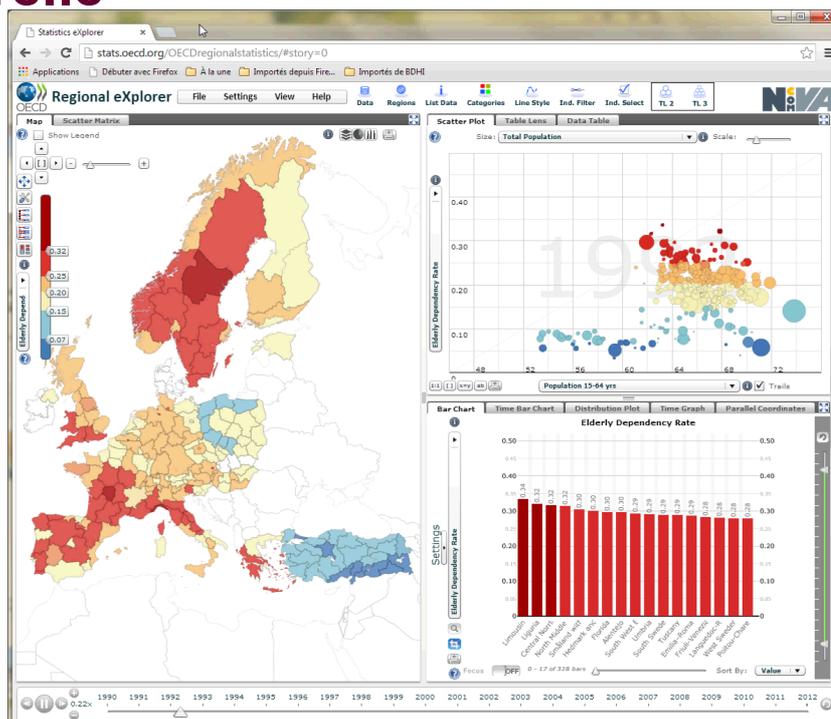
(Alan MacEachren), www.geovista.psu.edu



(Banos, 2001)

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Outils d'analyse exploratoire spatio-temporelle



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

« *Overview,
Zoom and Filter,
Details on Demand* »

ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Contextualisation



- Interactivité
 - Liens dynamiques
 - Vues multiples
 - Brushing
- 
- Lecture globale dans un contexte local
 - Eclairage sur des sous ensembles
 - Lecture des organisations spatiales selon plusieurs niveaux
 - Local / intermédiaire / global

Faciliter la pensée visuelle

- Répondre à des questions, générer des hypothèses, développer des solutions, construire un savoir (Kraak 2004)
 - Donner la capacité à l'utilisateur de construire un modèle d'interrogation sur le lien entre organisation spatiale et distribution statistique et/ou temporelle du phénomène étudié.

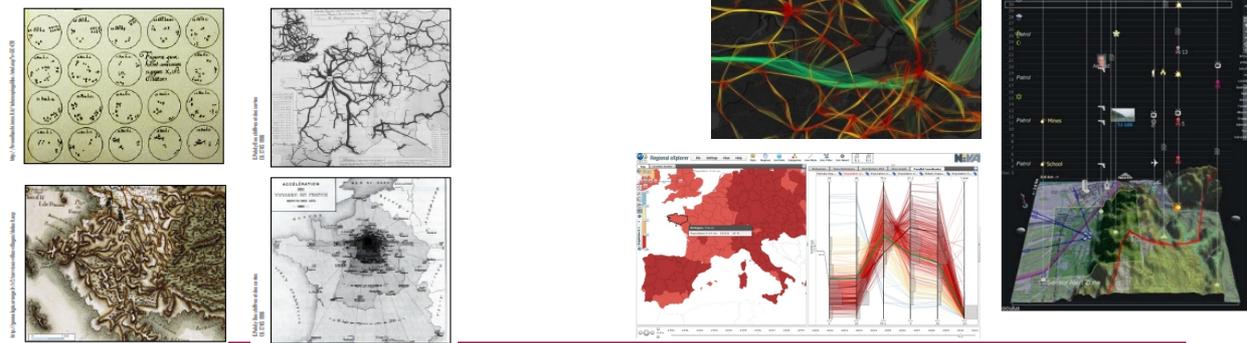
Visualiser la dimension temporelle en cartographie

- Problème qui n'est pas nouveau
- Comment les environnements de géovisualisation intègrent cette dimension ?



From methodological legacies in spatial and temporal representations

To geovisualization



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

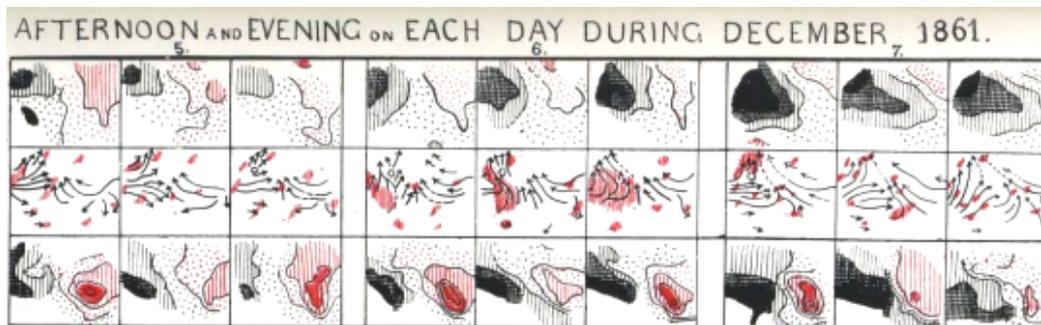
Dynamiques spatiales et représentations

Dynamiques	Représentations	
Changement	Localisation d'événements (ex: catastrophe naturelle, conflits, ouverture de services)	
	Changement d'états de l'espace (ex: variation d'occupation du sol, densité de population)	
	Changement de forme (ex: urbanisation)	
Mouvement	Mobilité d'individu (ex: trajectoire quotidienne des individus)	
	Flux, échange de quantités (ex: navettes domicile-travail, volume d'exportations)	

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Quelques legs méthodologiques

- Représentation d'un changement: les « smalls multiple » de Galton, Meteorologica

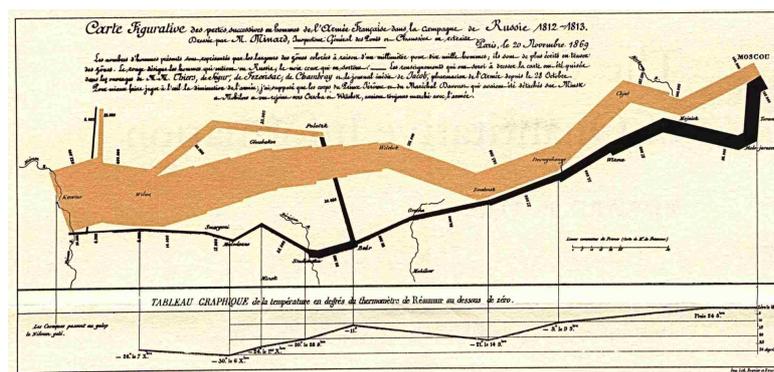


- Temps extérieur à la représentation. Il porte les « unités graphiques »
- Lecture du changement de proche en proche
- Notion de « série de snapshots »
- Notion de contextualisation thématique: corrélation entre pression atmosphérique et direction des vents

