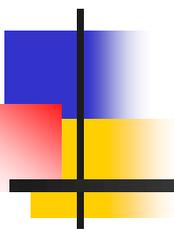


Forme, Fonctionnalité et Esthétique

L'esthétique peut-elle être une « mesure » de l'optimalité fonctionnelle de la forme ?



MARTIN PH.

Fédération de recherche : Agorantic — UAPV

UMR 7300 ESPACE du CNRS

Avignon — Décembre 2016

Formes euclidiennes à l'interface de l'anthroposphère et de l'atmosphère



Globular
Brancusi
1928

**Fascination
anthropique
des formes
euclidiennes
lisses**

Immeuble
de verre



Jeux entre euclidianité, fractalité et échelles en milieu naturel et anthropique

(R. Magritte, 1967, Le cri)

- **Contour** sub-euclidienne de la **feuille** *vs* limite fractale de l'**arbre**
- **Mur** sub-euclidien *vs* **relief** fractal en arrière-plan
- **Inversion** entre la grande échelle de la feuille et petite échelle de l'arbre (au sens géographique)
- **Homologie de structure** entre les nervures de la feuille et le branchement de l'arbre



Chaos de Montpellier le Vieux comment décrire ces structures spatiales ?



Fractalisation non désirée d'une mémoire de l'Empire romain (G. Chouquer, 2000)

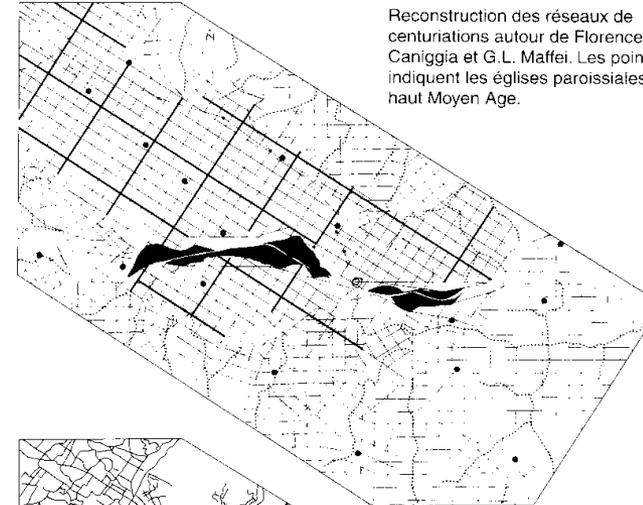
■ En haut :

- **Centuriations** du territoire de Florence, Italie.

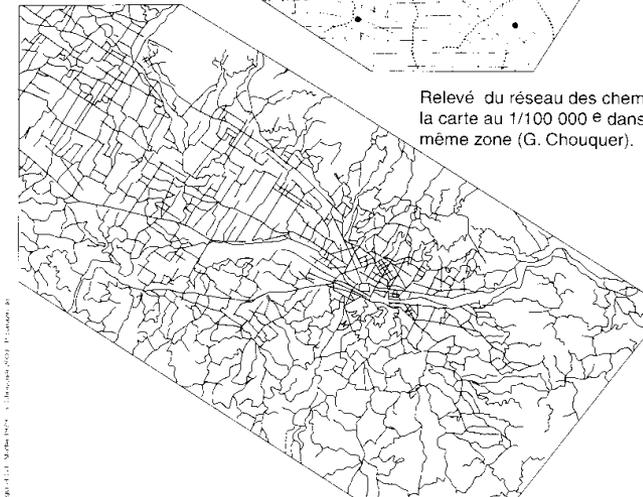
■ En bas :

- **Réseau viaire** actuel levé sur la carte à 1/100 000

■ La structure fractale est l'attracteur du processus historique



Reconstruction des réseaux de centuriations autour de Florence par G. Caniggia et G.L. Maffei. Les points noirs indiquent les églises paroissiales du haut Moyen Age.

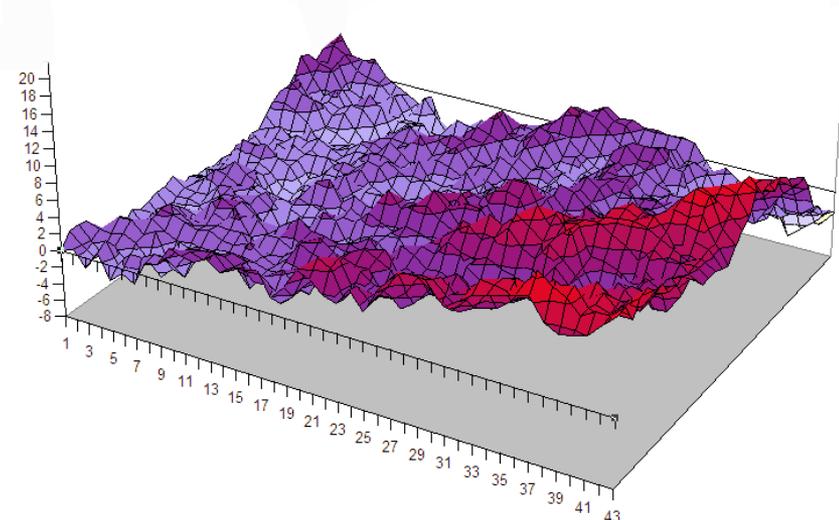
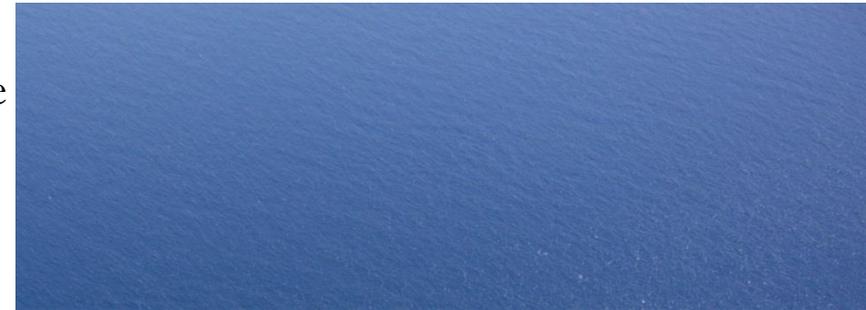


Relevé du réseau des chemins sur la carte au 1/100 000 e dans la même zone (G. Chouquer).

