

Géographes et géologues face aux défis de la cartographie numérique

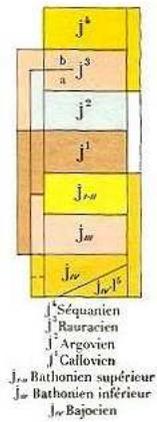
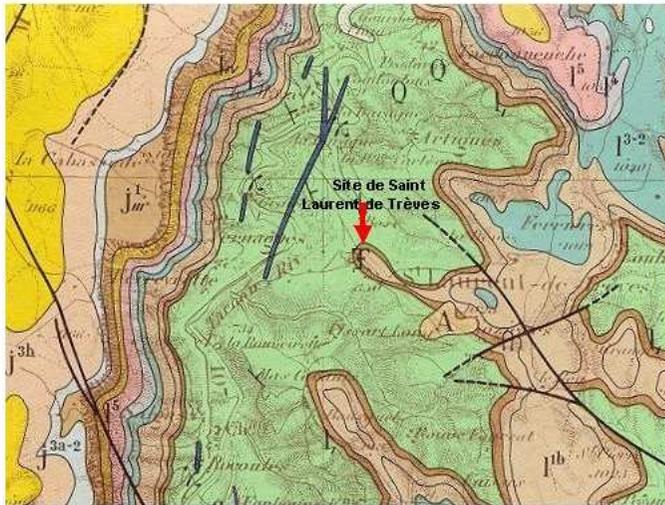


sylvain.genevois@inrp.fr

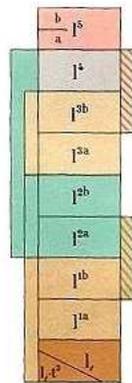
Chargé d'études et de recherche (INRP, équipe EducTice)

Docteur en géographie et en sciences de l'éducation (Université de Lyon)

« Carte géol » et « carte topo »

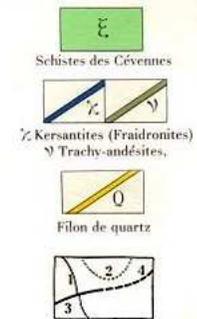


j⁴ Séquanien
j³ Bauracien
j² Argovien
j¹ Callovien
j_{sw} Bathonien supérieur
j_w Bathonien inférieur
j_w Bajocien



l⁵ Aulénien
l⁴ Toarcien
l^{3b} Domérien
l^{3a} Pfienbachien
l^{2b} Lotharingien
l^{2a} Sinémurien (*sensu stricto*)
l^{1b} Hettangien supérieur
l^{1a} Hettangien inférieur
l Rhétien
l^c Rhétien et Trias supérieur (?)

TERRAINS CRISTALLINS ET CRISTALLOPHYLLIENS



1. Contour géologique
 2. Banes morphologiques
 3. Faille visible
 4. Faille masquée ou supposée
- ↘ Pendage des couches
F Cîte fossilifère

Le géologue d'hier et d'aujourd'hui



Source : Géochronique 2005, n°96

Plan

1- La cartographie 2.0 :

évolutions techniques ou révolution géonumérique ?

2- Géographes et géologues face à la carte :

des usages et des pratiques vraiment dissemblables ?

3- Vers une approche commune par les géosciences :

comment s'enrichir mutuellement ?

1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?



<http://portal.onegeology.org/>



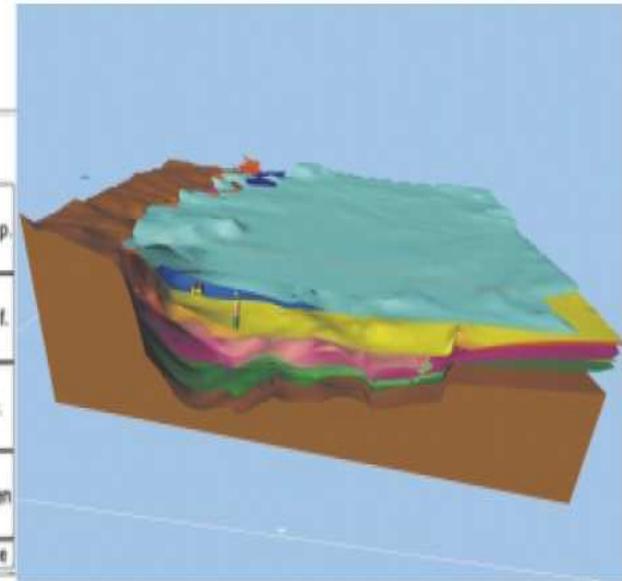
1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?