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Quelques legs méthodologiques

- Représentation du mouvement : Le récit de Minard

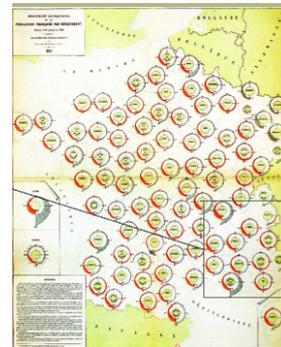
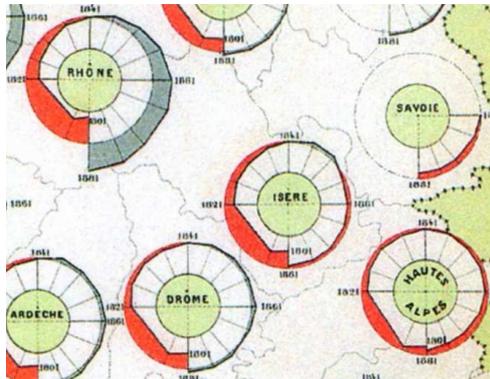


- Temps projeté sur l'espace, intégré dans la représentation
- Lecture du changement: de localisation, taille de population
- Notion de récit
- Notion de contextualisation thématique: corrélation avec température au cours du temps

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Quelques legs méthodologiques

- Représentation d'un changement: la cartographie statistique

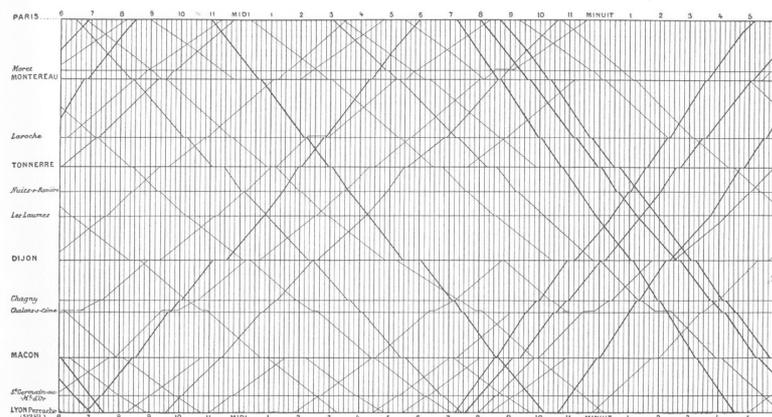


- Temps intégré dans les symboles= graphiques statistiques
- Lecture du changement localement
- Lecture comparative dans l'espace

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Quelques legs méthodologiques

- Représentation d'un mouvement : l'abstraction de la table de Marey

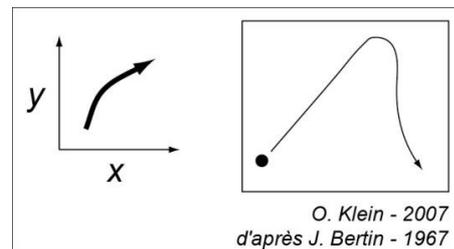
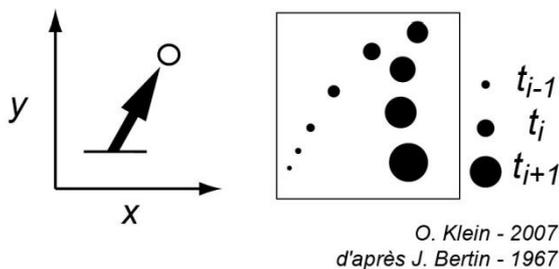
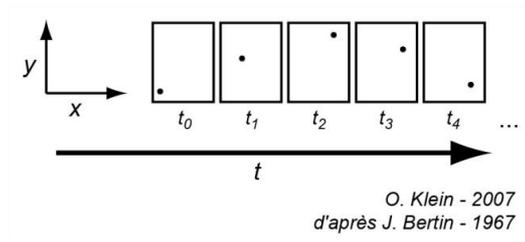


- Temps et espace abstraits de manière identique= linéaire
- Deux niveaux de lecture du changement
 - Localement= les horaires départ-arrivée
 - Globalement= comparaison des vitesses . La pente donne la vitesse (dx/dt)

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Quelques legs méthodologique

- Bertin (1967)
 - Collection d'images
 - Diviser le temps en catégories ordonnées
 - Flèche et traces orientées



Quelques legs méthodologique

- Vasiliev (1997):
Représentation en fonction des différentes catégories du temps

Catégorie	Dimensions géométriques		
	Point	Ligne	Surface
Moment Dates des événements	● juin 2007 Ouverture de la gare TGV Champagne-Ardennes	— juin 2007 Mise en service de la ligne TGV Est	avril 2006 Crues du Danube
Durée Continuité des événements	● Gare non desservie du 25 au 29 décembre 2006 ● 9h45 ● stations du tram ligne A, avec ● 9h55 ● heures de passage ● 10h05 ●	Trajet du tram (arrêts et liaisons) 9h45 ● 9h55 ● 10h05 ●	surface d'un parking : occupation du jeudi au samedi jeudi vendredi samedi
Temps structurant Fréquence Temps standard	Jours d'ouverture d'un hypermarché ● lundi ● mardi ● mercredi Fuseau horaire central UTC	fréquences de lignes ferroviaires — une fois par jour — deux fois par jour — toutes les heures	
Temps comme distance Intervalle de temps Direction et/ou distance temporelles	Position temporelle des lieux à partir de la place centrale 15 min 10 min 5 min Hypermarché ● Gare ● Place centrale ● Hôtel ● Zone d'activités ●	Distance-temps en voiture Place centrale 12 mn 15 mn Gare ●	Espace géographique de référence Espace fonctionnel des transports ferroviaires
Espace comme horloge	Est : lever du soleil Ouest : coucher du soleil		Fuseaux horaires

C. Cauvin, O. Klein, 2008, d'après I. Vasiliev, 1996

Variables visuelles et temporalités

Temporal criteria Cartography variables	Occurrence instance	Duration	Frequency	Order	Speed of change Velocity
Size		+++	++	++	+++
Value color		+++	++	++	+++
Grain	+++	+++	++	++	+++
Color	+		(+)	(+)	
Orientation	+++		++	++	
Shape	+++		++	++	

