

Les relations Homme-Nature : un problème d'échelle

Connections between Humankind and Nature: a Problem of Scale

Leipzig, le 22/08/2012

Maxime Forriez

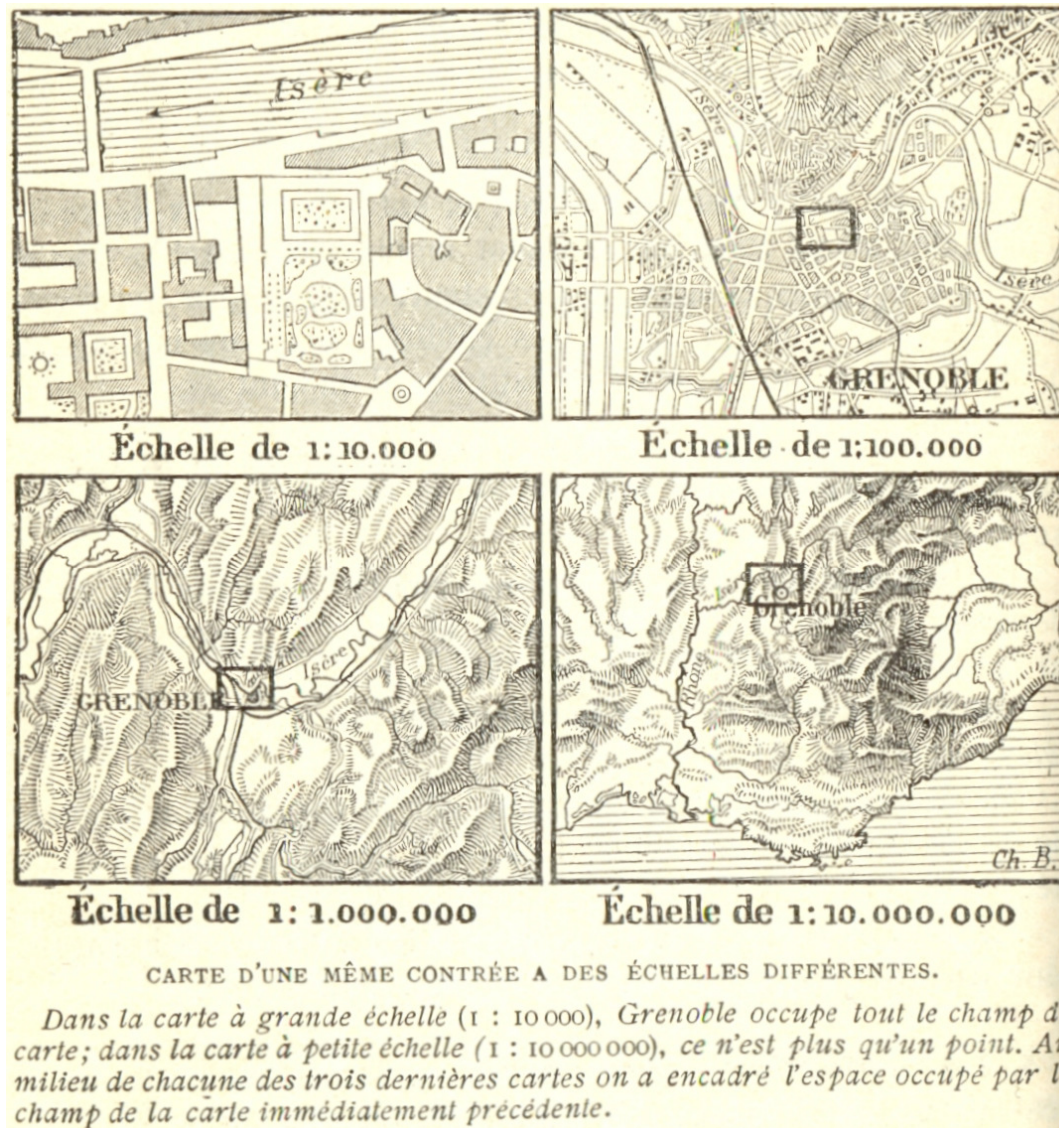
UMR ESPACE 7300 – Université
d'Avignon et des Pays de Vaucluse

Échelle ou échelles ?