Imagerie 2D + et vraie 3D



Cape Town en 2D + : carte géologique drapée sur un Modèle Numérique de Terrain

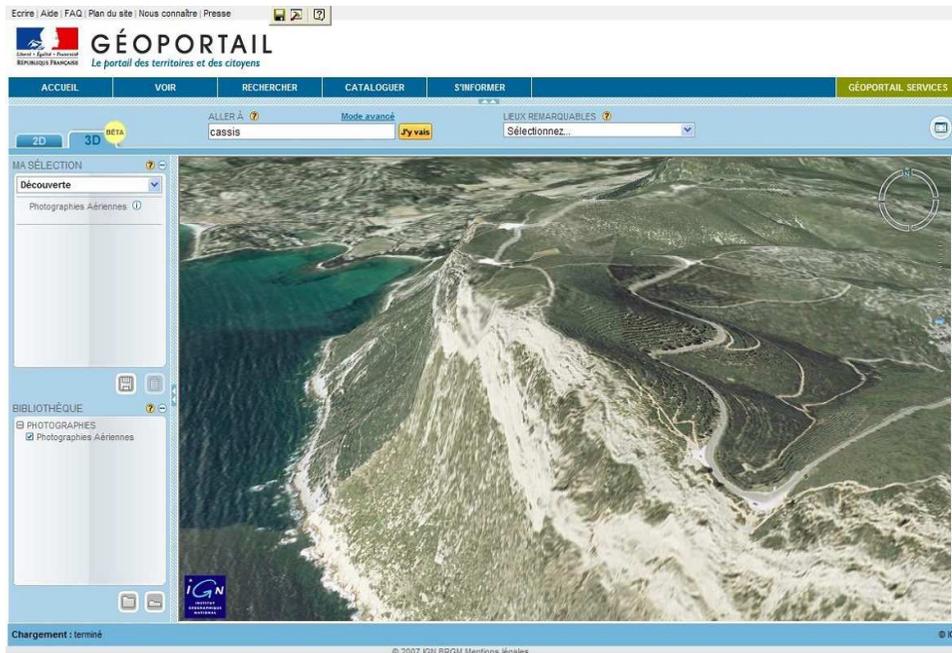
Age (Ma)	Réservoirs		Séries
	Séquences	Étages	
23	S4	Chattien	Oligocène sup.
28	S3	Rupélien	Oligocène inf.
34	S2	Priabonien	Éocène sup.
40	S1	Bartonien	
46	S1	Lutétien	Éocène moyen
<300		Socle	Ante Tertiaire



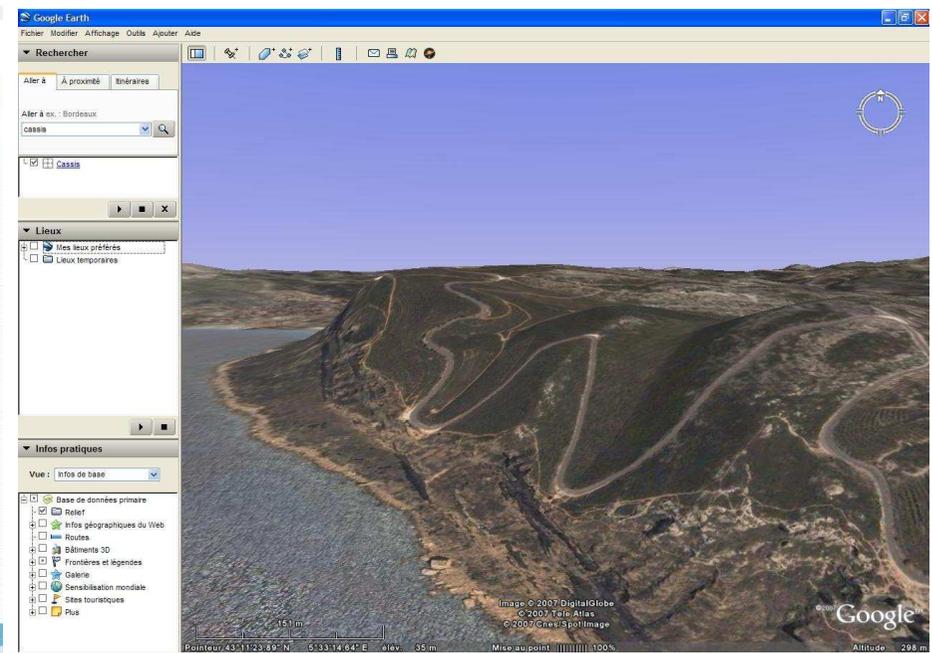
Modèle 3D de la Limagne : cartographie en séquences de dépôt (on ne s'en tient plus uniquement au contenu paléontologique)

1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?