Des entités a-géographiques, car totalement symétriques

Définition d'un cadre théorique

- Une **mer d'huile** : tout lieu est égal à tout lieu ; aucune différence après application d'une symétrie (translation, rotation, miroir, dilatation) ; pas de structure scalaire ($D=2$: surface euclidienne totalement **déterministe**)
- Une **surface brownienne** : le fait de connaître la position d'un point ne renseigne en rien sur la situation de tout autre point dans quelle que soit la direction et quelle que soit la distance ; aucune autocorrélation spatiale (bruit), mais il existe une structure fractale ($D_f=2,5$: **indétermination totale**)
- Les **interfaces géographiques** se situent entre ces deux archétypes par **brisure** d'une ou de symétries (morphogénèse) mais sans toutefois être totalement aléatoires



Rôle de la forme tangible

- **La forme** une fois déployée **interagit avec les flux**. Elle les modifie
- C'est le cas ici de cette cascade et des gorges à Yellowstone
- En cela **la forme déployée devient causale**



L'espace froissé des Cévennes (MNT 50 m)

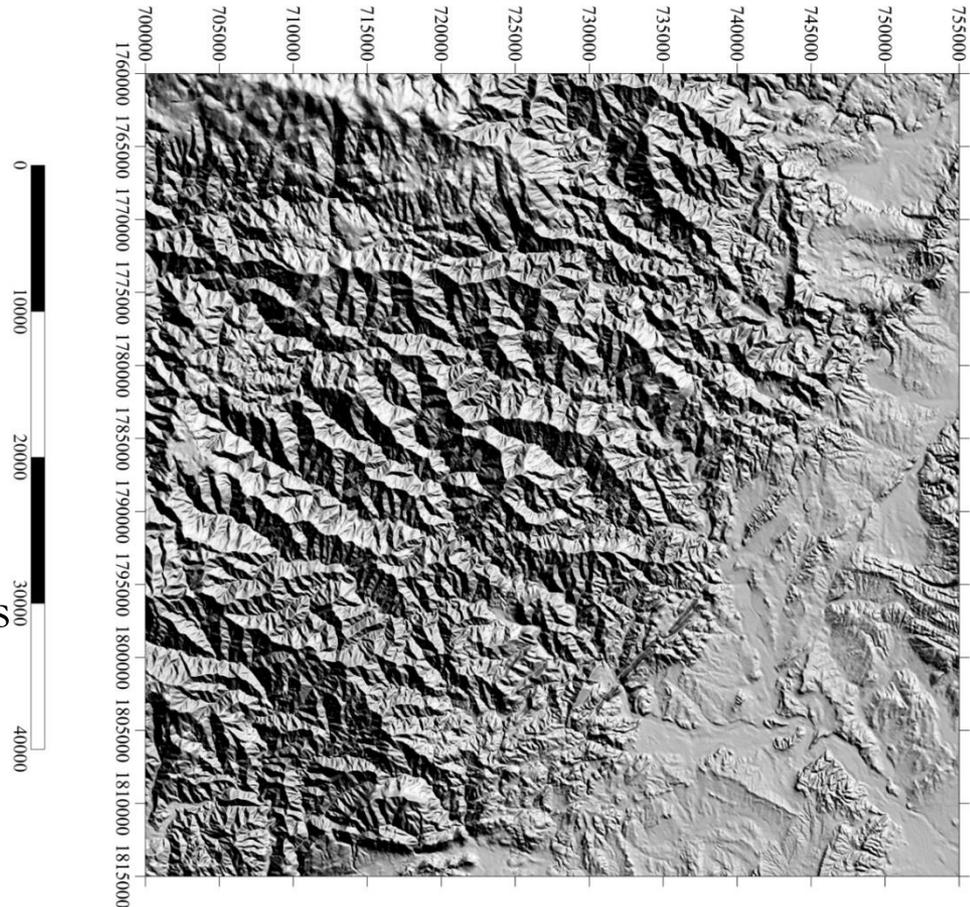
Information de base

■ Quelles lectures ?

- Lithologique
- Tectonique
- Hydrographique
- Morphologique...

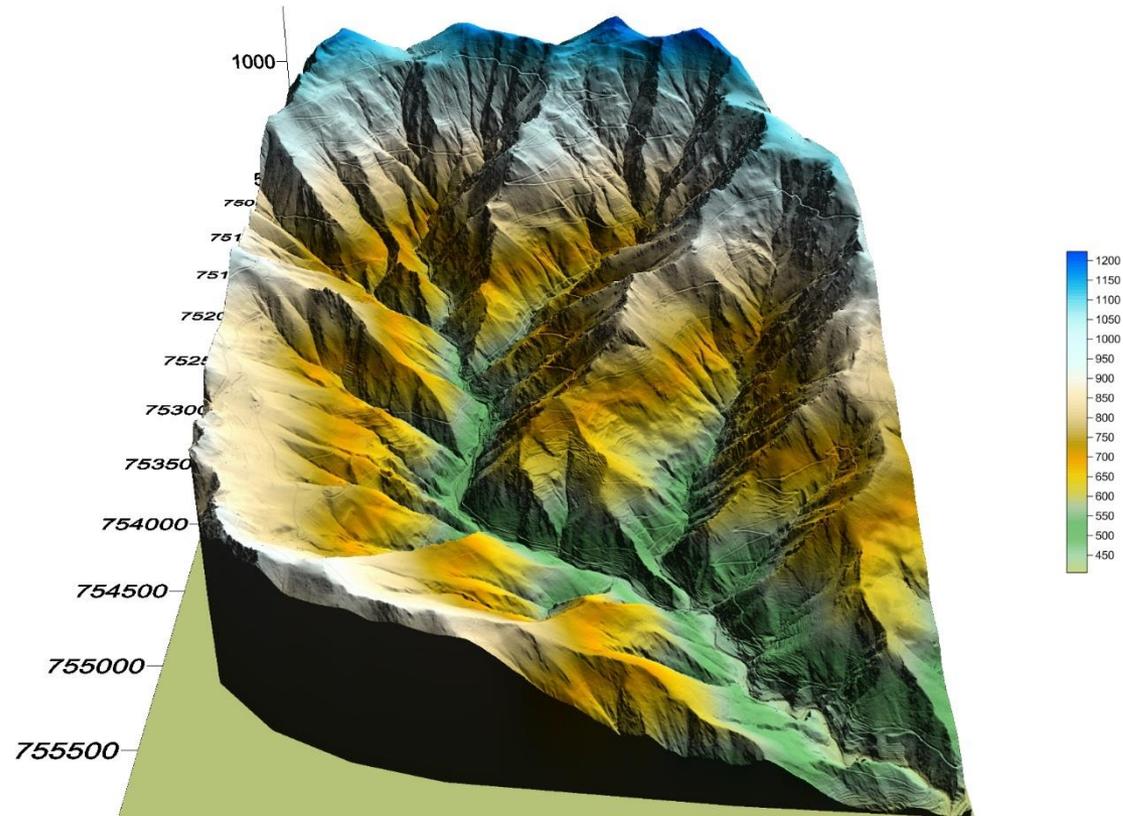
■ Quelles logiques ?