Scale or scales?

- Problème des tailles (approche qualitative)
 - Ordre de grandeur
 - Limites et cohérence interne
- Problème du maillage (approche quantitative)
 - La résolution
 - Le facteur d'échelle de représentation
- Variation de la représentation d'un même objet en fonction de la résolution (ex : Max Eckert, 1921)

Variation de l'information en fonction de la résolution (à fenêtre constante)



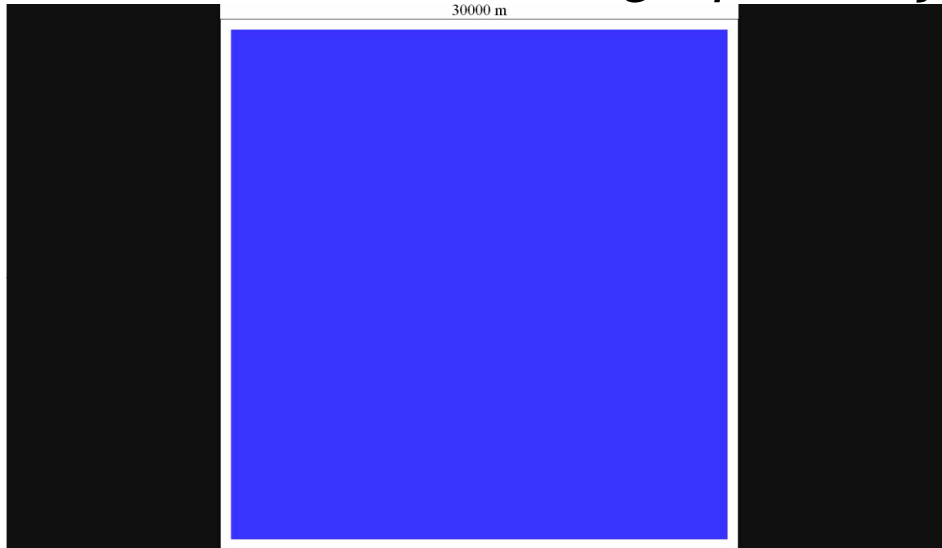
Extrait d'un
manuel
scolaire de
classe de
seconde
datant de
1926

I. Positionnement du problème

Scientific position

Objets géographiques et fractalité

Geographic objects and fractality

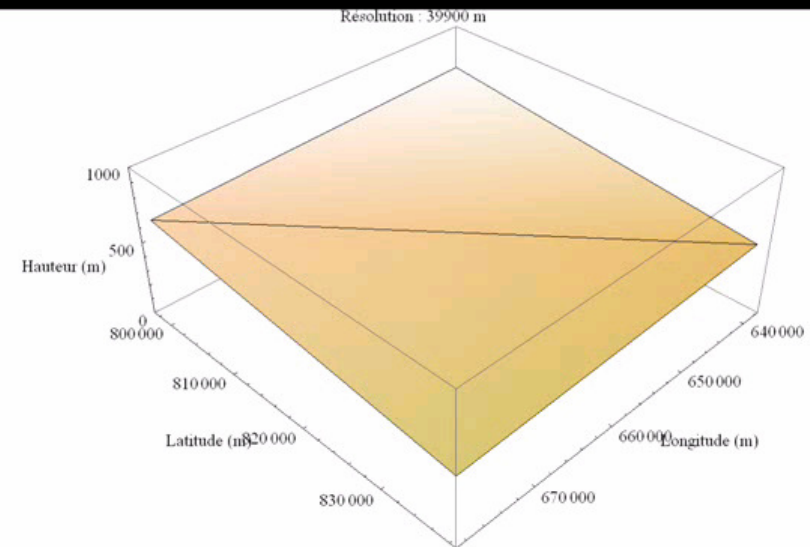


Exemple d'un cas en 2D

Ville de Beijing contenue dans une fenêtre constante.