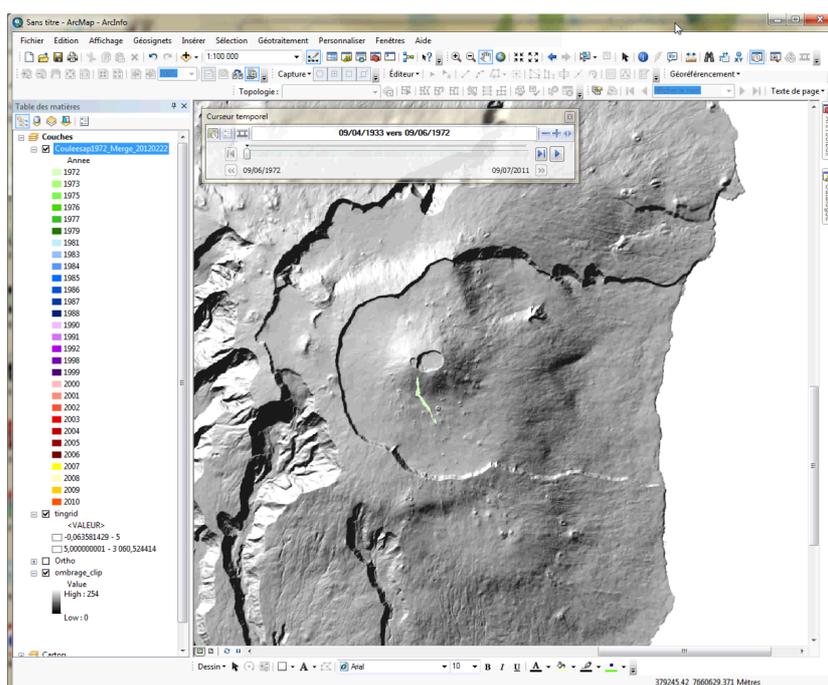
Arnaud, 2009, d'après Kraak et al, 1997 ; Perterson, 1999 ; Kobben et al, 1995 ; Dukaczewski, 2006

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Questions

- Comment sont représentées les temporalités, le changement dans les environnements de géovisualisation ?
- Les évolutions technologiques ont-elles favorisé l'introduction du temps dans les visualisations spatiales ?
- Comment les dynamiques spatiales sont-elles visualisées ?

Représentation des dynamiques



- Animation

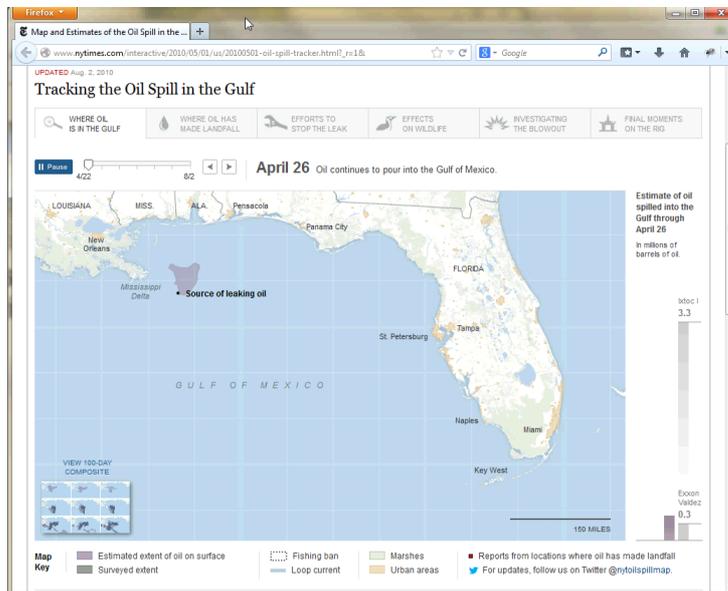
Des variables dynamiques pour représenter les temporalités

Temporalités	Variables dynamiques
Occurrence / moment	Apparition / Disparition
Ordre chronologique	
Fréquence	
Durée	Durée
Espacement temporel	
Synchronisation	Clignotement
Vitesse	Taux de changement Déplacement

Appliquées aux risques naturels
Arnaud, 2009

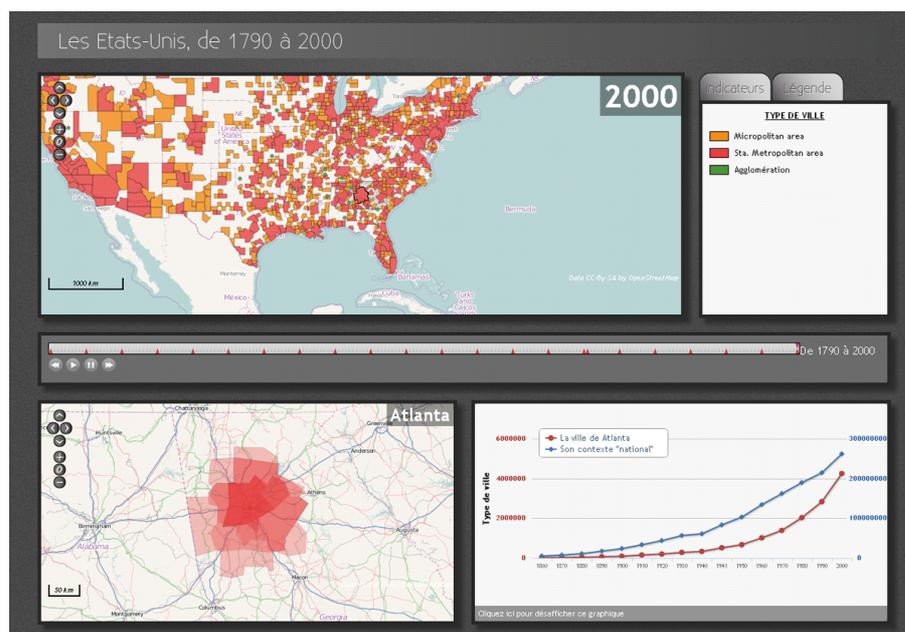
Représentation des dynamiques

- Animation versus collection de cartes : alternative ou complémentarité ?



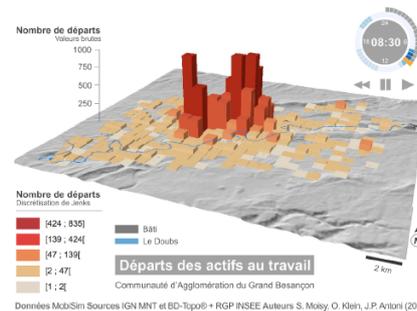
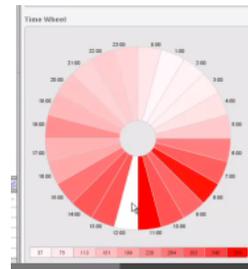
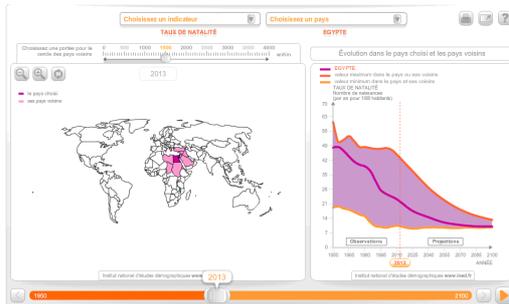
Représentation des dynamiques