- Topologique, géométrique (rapports de position)
- Fractale (rapports scalaires)
- Thermodynamique (structures dissipatives)

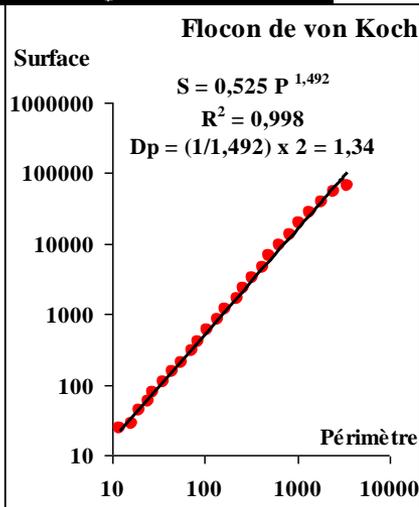
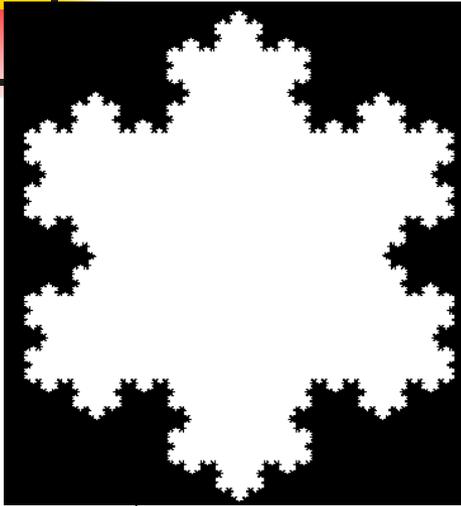


Sous bassin de Tournegelle (Gardon)

MNT lidar à 2 m



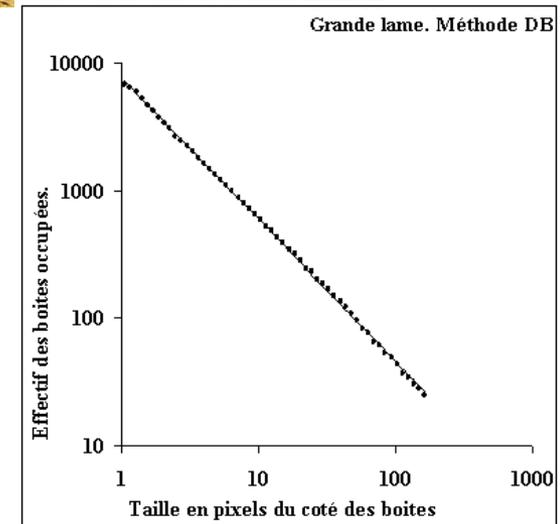
Invariance d'échelle : flocon de von Koch et dentelle de roche en siphon (corrosion à cinétique lente et donc surface d'échange vaste)