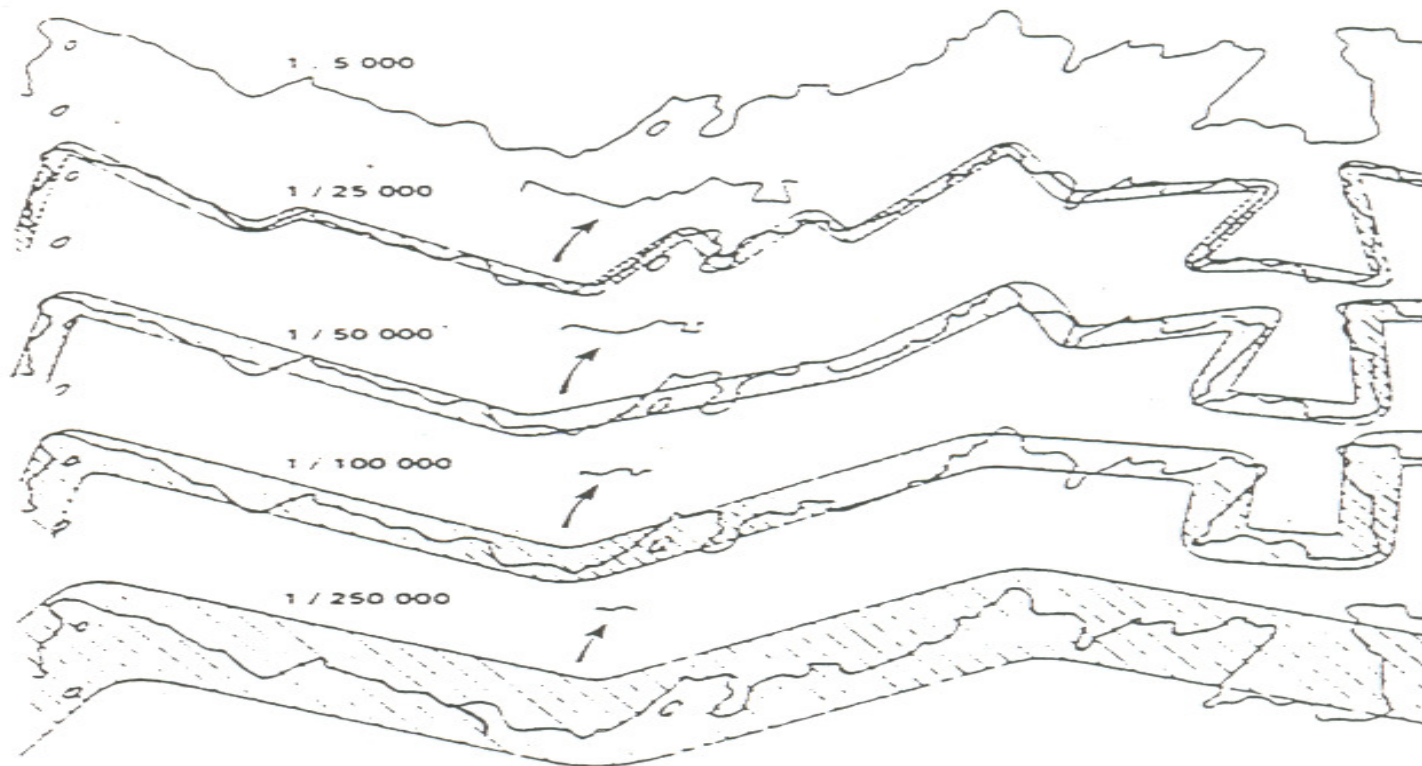
Exemple d'un cas en 3D

M.N.T. de Lodève à différents pas



Généralisation cartographique et fractalité

Cartographic generalization et fractality



16.1. Comment on généralise

La bande hachurée représente le nouveau tracé de la côte, en prenant une échelle de plus en plus petite — ou une plume de plus en plus grosse. Tiré de R. Cuénin, *Cartographie générale*, Eyrolles.