Géoportail

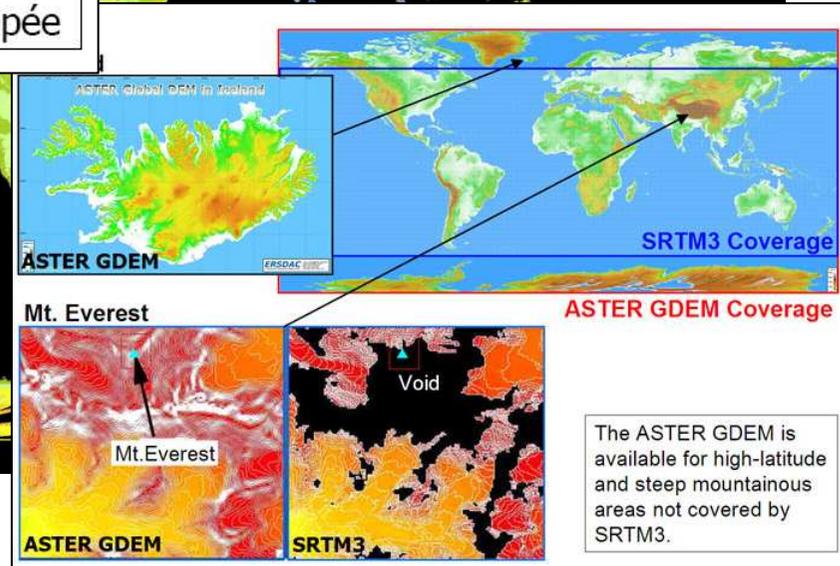
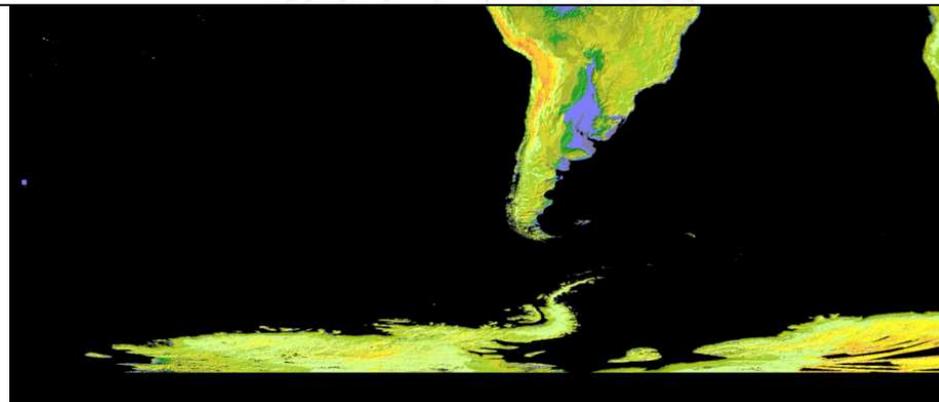
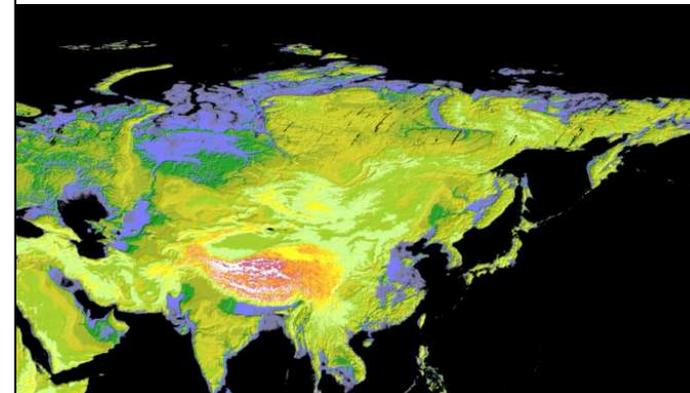
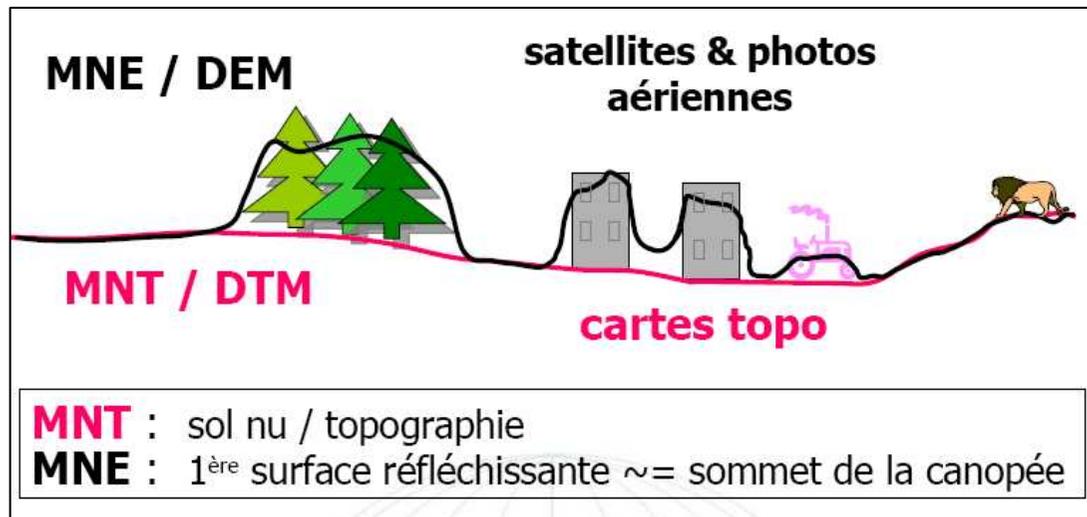


Google Earth



Problèmes de précision du MNT

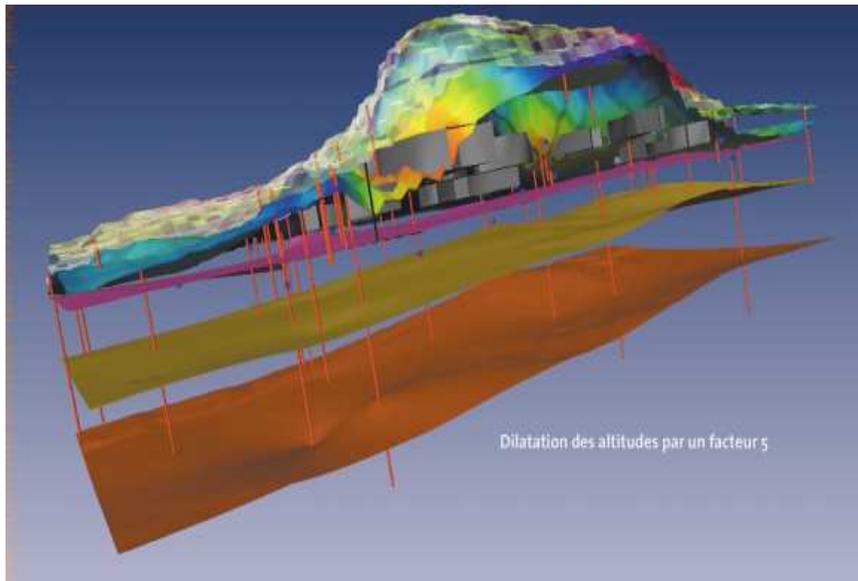
1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?