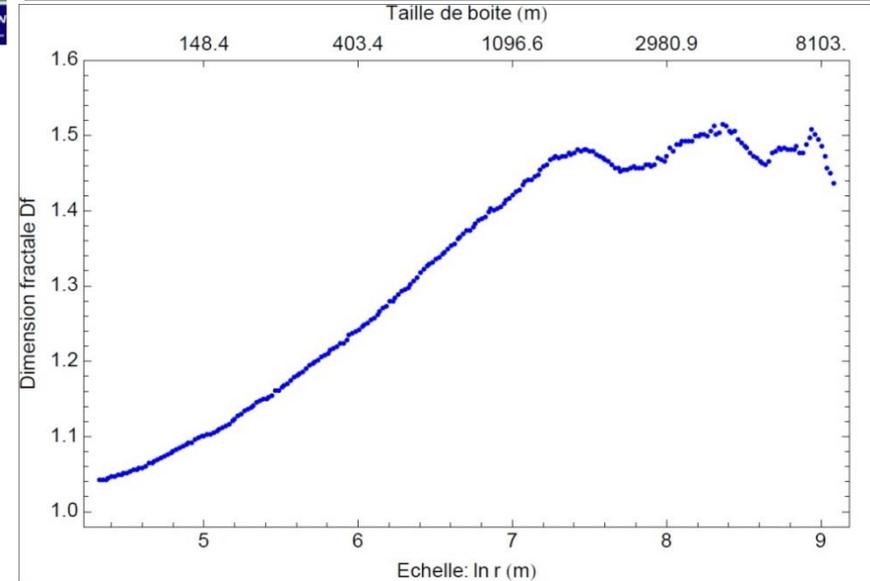
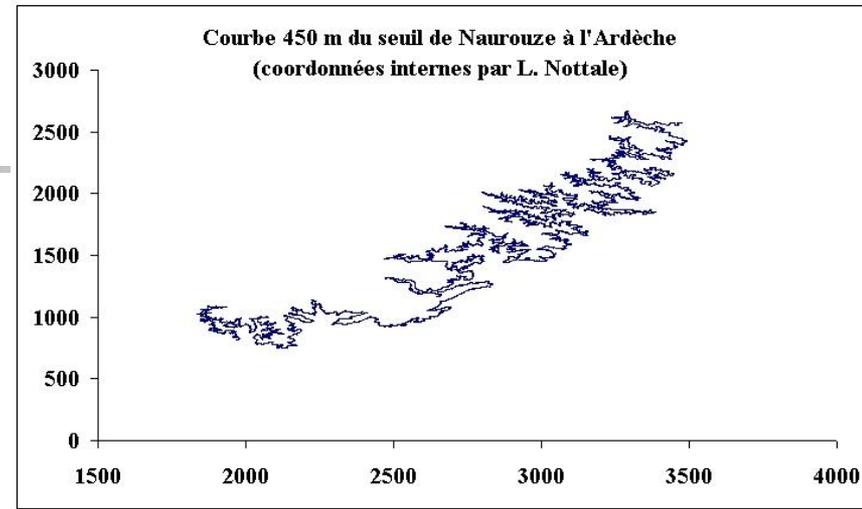
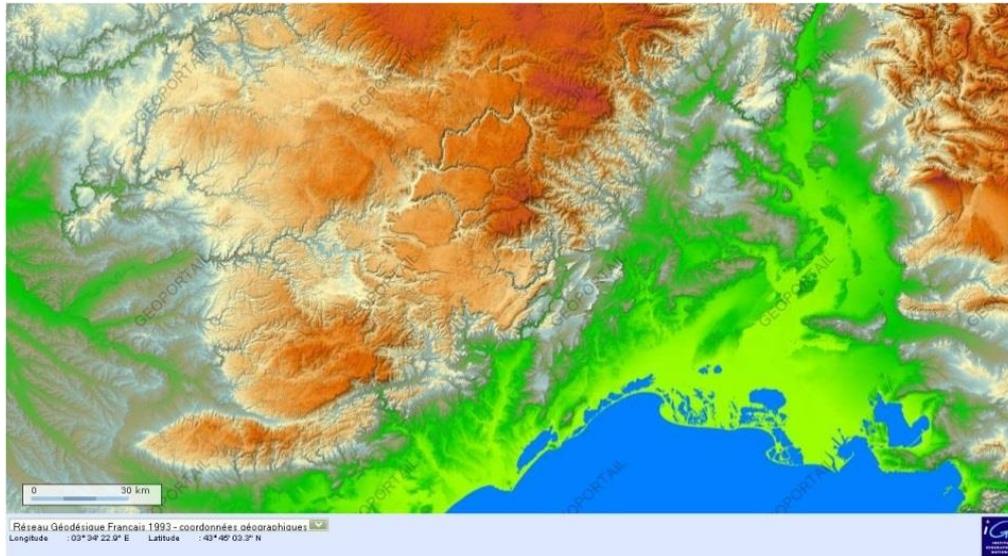
Deux méthodes :

Surface vs périmètre

Méthode des boîtes



Loi d'échelle archétypale en géomorphologie : D_f vs $\ln(e)$: MNT 50 m



➤ Transitions :

- Indépendance d'échelle \Leftrightarrow dépendance d'échelle
- Dimension fractale variable \Leftrightarrow invariance d'échelle

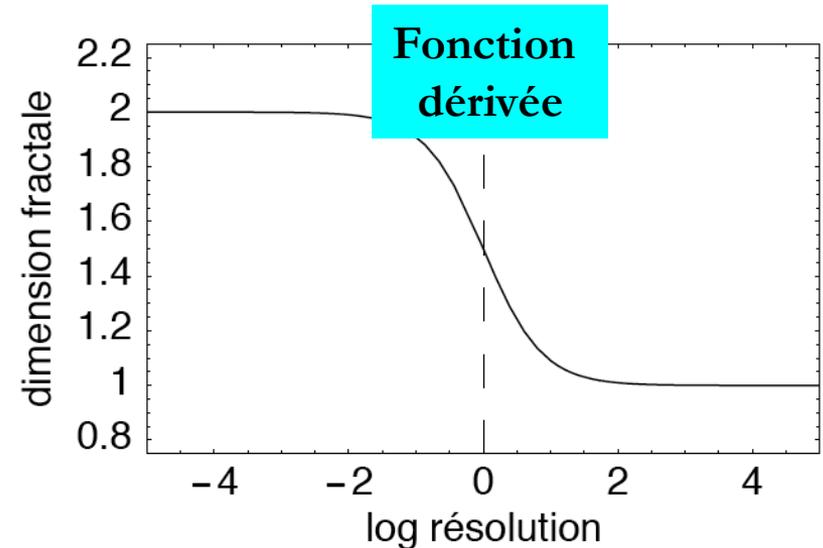
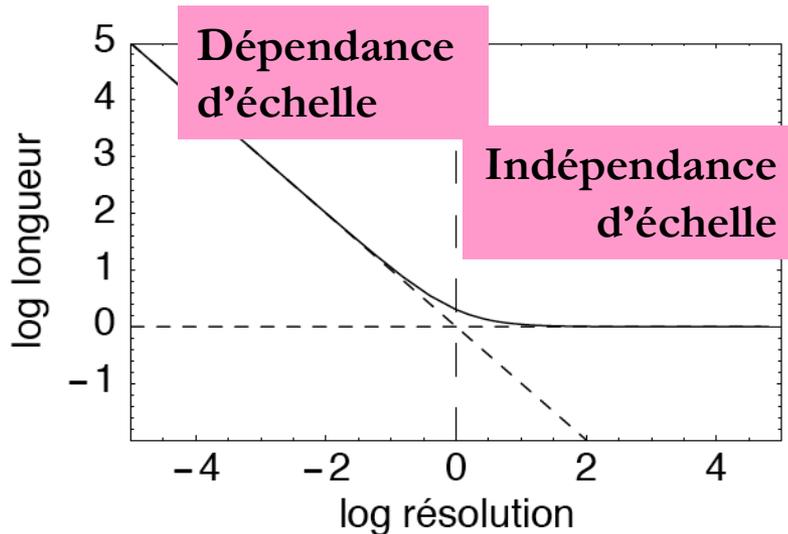
(Travaux : PhM-LN ; ANR FloodSacale)