Estimation d'une dimension fractale

Méthode de comptage de boîtes carrées

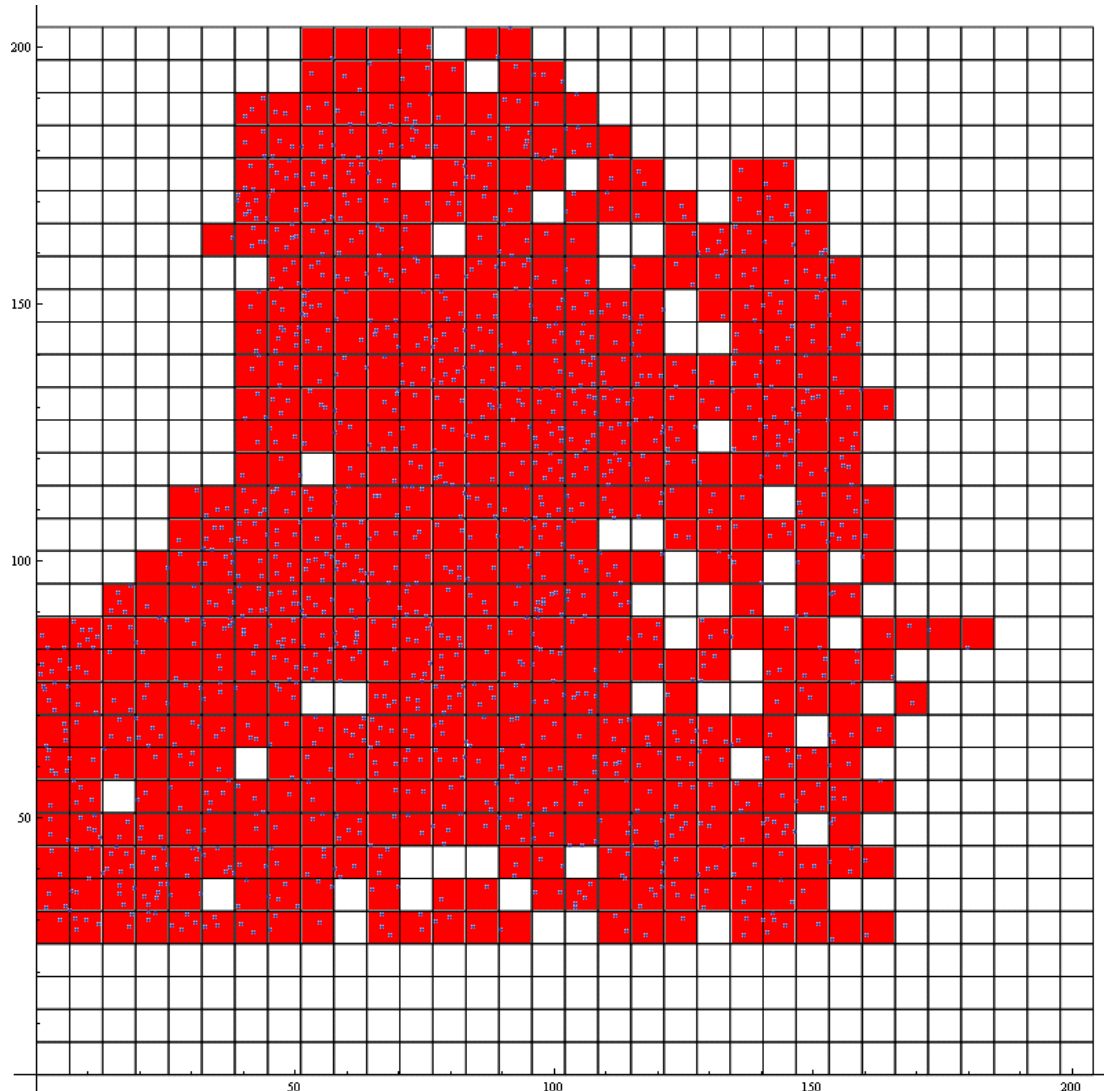
Estimation of fractal dimension - Calculus by box-counting