- Multi-fenêtrage



Différentes représentations du temps

- Temps linéaire / temps cyclique

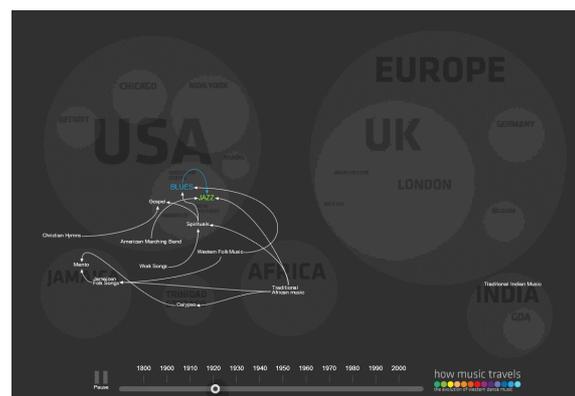


Données MobSim Sources IGM MNT et BD-Topo® + RGP INSEE Auteurs S. Moisy, O. Klein, J.P. Antoni (2012)

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Différentes représentations du temps

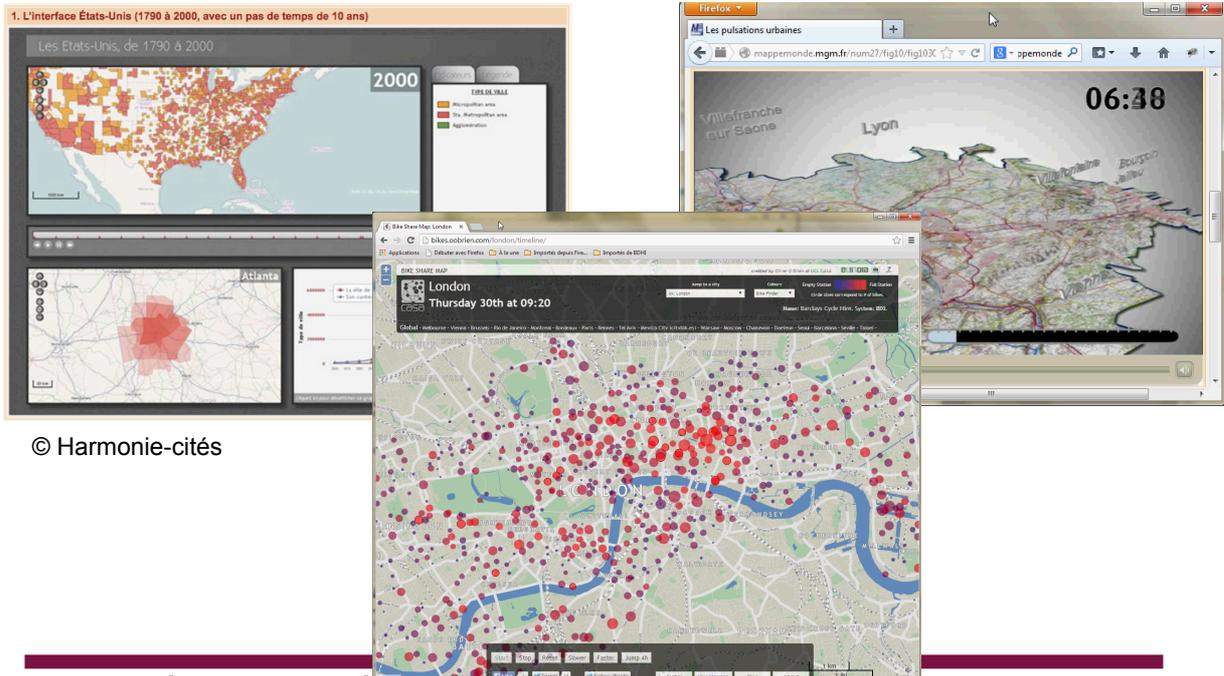
- Temps événement / Temps régulier



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Différentes représentations du temps

- Temps long / temps court / temps immédiat

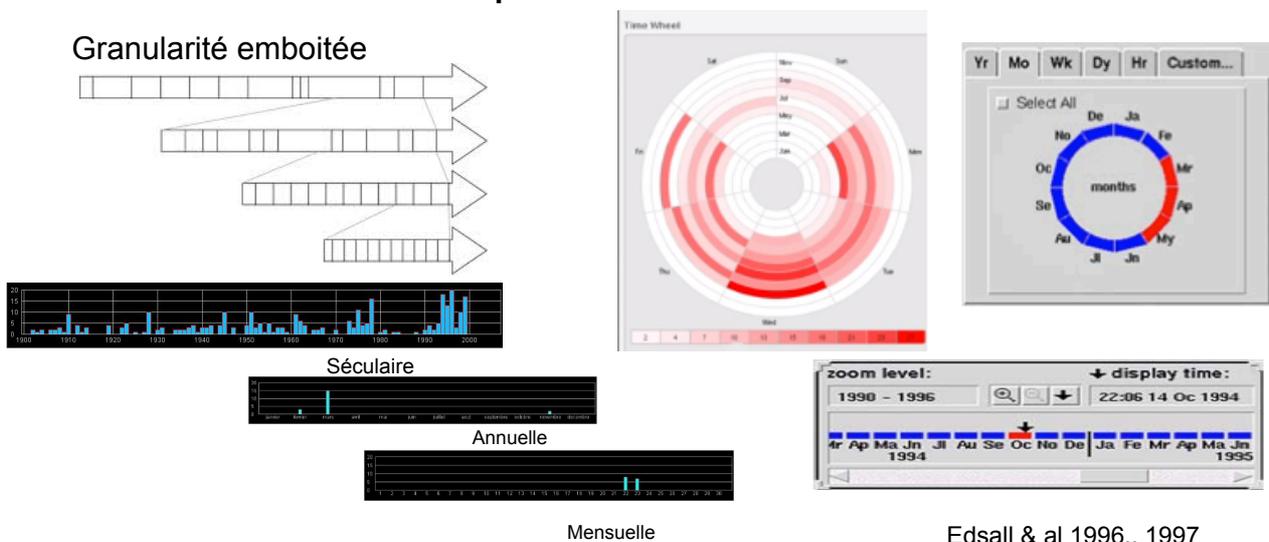


© Harmonie-cités

ÉCOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Différentes représentations du temps

- Granularités temporelles

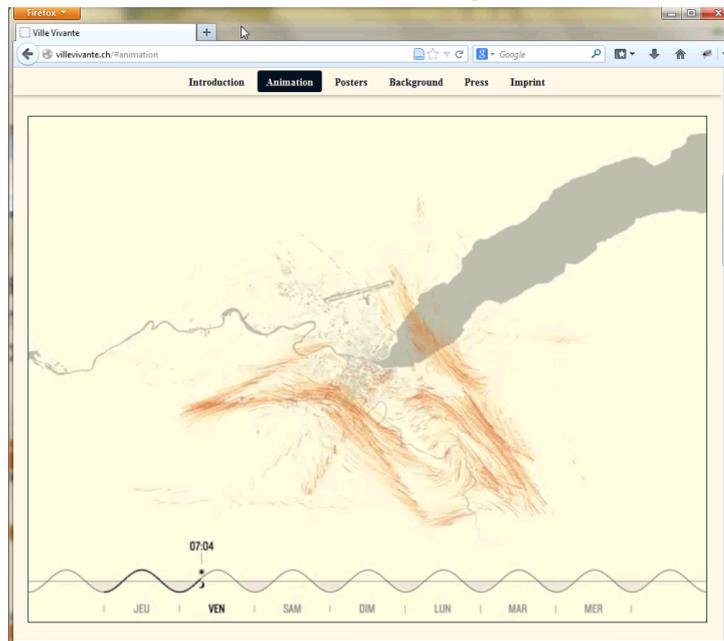


Edsall & al 1996., 1997

ÉCOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Différentes représentations du temps