Loi d'échelle autosimilaire et transition Fractal / Non-Fractal en Relativité d'échelle (L. Nottale)

(si D_F constante = invariance d'échelle)

Loi avec une transition

$$\frac{dL}{d \ln \varepsilon} = a + bL \Leftrightarrow L(\varepsilon) = L_0 \left[1 + \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon} \right)^{D-D_T} \right]$$



Brancusi ou le lisse topologique

- **Torse d'homme**, Laiton 46,7 x 30,5 x 16,85 cm, 1917
- Seulement trois cylindres réunis selon un **angle de 120 °** pour faire un homme !
- L'homme réduit à des symétries
- L'épuration de la forme se fait sur un schéma euclidien qui en fait ressortir la dimension topologique



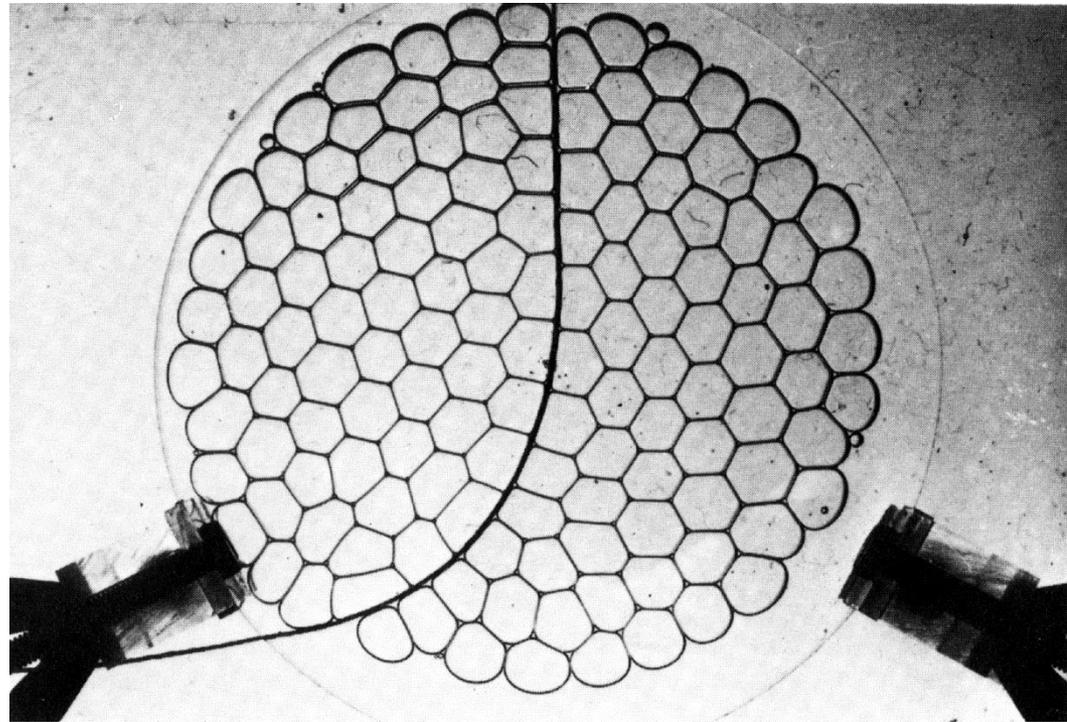
Minimiser la résistance

- **En minimisant** la surface externe, la sphère **minimise** les tensions existant au niveau du film de savon
- Il en est de même pour **l'igloo**
- Ceci rejoint le **principe de moindre action** de P. M. de Maupertuis

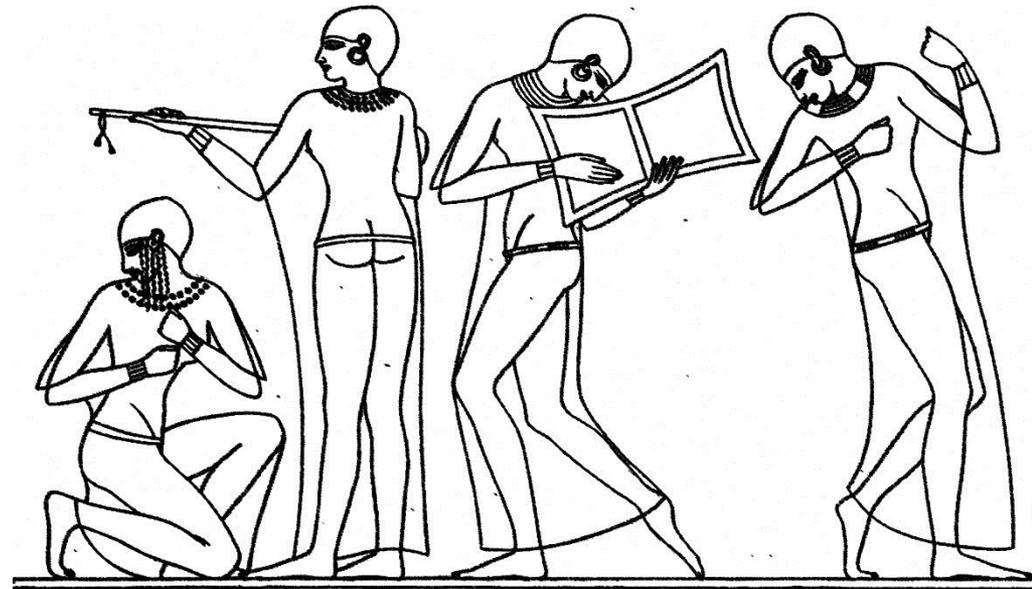


Optimiser le déploiement

- Bulles de savon entre deux plaques de verre parallèles
- **Cellules hexagonales** d'autant plus parfaites qu'elles sont loin de contraintes (bord, discontinuité, etc.)
- **Angle de 120° (stable)** sauf le raccord sur la discontinuité en noir, angle de 90° : **archétypes**