Côté de la maille =
résolution ε

En blanc : carrés
n'ayant pas de lieu

En rouge : carrés
ayant au moins un
lieu $N(\varepsilon)$

Un couple : $(\varepsilon, N(\varepsilon))$
par grille



Relativité d'échelle

Scale relativity

- Équations différentielles du premier ordre
 - Cas d'invariance d'échelle
 - **Cas de transition fractal-non fractal**
 - Cas de transition fractal-fractal
- Équations différentielles du second ordre (citée pour mémoire)
 - Cas de log-périodicité en échelles
 - Cas de dynamique d'échelle

Équations différentielles du premier ordre

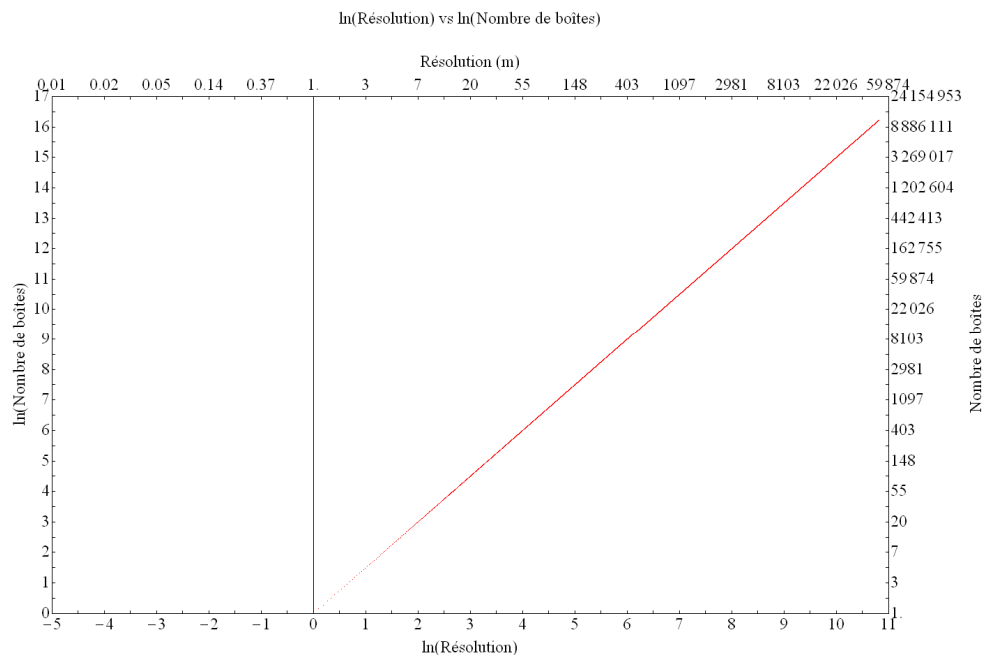
First order differential equations

- Conditions :
 - Le nombre de boîtes minimal : $N_0 = 1$
 - L'échelle de transition : $\varepsilon_0 = 1$ (m)
 - L'échelle de résolution : $\varepsilon_{\min} = 0,01$ (m)
 - La taille de la fenêtre : $\varepsilon_{\max} = 50\,000$ (m)
 - La dimension topologique : $D_T = 0$
 - La dimension fractale : $D = 1,5$