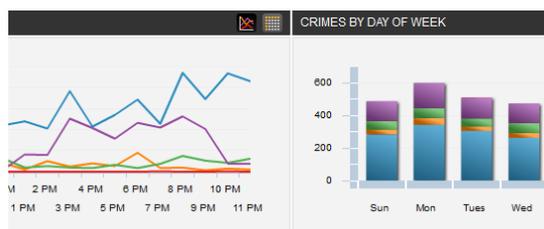
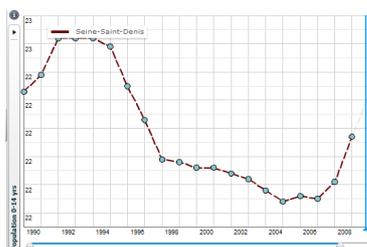
- Combiner les échelles temporelles



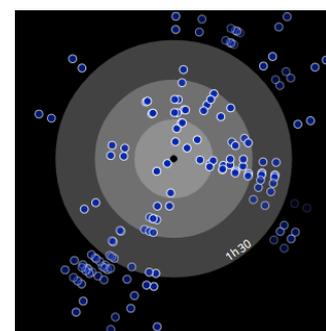
ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Différentes représentations du temps

- Les graphiques temporelles

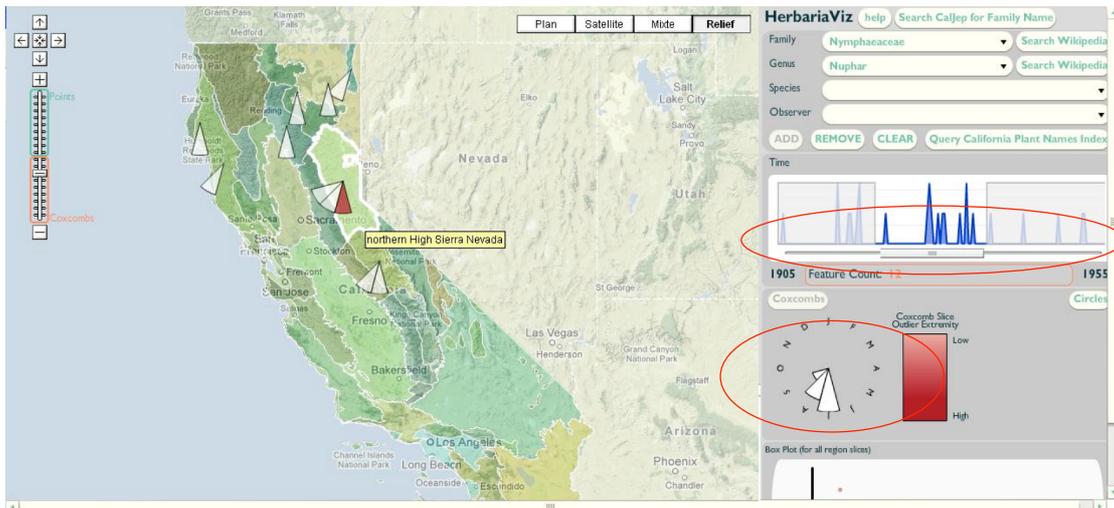


Graphique temporel
avec temps en
abscisse



Graphique temporel où les
cercles concentriques
représentent le temps

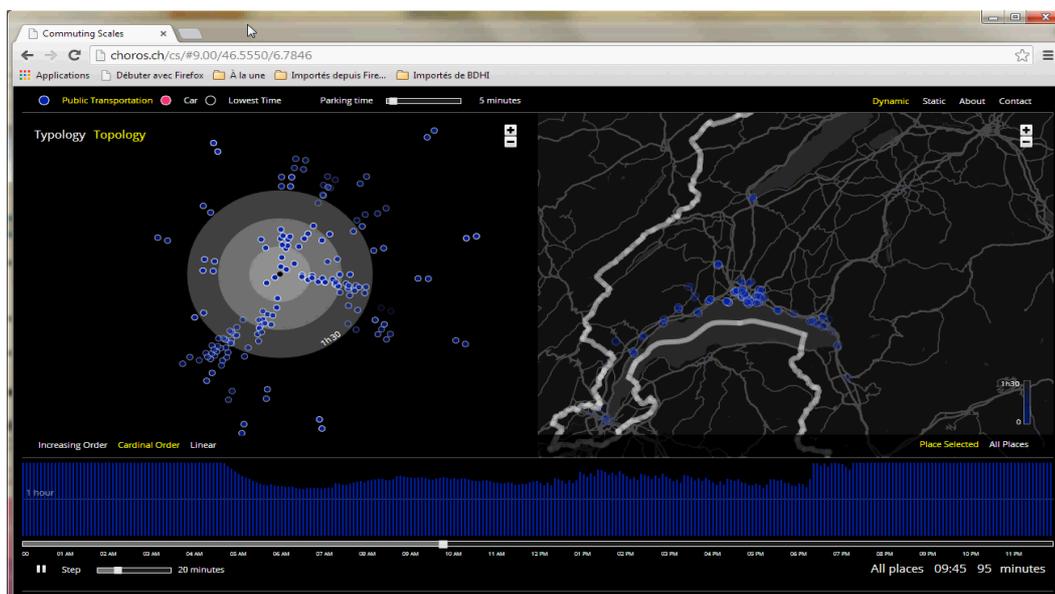
Temps dans Espace



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Temps dans l'Espace

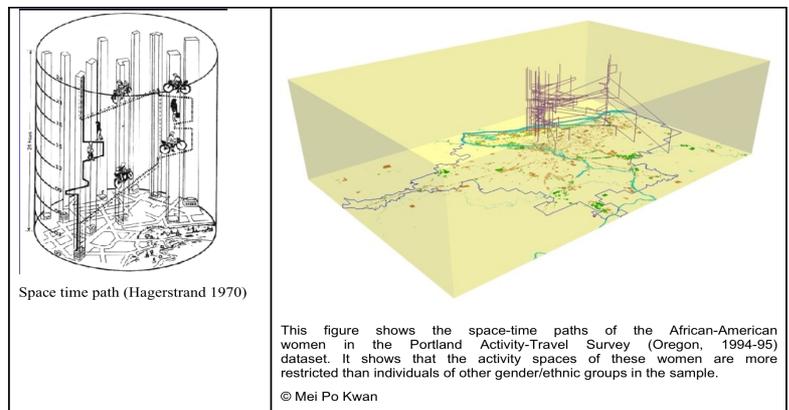
- → DataViz



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Différentes représentations du temps