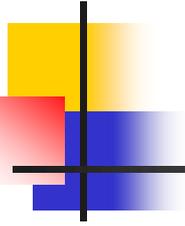
- **Bas relief égyptien :**
La danse.
- Des lignes, des courbes, un jeu sur les profils.
- Le drapé est suggéré. Effet de transparence.
- **L'essentiel est-t-il dans la limite ?**



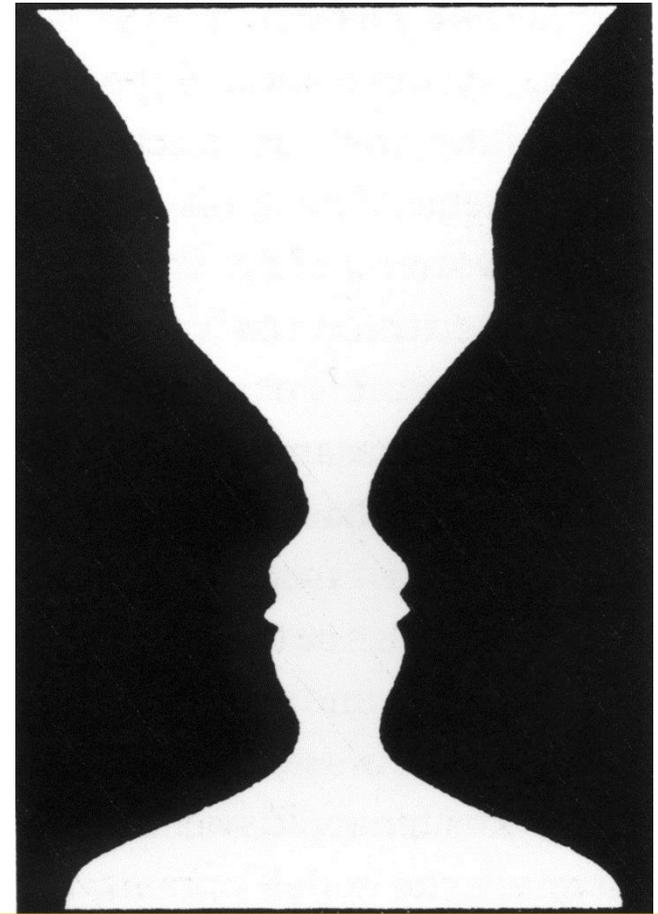
Visages ou vase ?

Gestaltisme :

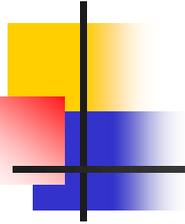
Optimalité de la perception



- Que voyons-nous ?
- Le **fond** et la **forme** sont alternativement le blanc et le noir
- Ce qui permet de « voir » c'est la **limite** entre les deux
- La forme existe par la prise de conscience d'un **assemblage cohérent de fragments de limites**



Perception d'un triangle illusoire



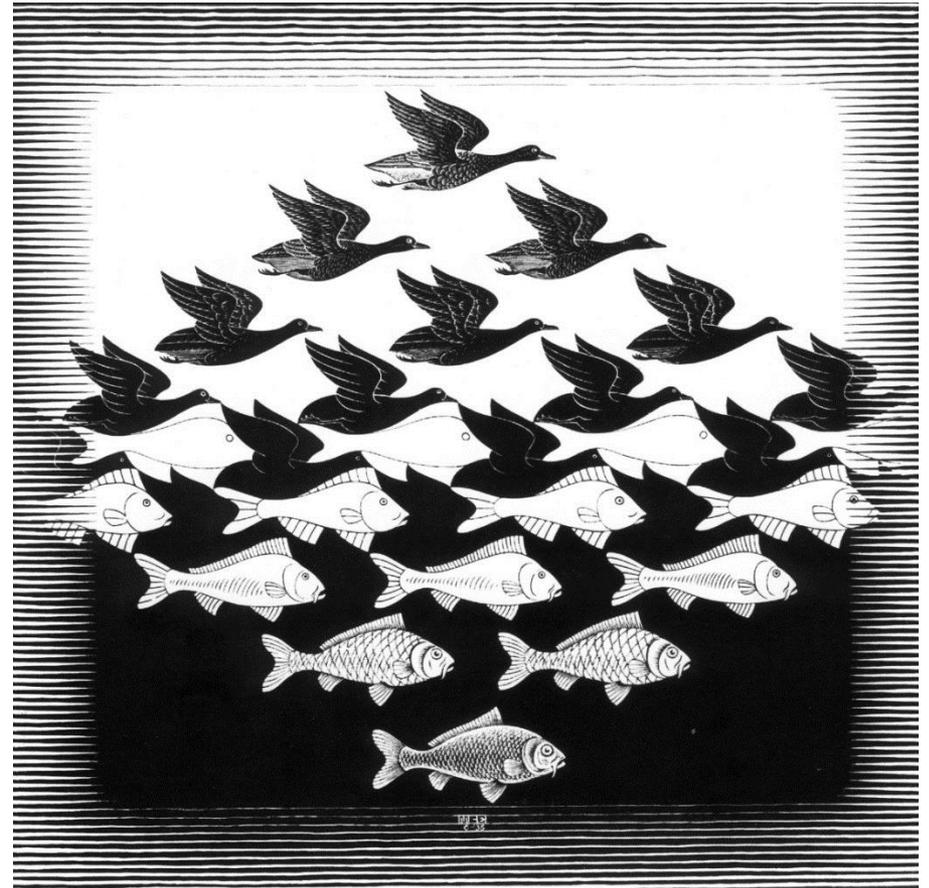
- Bien que non figuré le triangle est visible, car ses **limites** sont **reconstituées**
- Il suffirait que l'un des disques pivote pour que le triangle disparaisse
- Une forme est donc une question de **topologie**, de positionnement dans l'espace



An optical illusion of a triangle.