Équations différentielles du premier ordre : invariance d'échelle

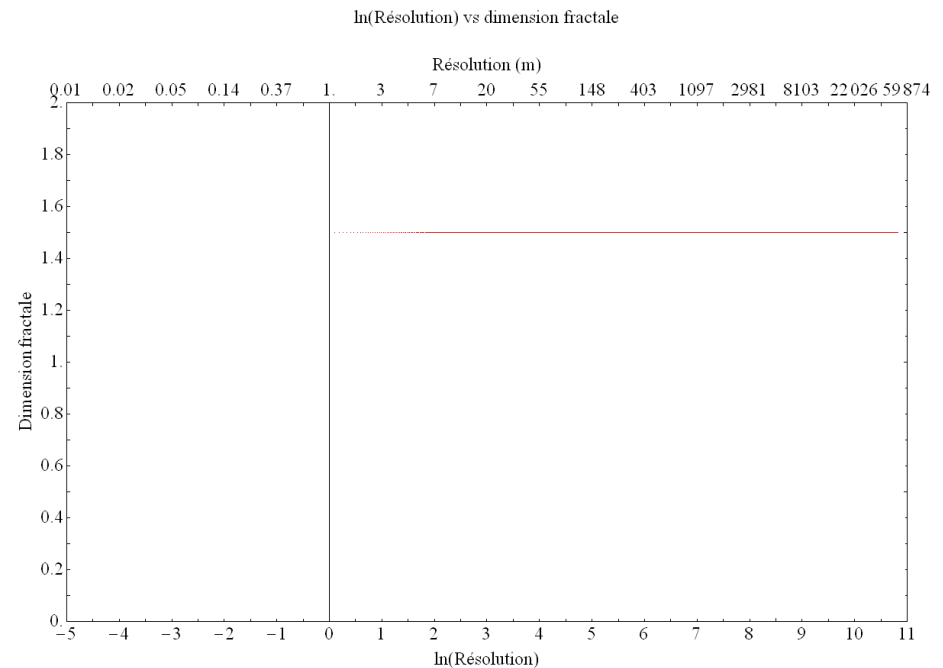
First order differential equations : scale invariance

Équation différentielle : $\frac{dN}{d \ln \varepsilon} = bN$ Solution : $N(\varepsilon) = N_0 \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon} \right)^{-D}$



Comptage de boîtes :

ln(résolution) vs. ln(nombre de boîtes)



Dérivée du graphique de gauche

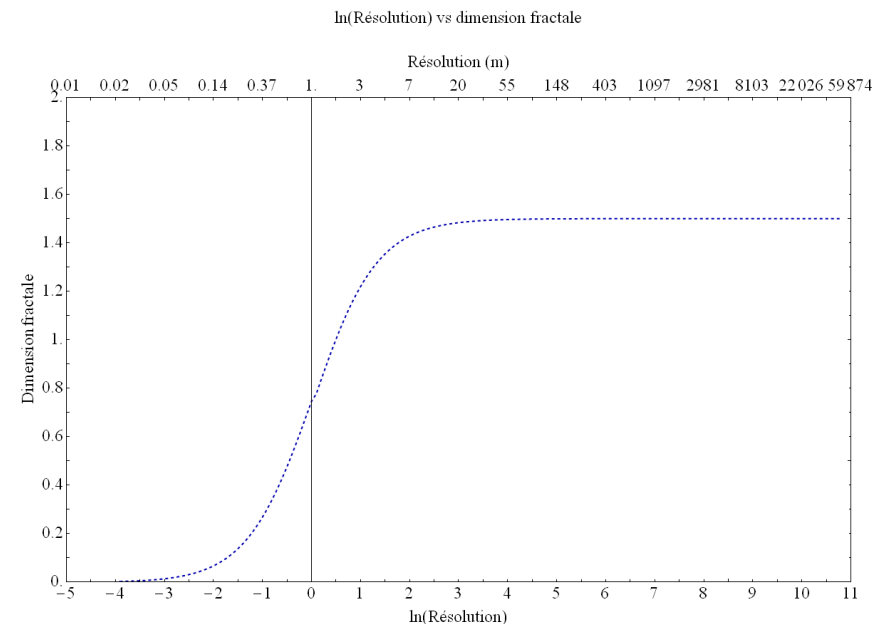
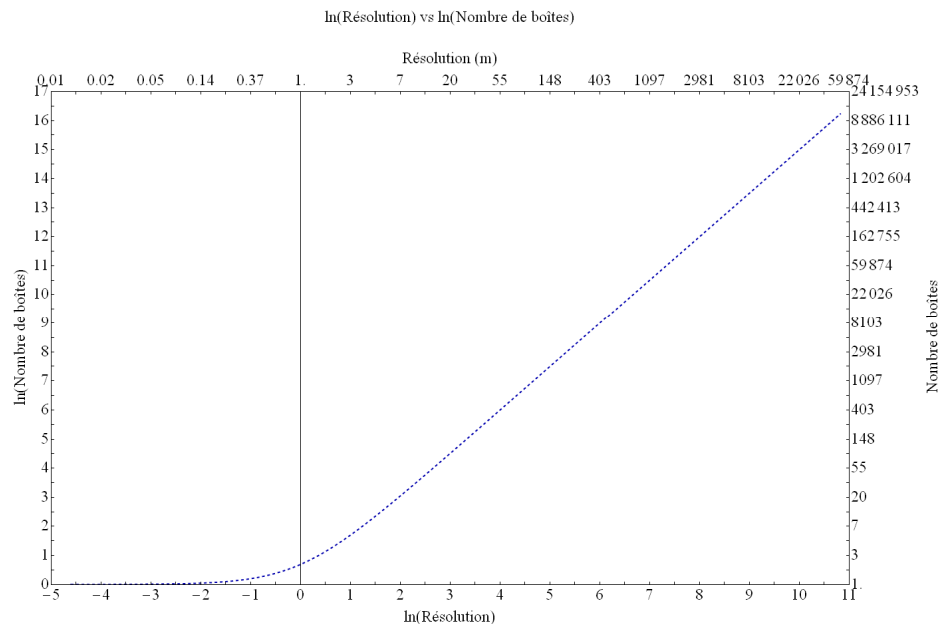
ln(résolution) vs. dimension fractale