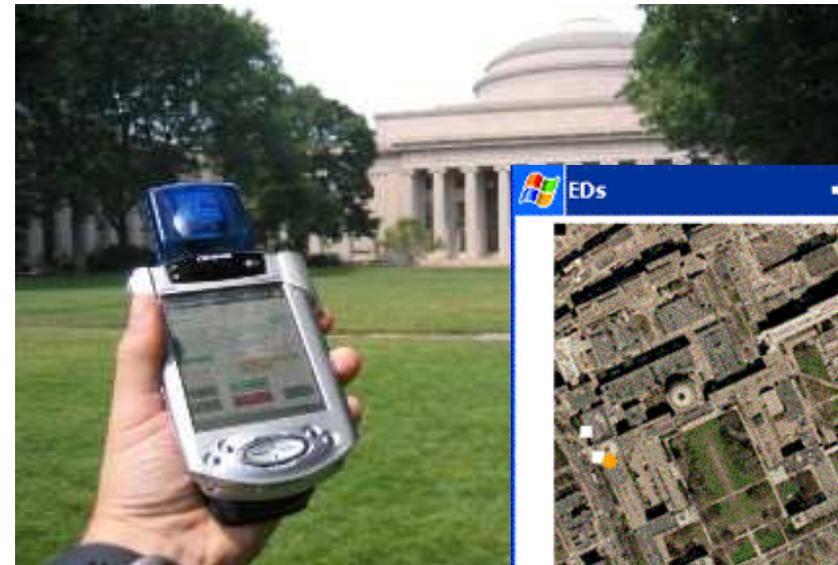
ASTER GDEM vs SRTM3 : problème de précision du MNE

1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?

Réalité virtuelle et réalité augmentée



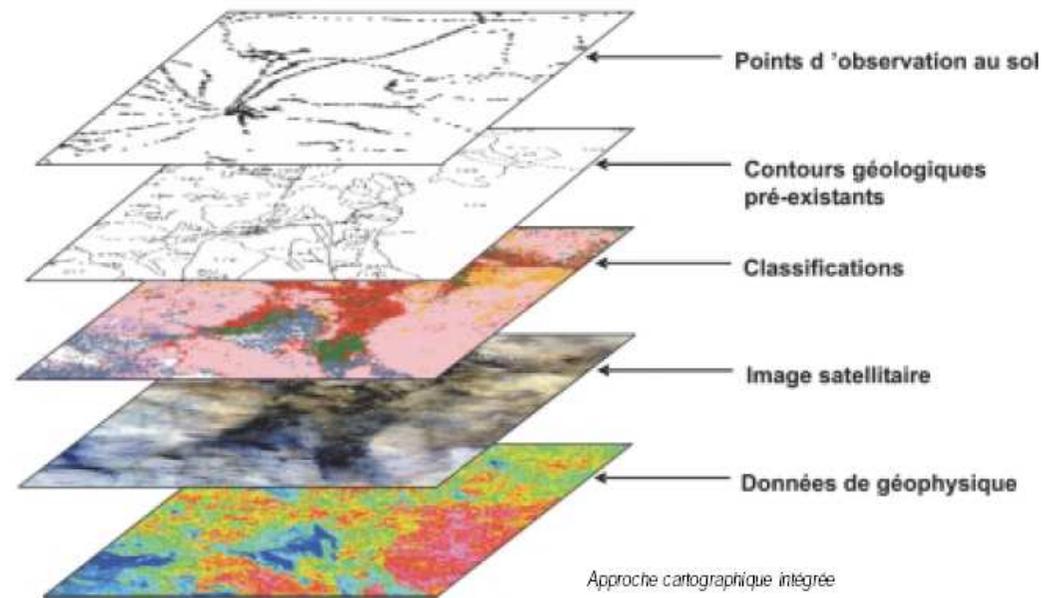
Modèle géologique 3D de la butte Montmartre. Analyse des causes de déformation de terrain détectées par le radar ERS. Dilatation des altitudes par un facteur 5



Jeux géolocalisés :
Environmental Detectives
(MIT)



1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?



La carte géologique dans un SIG :
une couche cartographique parmi d'autres ?

1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?

Disponibilité et gratuité de l'information géographique pour le citoyen
(directive INSPIRE)

La « carte à la carte » : l'utilisateur peut définir sa zone d'étude, procéder à la sélection et à l'extraction des données spécifiques qui l'intéressent. Cette exploitation personnalisée des données, par leur croisement, leur combinaison lui permet de **produire de l'information nouvelle** adaptée à ses besoins

Une cartographie de visualisation plus que de traitement

- frontières entre l'image, la carte et le paysage ?
- frontières entre réel et virtuel ? La carte a tendance à devenir le territoire

→ Des changements importants dans les **dimensions spatiale, temporelle et interprétative** de la carte

→ Vers une nouvelle culture cartographique qui nécessite une **maîtrise de l'information géographique (géologique)**

1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?