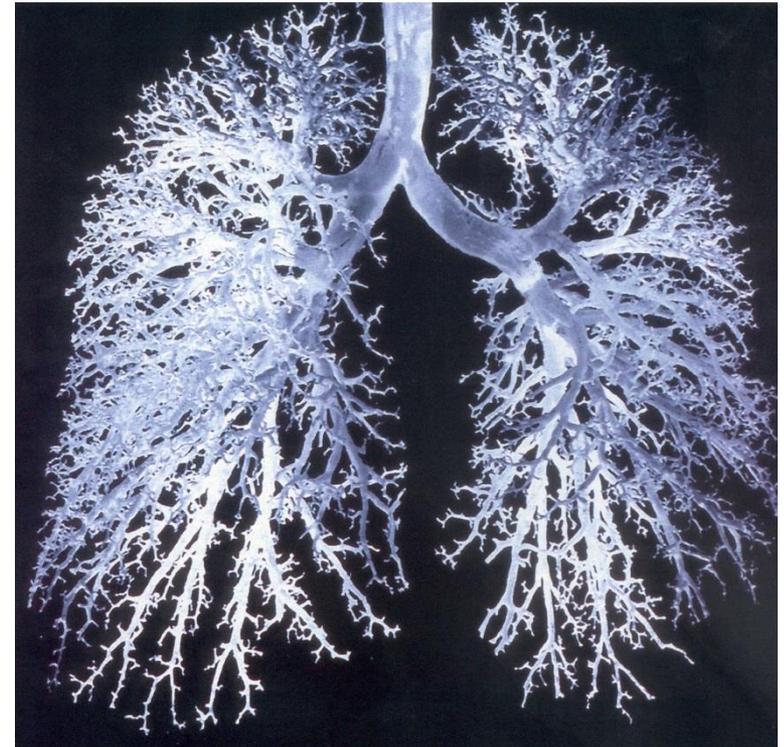
Action du milieu et fonctionnalité

- Ce tableau d'Escher montre que le **milieu** liquide ou atmosphérique joue un **rôle** sur la forme
- Toutefois celle-ci reste dans **une épure** liée à l'écoulement des flux



Fractalité et forme d'optimisation fonctionnelle

- Les morphologies des interfaces cristallisent les **rapports** existant **entre les cinétiques des réactions se produisant sur l'interface et les flux** dont toute entité a besoin pour perdurer
- Le **déploiement scalaire** (ampleur de la gamme des échelles concernées, type de relations scalaires : D_F unique, variable, etc.) est **d'autant plus important que la contrainte spatiale est forte et l'intensité des flux élevée**

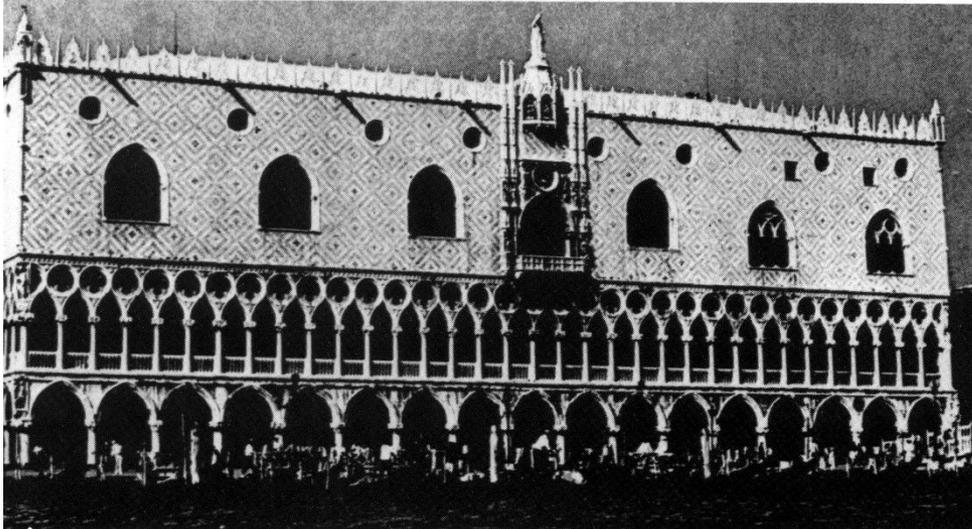
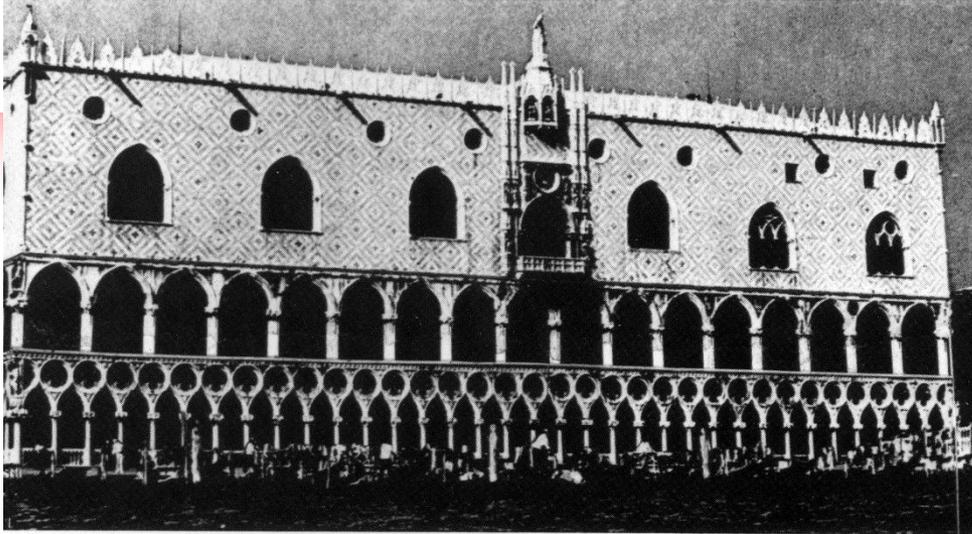


Forme fractale et art : Venise



- **Le palais des Doges**
- Comme en lévitation
- **Structure fractale, mais doublement inversée**

Inversions au palais des Doges à Venise



- En bas le palais tel qu'il est (inversion des arches inférieures)
 - En haut tel qu'il aurait dû être avec une structure fractale normale
- L'ensemble des colonnades permet de porter le bâtiment
 - L'inversion permet de donner l'impression d'une lévitation