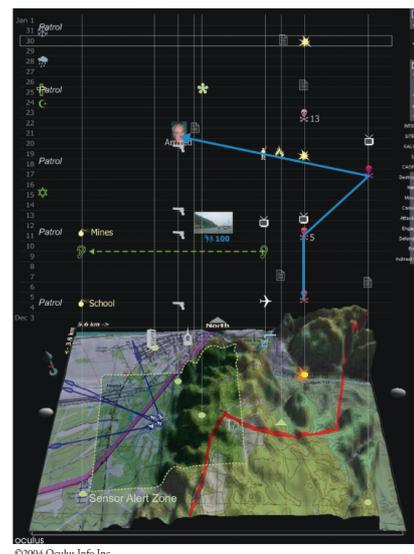
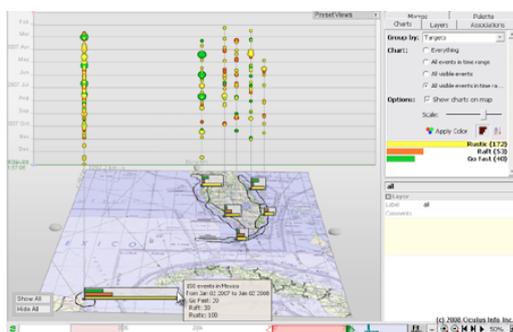
- La troisième dimension
 - Le cube spatio-temporel pour représenter concepts de la Time Geograpy (Hagerstrand)



Space time paths according to Hagerstrand point of view (left) and implemented in a GIS by M.P.Kwan (right)

Différentes représentations du temps

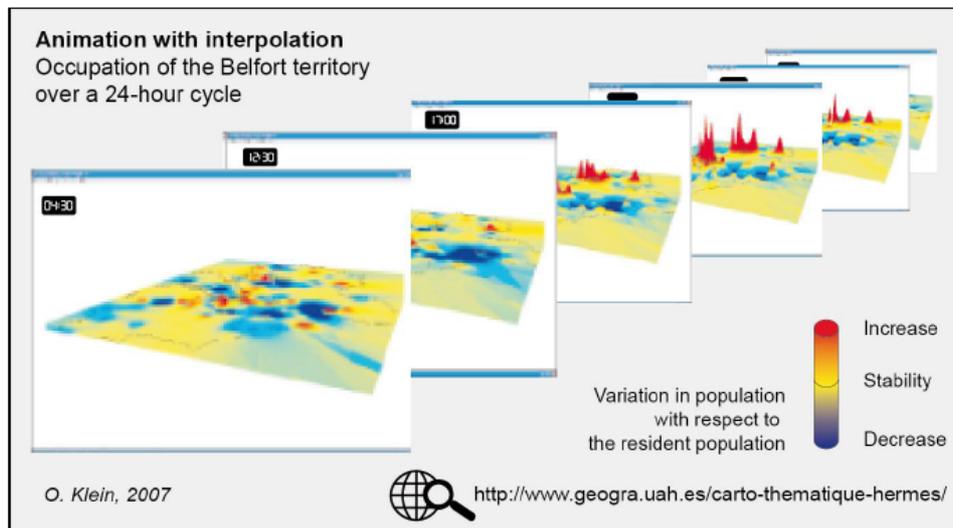
- Evolution technologique et Cube Spatio-temporel
 - L'exemple de Geotime



<http://geotime.com/>

Différentes représentations du temps

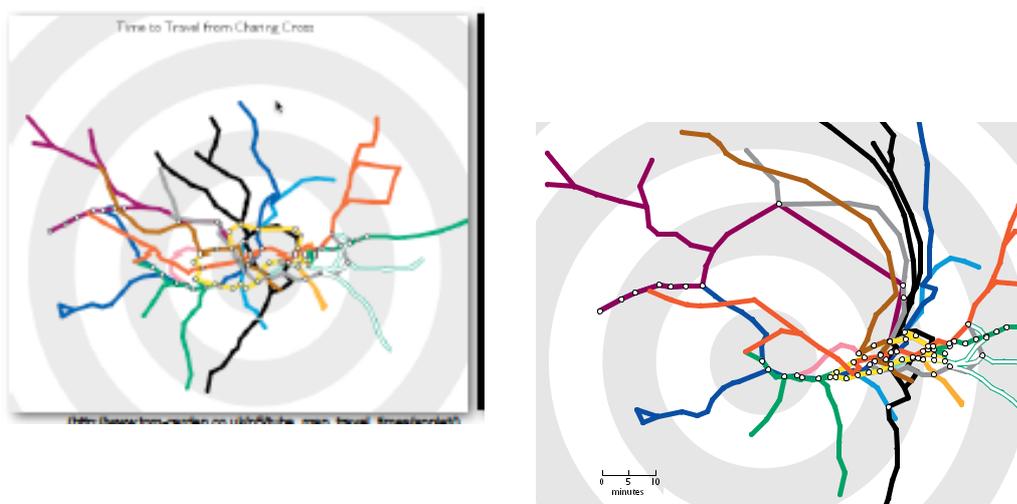
- 3D + Lissage + Animation



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Différentes représentations du temps

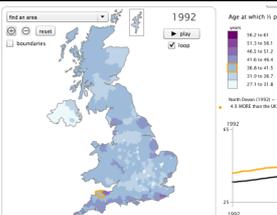
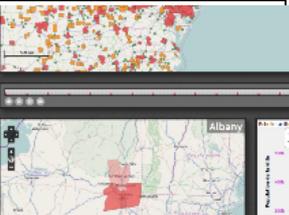
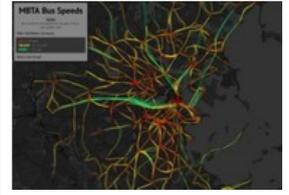
- L'espace « contracté »



http://www.tom-carden.co.uk/p5/tube_map_travel_times/applet/

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Types de dynamiques représentées

		
<p>Localisation d'événements 25% <i>(The Growth of Newspaper across the US)</i></p>	<p>Changement d'états de l'espace 38 % <i>(Ageing and the UK)</i></p>	<p>Changement de forme 6% <i>(Harmonie-Cités)</i></p>
		
<p>Déplacements d'individus 28% <i>(Bostonography)</i></p>	<p>Déplacements de quantités / flux 19% <i>(Small arms and ammunition)</i></p>	

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

ENJEUX ET PERSPECTIVES

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Impacts des nouvelles technologies sur la cartographie



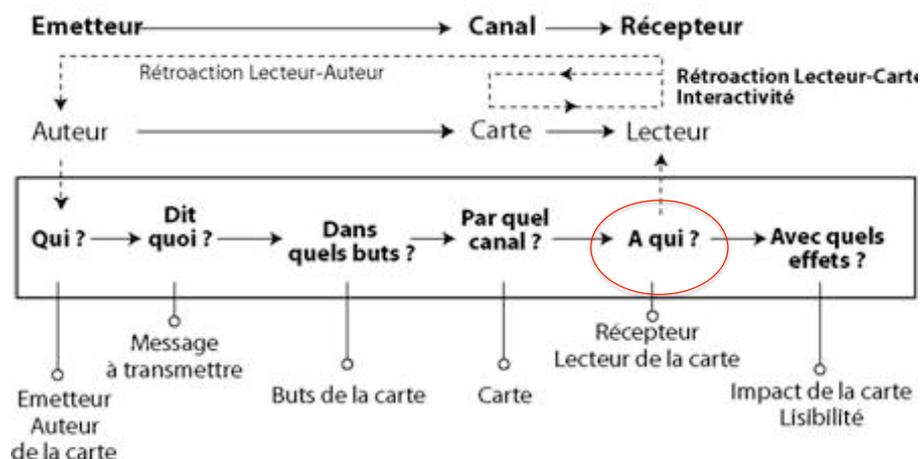
- Renouveau de la cartographie
- Diversité des données à cartographier
- Multiplicité des formes de visualisation
- Apparition de design innovants,
 - parfois au détriment des fonctionnalités