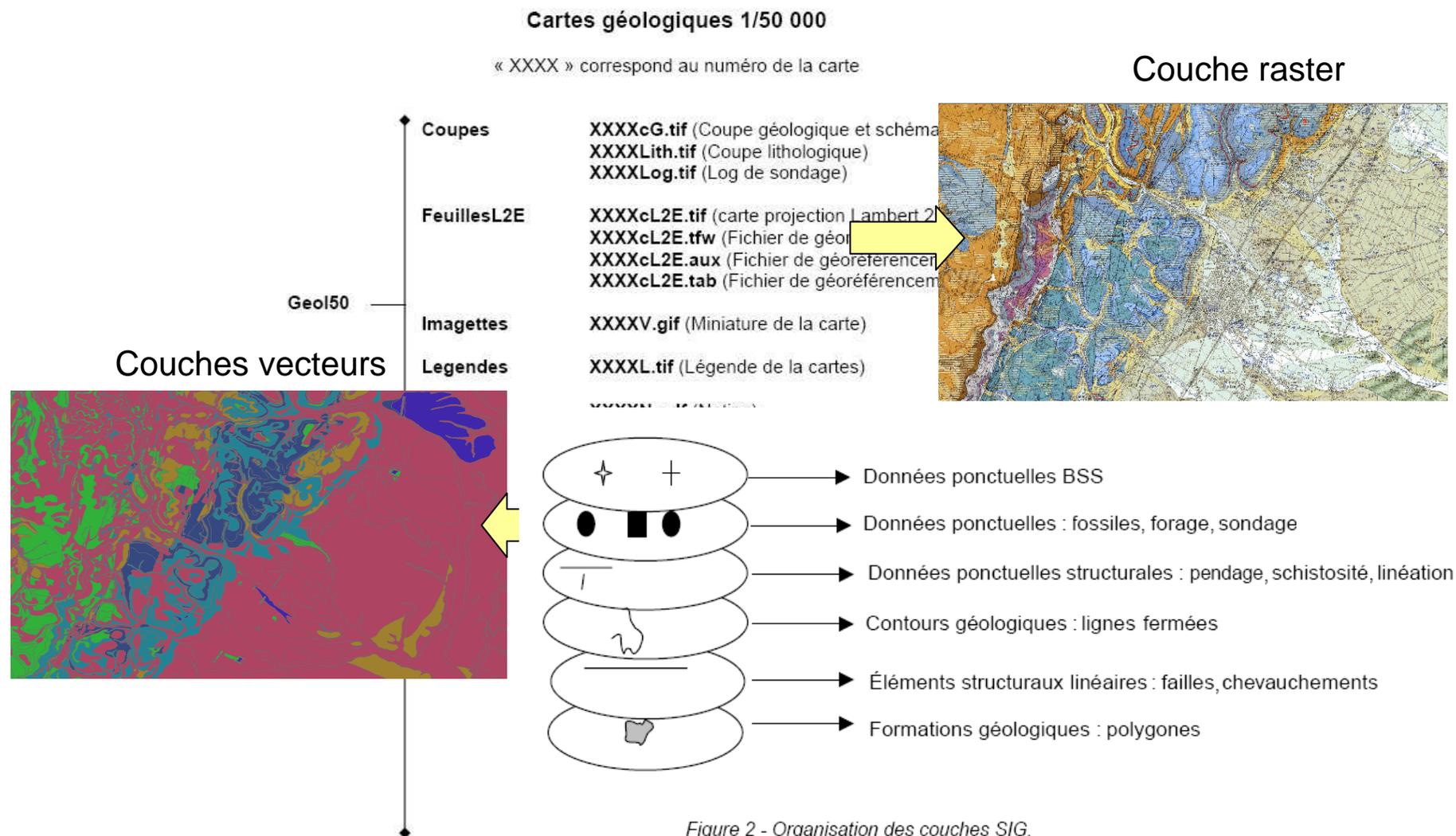


Figure 2 - Organisation des couches SIG.

1- Evolutions techniques ou révolution géonumérique ?

1 Territoires artificialisés

11 Zones urbanisées

- 111 Tissu urbain continu
- 112 Tissu urbain discontinu

12 Zones industrielles ou commerciales et réseaux de communication

- 121 Zones industrielles et commerciales
- 122 Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés
- 123 Zones portuaires
- 124 Aéroports

13 Mines, décharges et chantiers

- 131 Extraction de matériaux
- 132 Décharges
- 133 Chantiers

14 Espaces verts artificialisés, non agricoles

- 141 Espaces verts urbains
- 142 Equipements sportifs et de loisirs

2 Territoires agricoles

21 Terres arables

- 211 Terres arables hors périmètres d'irrigation
- 212 Périmètres irrigués en permanence
- 213 Rizières

22 Cultures permanentes

- 221 Vignobles
- 222 Vergers et petits fruits
- 223 Oliveraies

23 Prairies

- 231 Prairies

24 Zones agricoles hétérogènes

- 241 Cultures annuelles associées aux cultures permanentes
- 242 Systèmes culturaux et parcellaires complexes
- 243 Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants
- 244 Territoires agro-forestiers

3 Forêts et milieux semi-naturels

31 Forêts

- 311 Forêts de feuillus

Correction de la base Corine Land Cover 2000 (CLC 2000) :

La base CLC 2000 a été corrigée avec l'aide de données auxiliaires (BD Ortho®, globes virtuels) et des images 2006 disponibles, afin de produire la base CLC 2000 révisée.

Constitution de la base des changements 2000-2006 :

Par comparaison des images 2000 et 2006, les changements de plus de 5 hectares ont été cartographiés.

Exemple : apparition du tissu urbain discontinu (code 112)

Construction de Corine Land Cover 2006 (CLC 2006) :

La base de données CLC 2006 a été produite par addition de la base CLC 2000 révisée et de la base des changements 2000-2006.

Données	Format	Projection	
CLC 2006	SHP	Lambert 93	

[Télécharger les données Corine Land Cover de l'emprise](#)

REPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ÉCARTONNEMENT
ET DE LA MER

European Environment Agency

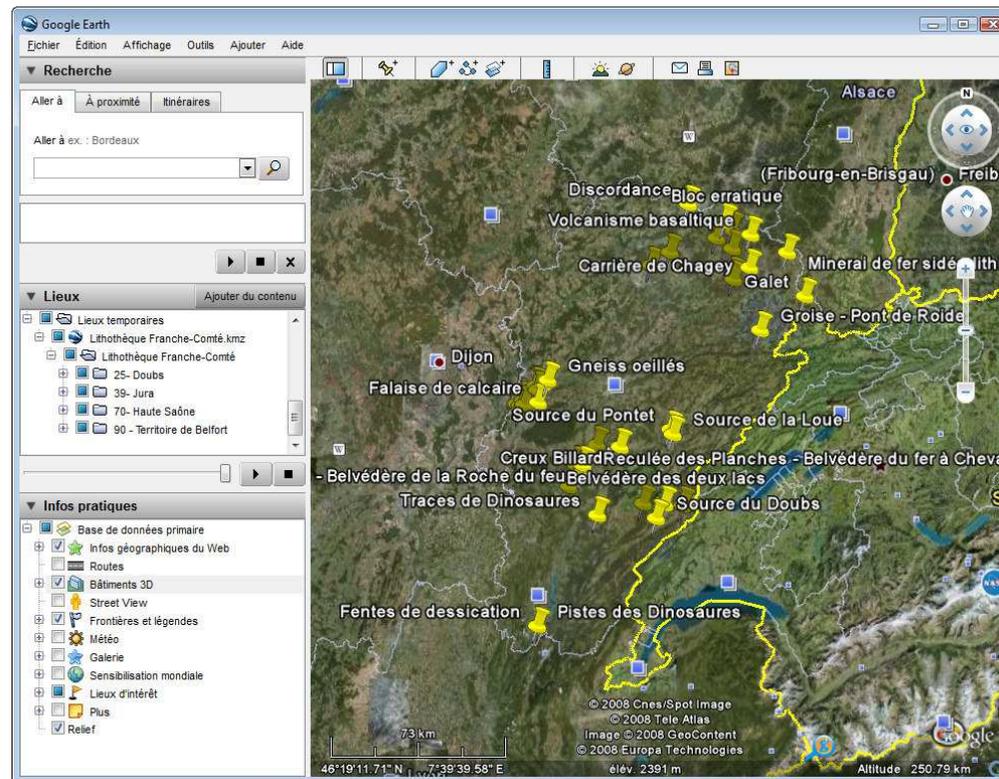
Site de l'IFEN : <http://sd1878-2.sivit.org/>