Tableau de Pollock



Tableau de Pollock vs Image Satellitale

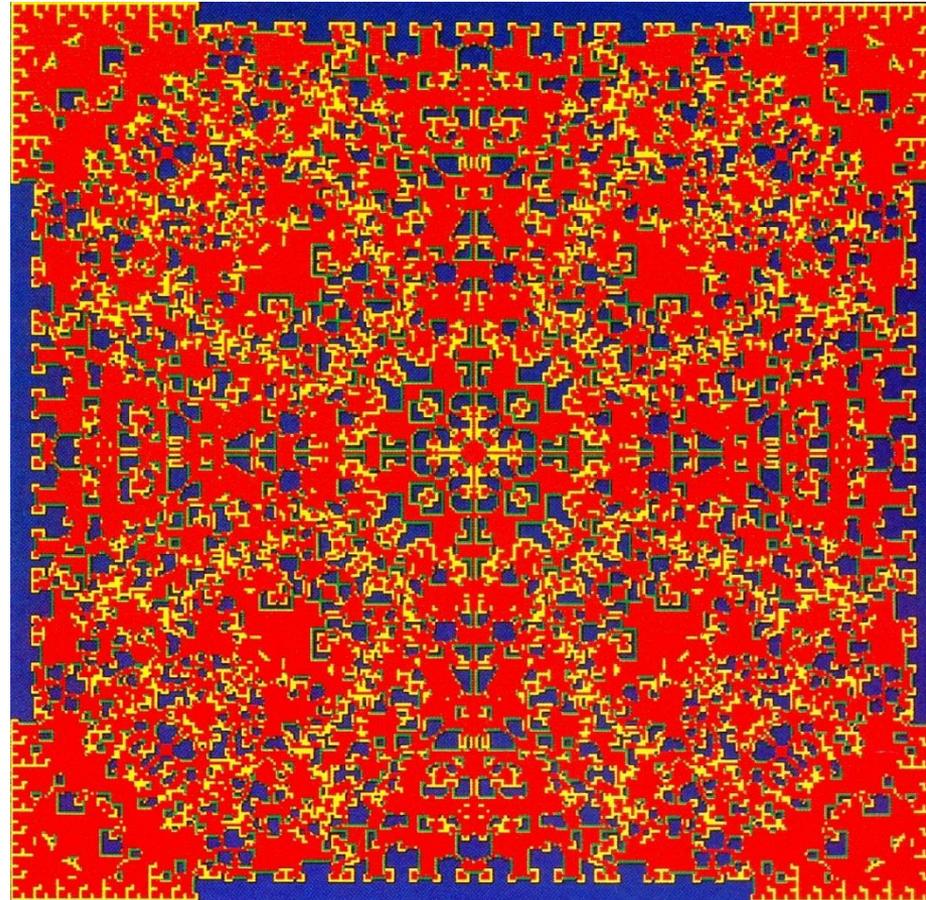
Image spot, région de la rivière Alaà (frontière du Nigéria et du Cameroun)

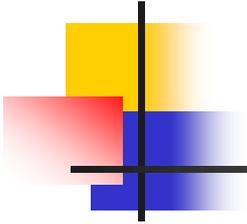


Tatouage d'après Pollock

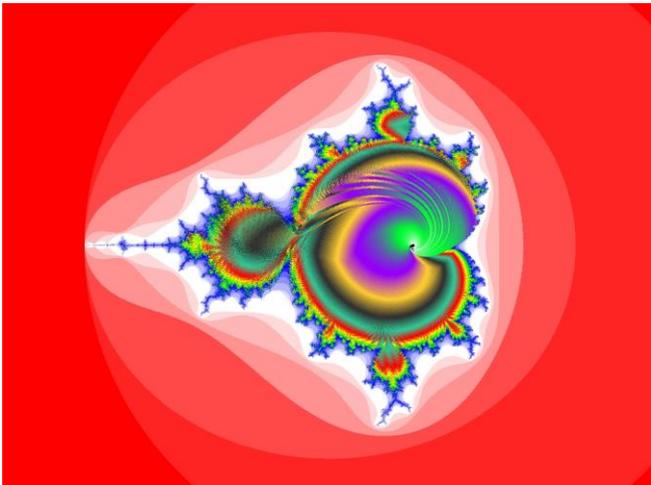
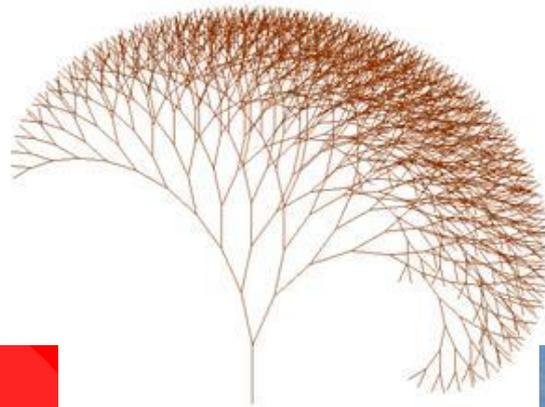
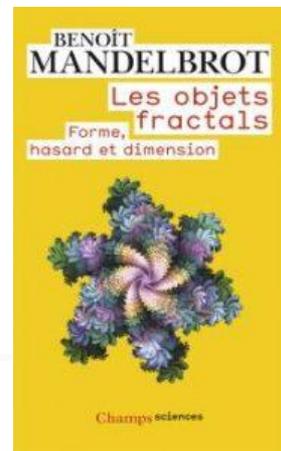
Produire ou reproduire la forme : Tapis « automatique » forme codée et récursivité

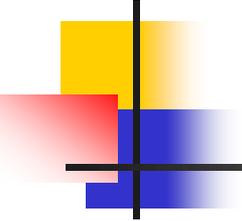
- Un instantané d'un **jeu d'automates**
- Deux populations de coopérants et d'opposants
- Recherche développée par Nowak et May [in Ball Ph., 1999]
- **Compression numérique de la forme**





Esthétique fractale





Merci de votre attention