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Reconsidérer le processus de construction cartographique



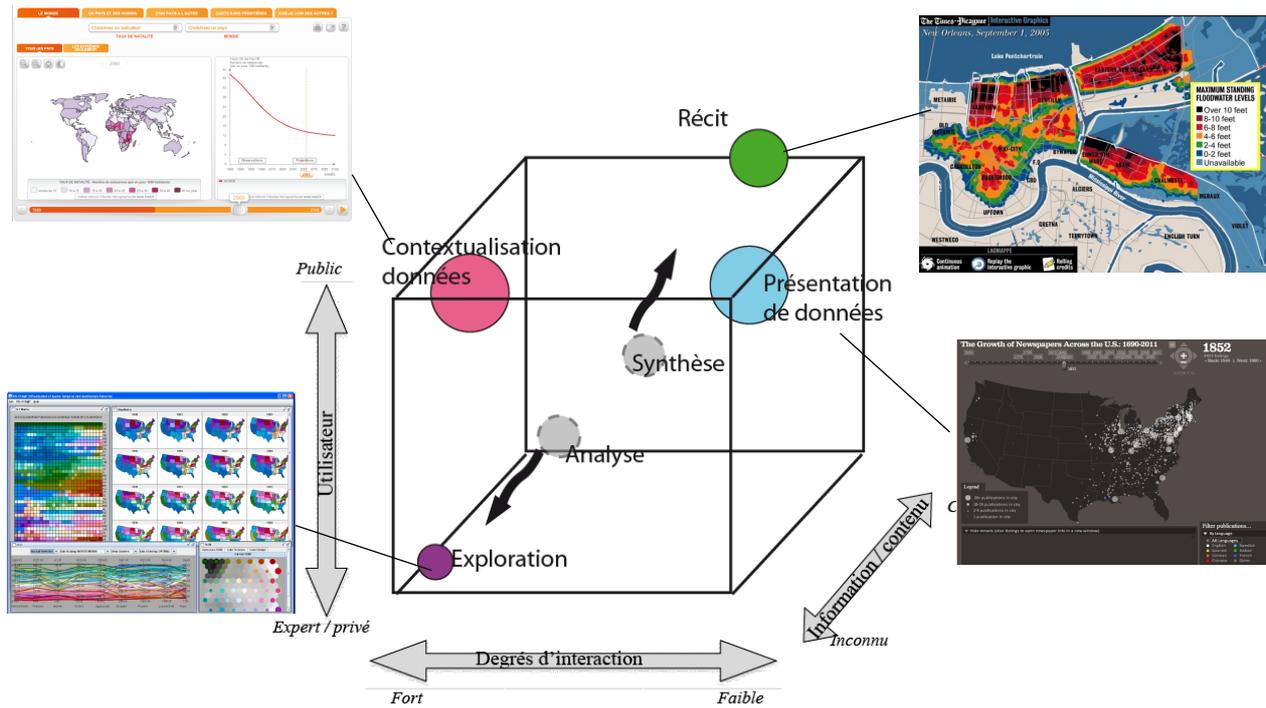
- Utilisateur → au centre du processus cartographique



d'après H. Lasswell (1966) et C. Cauvin (1998)

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Evolution des stratégies de visualisation



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
 Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

De la cartographie à la Géo DataViz

Cartographie

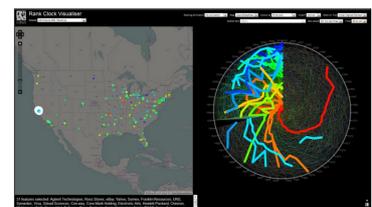
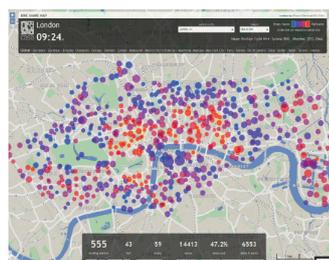
DataViz



Cartographie interactive

Environnements de géovisualisation

« geovisual analytics »



ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
 Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

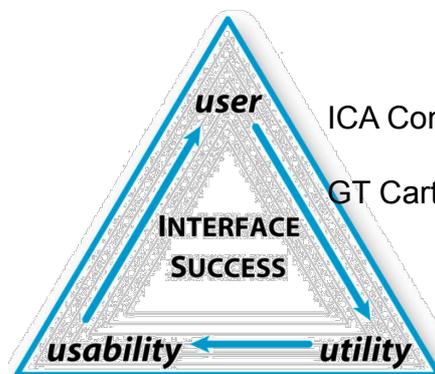
Challenges et problématiques

- Améliorer la prise en compte du temps dans les environnements de géovisualisation
 - Space oriented vs Time oriented
 - L'espace reste plus représenté que le temps
 - Basé sur l'animation
- Ré-explore les legs méthodologiques ?
- Définir des « environnements d'aide à la conception » ?

ECOLE THÉMATIQUE EN GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30 mai – 3 juin 2016 , St Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine – Géovisualisation

Challenges et problématiques

- La question de l'efficacité de ses environnements et leur utilisabilité
- La question de l'évaluation



<http://cogvis.icaci.org/>

Challenges et problématiques

- Représenter des données de plus en plus nombreuses
 - Sémiologie pour des grandes masses de données ?
 - Des données individu-centrée aux structures spatiales ?
 - Clustering / Fouille de données spatiales ou spatio-temporelles / Méthodes d'analyse spatiale

ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine –Géovisualisation

Challenges et problématiques

- Représenter des données de plus en plus nombreuses et imparfaites
 - Approche sémiologique pour représenter la qualité des données

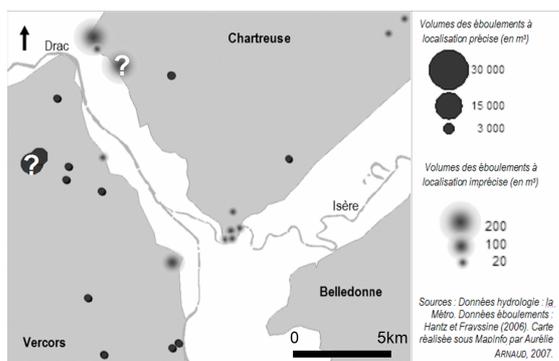
Série	Abstrait	Iconique
Erreur	Taille de point classée* (-) (+)	Cible pointée (-) (+)
Précision	Echelle avec coches (-) (+)	Taille du centre de la cible (-) (+)
Confiance	Aire floue (-) (+)	Cohérence des cibles* (-) (+)
Erreur	Barre d'erreur linéaire (-) (+)	Flèche encadrée d'erreur (-) (+)
Précision	Echelle avec coches (-) (+)	Sablier et autres* (-) (+)
Confiance	Ligne avec points (-) (+)	Cadran solaire et autres (-) (+)
Erreur	Barre remplie et curseur (-) (+)	Smiley (-) (+)
Précision	Echelle avec coches (-) (+)	Crayon (-) (+)
Confiance	Camembert rempli (-) (+)	Feu tricolore (-) (+)