2- Géographes et géologues face à la carte

Des points de divergence

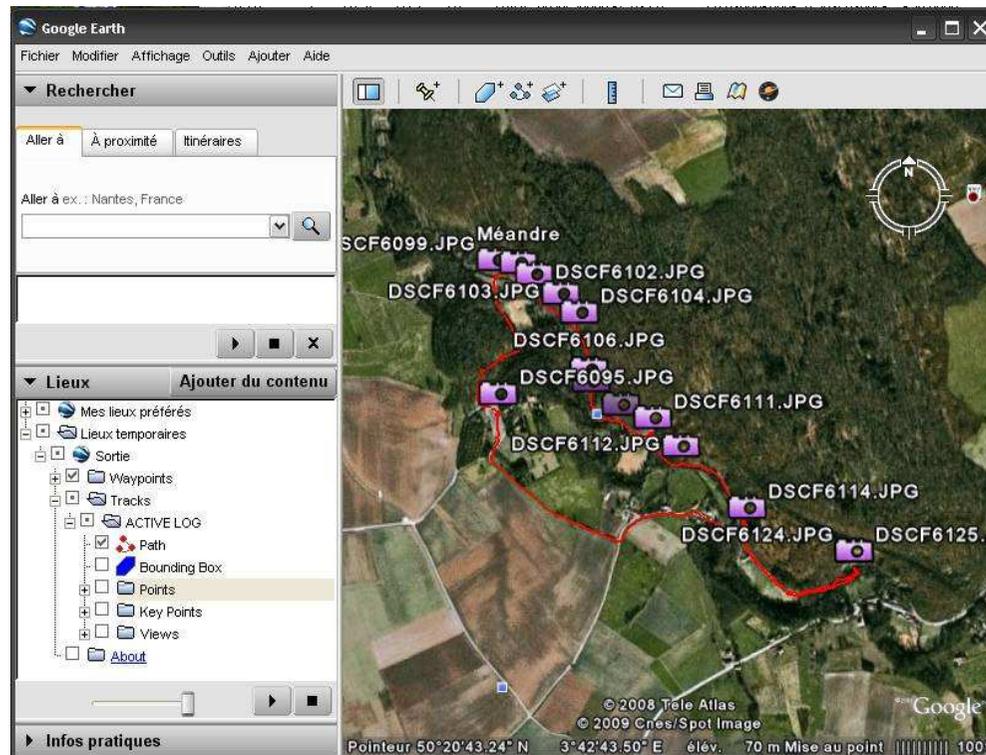
- **le rapport à la carte** = un modèle d'interprétation à discuter pour les géologues / une « re-présentation » graphique pour les géographes (sauf cartes-modèles du type chorèmes)
- **le rapport à la sémiologie graphique** : problèmes du langage cartographique assez secondaire pour les géologues, plus important pour les géographes
- **Le rapport à « l'espace » / au « terrain »** : avant même le premier contact avec le terrain, le géologue élabore des hypothèses sur la structure de la région ; une fois sur place il recherche des indices pour confirmer/infirmier le modèle ou le faire évoluer.
- **Le rapport aux TICE et à l'imagerie numérique** : plus développé en SVT, mais changement avec l'explosion des géotechnologies
- **Le rapport aux savoirs et aux savoirs-faire** : démarche expérimentale, rôle de l'investigation et de la résolution de problème, rôle des instruments de mesure

Sortie de terrain : un rapport « indiciaire » à la carte



Le choix des « arrêts » : indices, icones ou symboles ?

Sortie de terrain : la carte, « empreinte » du réel ?



Autoréférence cartographique : processus de référence circulaire où la carte, n'ayant plus besoin de se référer à l'espace qu'elle représente ni aux choix de l'auteur qui l'a conçue, devient en quelque sorte le territoire même : c'est le principe de la métaphore (Genevois, 2008)

Des points de convergence

- **Des ambiguïtés aussi bien des géologues que des géographes face à la carte** où ne sont pas distinguées les observations analysées et les interprétations (cf non prise en compte de la partie interprétative de la carte géologique, Savaton 1998)
- **Des limites liées aux techniques cartographiques** : passage de la 3D à la 2D ou inversement, interpolation des contours entre les affleurements, problème de conflit entre la représentation des formations superficielles et celle des terrains sous-jacents (d'où nombreux traits en pointillés pour limites géologiques supposées)
- **Des pratiques scolaires autour de la carte très diverses et peu formalisées** (la carte géologique comme la carte topographique ne font plus partie des enseignements et des concours)
- **Des pratiques ritualisées par la discipline scolaire** : ex) rituel de la coupe géologique ou du schéma structural en SVT / de la « carte de géographie » ou du croquis en HG
- **Des difficultés pour construire des situations d'apprentissage instrumentées** en adéquation avec les exigences scientifiques et didactiques de la discipline
- **Des problèmes de poids respectif au sein d'une polydiscipline** : géographie et géologie sont deux disciplines « minoritaires » au sein du couple HG et du couple SVT

La carte géologique (définitions)

- La carte géologique, instrument indispensable à toute **approche du terrain**, est une **interprétation personnelle** d'observations dispersées. Le géologue projette, sur le papier ou sur l'écran, sa culture scientifique, c'est-à-dire qu'il considère les objets après des opérations mentales et pas seulement avec des observations. Bref, la carte est une publication scientifique réalisée à partir d'**observations isolées**, réunies en une **hypothèse cohérente**, conduite à partir des concepts personnels inscrits dans la culture de son temps. Elle est une **étape dans l'histoire des sciences...**
La carte géologique, document synthétique, est aussi une image : elle relève sémiologiquement des procédés de **codage et décodage visuel de l'image**. La lecture d'une carte, comme son lever, est une étape indispensable à la formation de tout géologue. Elle évolue grâce aux techniques d'analyse et de communication

(Dercourt, 2005).

- La carte traduit de manière codée l'état des connaissances géologiques de son époque. Elle est un objet complexe par le codage des différentes roches et terrains dans les trois dimensions de l'espace et dans le temps. **Cette complexité est un obstacle majeur à son apprentissage**. Ces dimensions étant indissociables d'un enseignement construit de la géologie, un apprentissage de leur **décodage cartographique** est incontournable. Il passe nécessairement par un travail sur la représentation spatiale de la disposition des terrains. Il doit permettre d'introduire une réflexion sur **la construction scientifique d'un savoir, au delà de la géologie**.

(Savaton, 1998)

La « classe de terrain » : mise en tension d'un *modèle scientifique* et d'un *registre empirique*

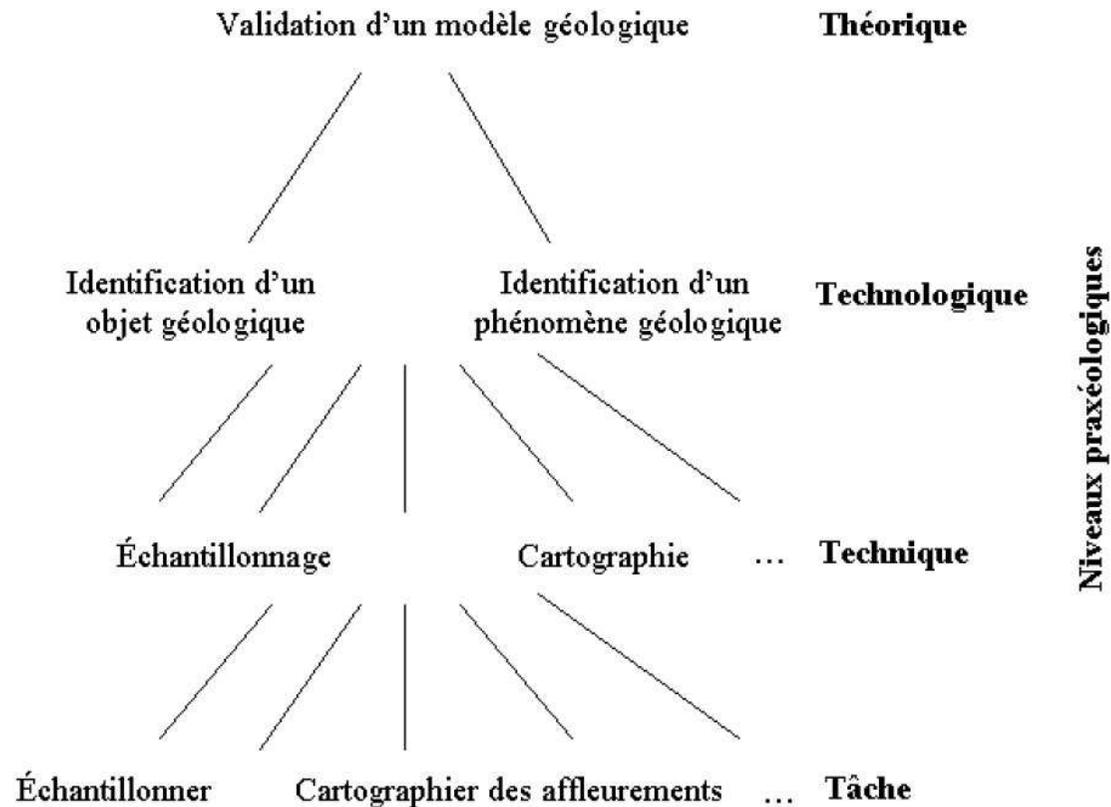


Figure 3 : La classe de terrain, différents niveaux praxéologiques
(Sanchez 2007)

Place et statut de la carte dans la préparation, la conduite et l'exploitation de la classe de terrain



Préparation de l'itinéraire



Géolocalisation des images



Exploitation des données prélevées

(Source : Sanchez, 2007)