(d'après MacEachren, & al, 2012)

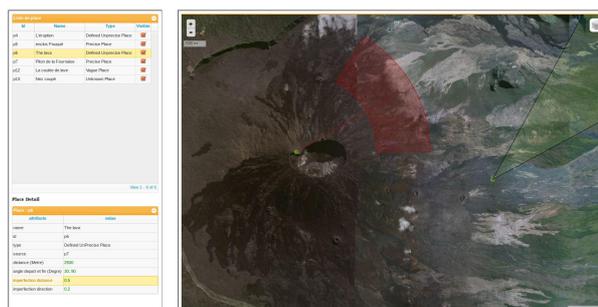
ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine –Géovisualisation

Challenges et problématiques de recherche

- Représenter des données de plus en plus nombreuses et imparfaites
 - La géovisualisation pour contextualiser l'imperfection
 - La géovisualisation pour interagir avec l'imperfection



Arnaud & al, 2010



Snoussi & al, 2012

Challenges et problématiques

- Représenter les données du Géoweb
 - Production de contenus géolocalisés sur le Web de plus en plus croissant
 - La dimension géographique comme une métadonnée
 - Logique de représentation de l'information géographique → logique de représentation géographique de l'information (Riallant, 2009)

Challenges et problématiques

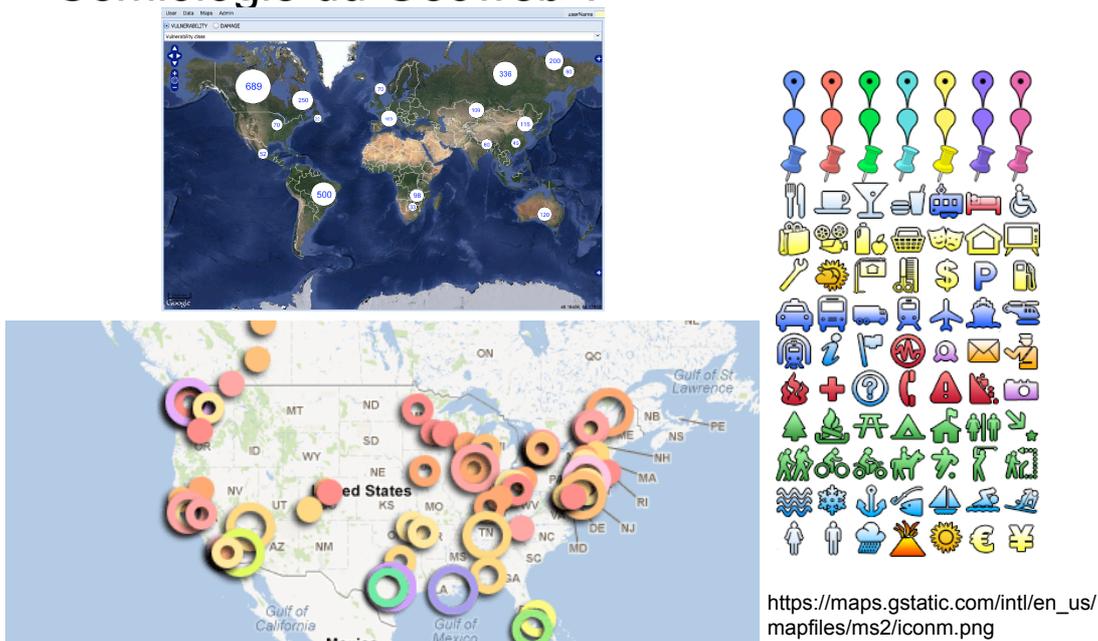
- Présentation des données du Web



ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine –Géovisualisation

Challenges et problématiques

- Sémiologie du Géoweb ?



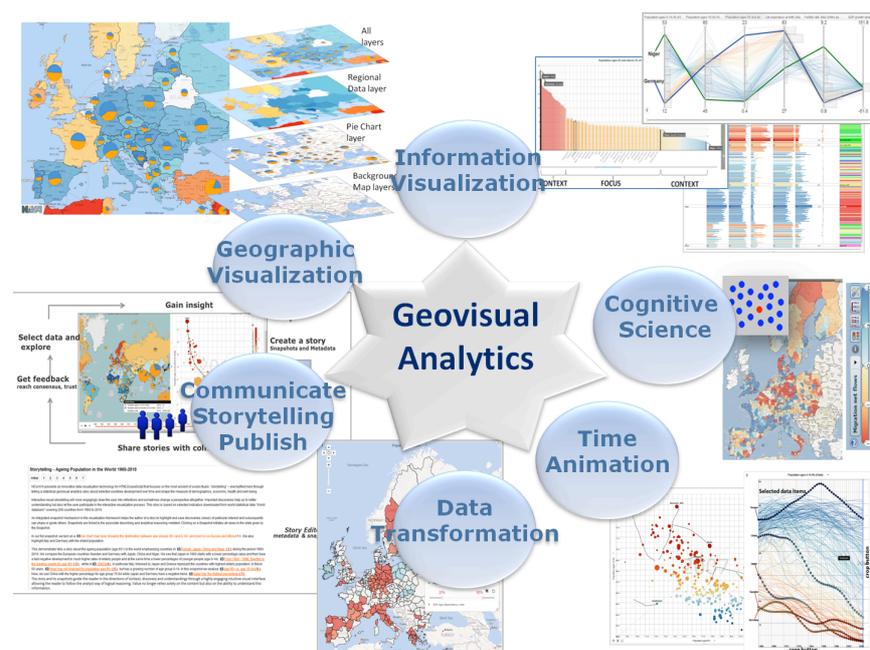
ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine –Géovisualisation

Challenges et problématiques

- Analyse Géovisuelle (GeoVA)
 - « GeoVa focuses on visual interfaces to analytical methods that support reasoning with and about geo-information to enable insights about something for which place matters ». (MacEachren, 2012)
- S'intéresser aux processus de raisonnement qui sous tendent l'exploration des données
 - Amener l'utilisateur à formuler des hypothèses au fur et à mesure de ses découvertes ?
 - Favoriser l'approche abductive ?

ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine –Géovisualisation

Analyse Géovisuelle



<http://ncva.itn.liu.se/>

ECOLE GÉOMATIQUE DU GDR MAGIS 30mai – 3 juin 2016, Saint-Paul en Jarez
Paule-Annick Davoine –Géovisualisation



Merci pour votre attention

Questions ?

Paule-Annick.Davoine@imag.fr



UNIVERSITÉ
LUMIÈRE
LYON 2