3- Vers une approche commune par les géosciences

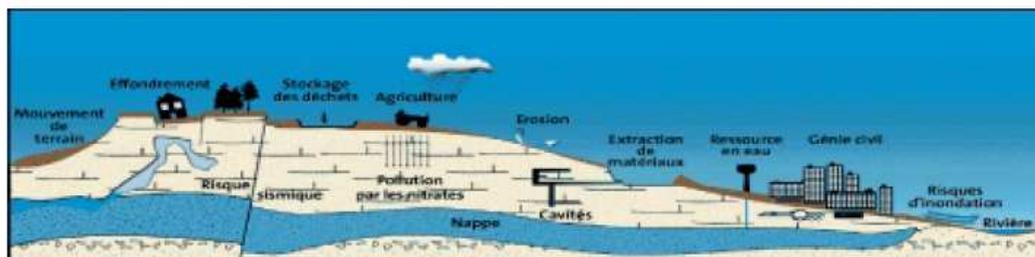
SIG comme **Systèmes d'Information Géoscientifiques** :

- Géosciences = géophysique, géochimie, géologie, hydrogéologie... et géographie ?
- Intégrer des données éparses et hétérogènes pour en faire des outils d'aide à la décision, notamment environnementale → problèmes de format, d'interopérabilité, de catalogage...
- Manque de jeux de données à l'échelle locale (malgré les [lithothèques](#))
- Efforts pour accompagner les usages : [InfoTerre](#), [Eduterre](#), [Eduterre-usages](#)

3- Vers une approche commune par les géosciences

Intérêt croissant pour la géologie de surface dans le cadre de l'**Education au Développement Durable (EDD)** :

- environnement et préservation des espaces naturels
- activités humaines
- matériaux exploitables
- zone de stockage et de transfert pour l'eau
- filtre ou réceptacle pour les pollutions
- gestion et prévention des risques naturels



Eau	Risques	Pollution	Géothermie
- perméabilité - porosité - volume...	- résistance mécanique - teneur en argiles - teneur en eau - taille cavités...	- teneur en argiles - perméabilité - adsorption...	- conductivité - perméabilité - dureté...

Paramètres et thématiques dans la tranche 0 - 100 m.

4 parcours de formation sur les globes virtuels (dispositif Pairform@nce)

The screenshot shows the Pairform@nce web application interface. At the top, there is a navigation bar with the logo 'pairFORM@NCE' and the tagline 'formation collaborative en ligne'. To the right of the logo are links for 'Ressources', 'FAQ', 'Forums nationaux', and 'Support'. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads 'Accueil Fabrique > ... > Parcours en expertise > 1-09d Globes virtuels 4'. A 'Mode édition' button and a 'Prendre le rôle...' dropdown menu are visible. The main content area features a circular profile picture of a woman, a keyboard icon, and the text 'Autre'. The title of the course is 'GLOBES VIRTUELS 4 - Conduire une sortie de terrain ou un géo-projet'. Below the title is a section for '1 Introduction' with a paragraph of text: 'Les globes virtuels sont des outils de visualisation d'information géographique en ligne, mais ils peuvent parfois être utilisés sur le terrain. Couplé à un GPS, ils permettent d'associer une géolocalisation sur une carte numérique ou une photographie aérienne, tout en enregistrant un trajet accompagné de repères.' Below the text is a photograph of a person holding a white laptop outdoors, with a hand holding a rock in the foreground. On the right side of the interface, there are several panels: 'Utilisateurs en ligne' showing '(5 dernières minutes)' and the name 'Sylvain Genevois'; 'Messages' showing 'Aucun message en attente Messages...'; 'Discussion en direct'; and 'Forum : Se présenter'. On the left side, there is a sidebar with the user's name 'Sylvain Genevois', a 'Voir mes rôles Déconnexion' link, a 'Raccourcis' section, a 'Recherche' box, and a 'Personnes' section with a 'Participants' list containing items like 'Accueil', '1. Introduction', '2. Choix des contenus - Formation des équipes', '3. Autoformation - Coformation', '4. Production collective d'une activité ou séquence pédagogique', '5. Mise en oeuvre de la séquence', and '6. Retour réflexif sur cette mise en oeuvre'.

<http://edu-fc.pairformance.education.fr/>

Conclusion

- Nouveau paradigme = la cartographie de visualisation
 - *Voir pour (mieux) comprendre*
 - « *le Visible = le Vrai = le Réel* » (R. Debray) ?

 - Intérêts de la cartographie numérique pour l'éducation :
 - **immersion** (naviguer dans l'image / l'espace)
 - **géovisualisation** (voir sous différents angles)
 - **simulation** et **modélisation** (faire des hypothèses et les tester)

 - Limites :
 - **hyperréalisme**
 - **virtualisation de l'espace**
- Vers une nouvelle éducation à la maîtrise de l'information géographique et géologique ?

Références

- La carte géologique d'hier à aujourd'hui. Géochronique n°96, 2005
http://www.brgm.fr/brgm/GEO/fichier/Carte_geol_geochron.pdf
- La carte géologique (article Wikipédia)
http://fr.wikipedia.org/wiki/Carte_g%C3%A9ologique#La_carte_g.C3.A9ologique_en_France
- InfoTerre, Eduterre et Eduterre-usages
<http://infoterre.brgm.fr/>, <http://eduterre.brgm.fr/>, <http://accés.inrp.fr/eduterre-usages/>
- Les cartes du BRGM au 1/50 000 dans Google Earth
<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-BRGM-kml.xml>
- Savaton, P. (1998). *La carte géologique dans le secondaire. Bilan historique et didactique ; réflexion et proposition d'apprentissage*. Thèse de sciences de l'éducation, Université Paris 7 Denis Diderot.
- Sanchez, E. (2007). *Investigation scientifique et modélisation pour l'enseignement des sciences de la Terre. Contribution à l'étude de la place des technologies numériques dans la conduite d'une classe de terrain au lycée*. Thèse de doctorat de l'Université de Lyon, Laboratoire d'études du phénomène scientifique (LEPS). <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00199077/fr/>
- Genevois, S. (2008). *Quand la géomatique rentre en classe. Usages cartographiques et nouvelle éducation géographique dans l'enseignement secondaire*. Thèse de doctorat. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00349413/fr/>