Équations différentielles du premier ordre : modèle à une transition

First order differential equations : one transition model

Équation différentielle : $\frac{dN}{d \ln \varepsilon} = a + bN$

Solution : $N(\varepsilon) = N_0 \left[1 + \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon} \right)^{-D} \right]$



Comptage de boîtes :

ln(résolution) vs. ln(nombre de boîtes)

Dérivée du graphique de gauche

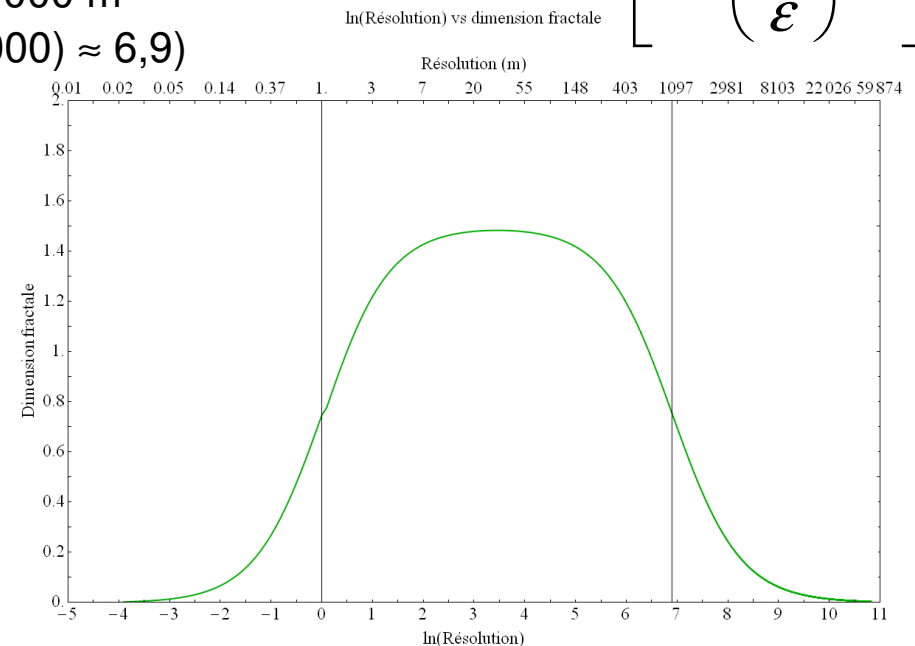
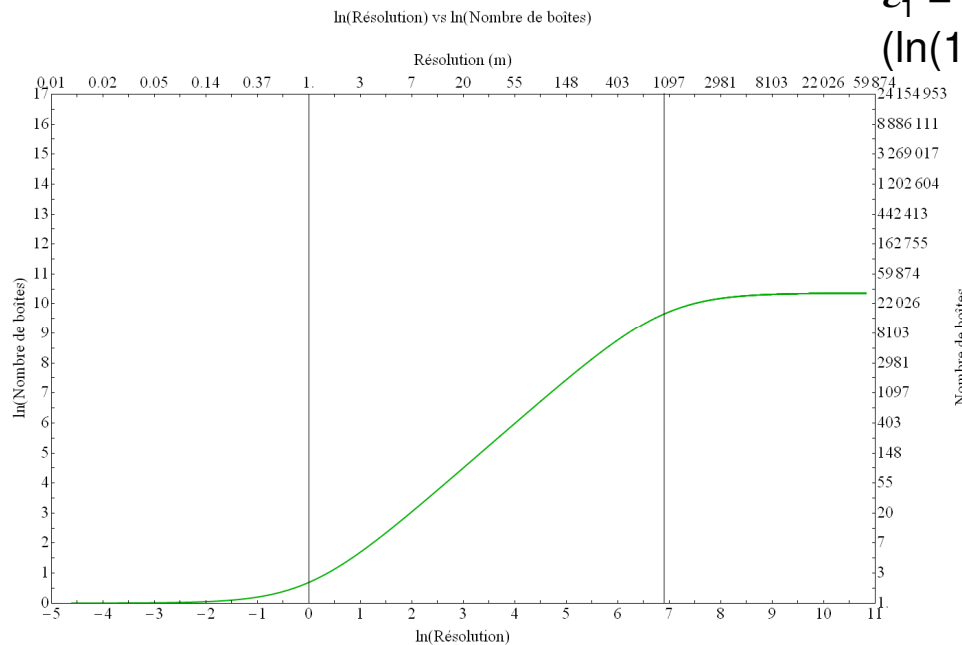
ln(résolution) vs. dimension fractale

Équations différentielles du premier ordre : modèle à deux transitions

First order differential equations : two transitions model

Équation différentielle : $\frac{dN}{d \ln \varepsilon} = a + bN + cN^2$ Solution : $N(\varepsilon) = N_0 \left[\frac{1 + \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon} \right)^{-D}}{1 + \left(\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon} \right)^{-D}} \right]$

Remarque :
 $\varepsilon_1 = 1\,000\text{ m}$
 $(\ln(1\,000) \approx 6,9)$



Comptage de boîtes :

ln(résolution) vs. ln(nombre de boîtes)

Dérivée du graphique de gauche

ln(résolution) vs. dimension fractale

II. Échelles et relations Homme- Nature en géographie

*Scales and connections between humankind and nature in
geography*

Échelles et relations Homme-Nature en géographie 1

Scale et connections between Humankind and Nature in geography 1

- Échelles humaines
 - Échelles spatiales
 - *Stricto sensu* : entre 1 m et une dizaine de mètres
 - *Largo sensu* : tout objet construit par l'Homme
 - Échelles temporelles :
 - *Stricto sensu* : pas plus d'un siècle
 - *Largo sensu* : certains objets construits sont plurimillénaires
- Échelles naturelles
 - Échelles spatiales : du centimètre à la planète entière
 - Échelles temporelles : du siècle au million d'années

Échelles et relations Homme-Nature en géographie 2

Scale et connections between Humankind and Nature in geography 2

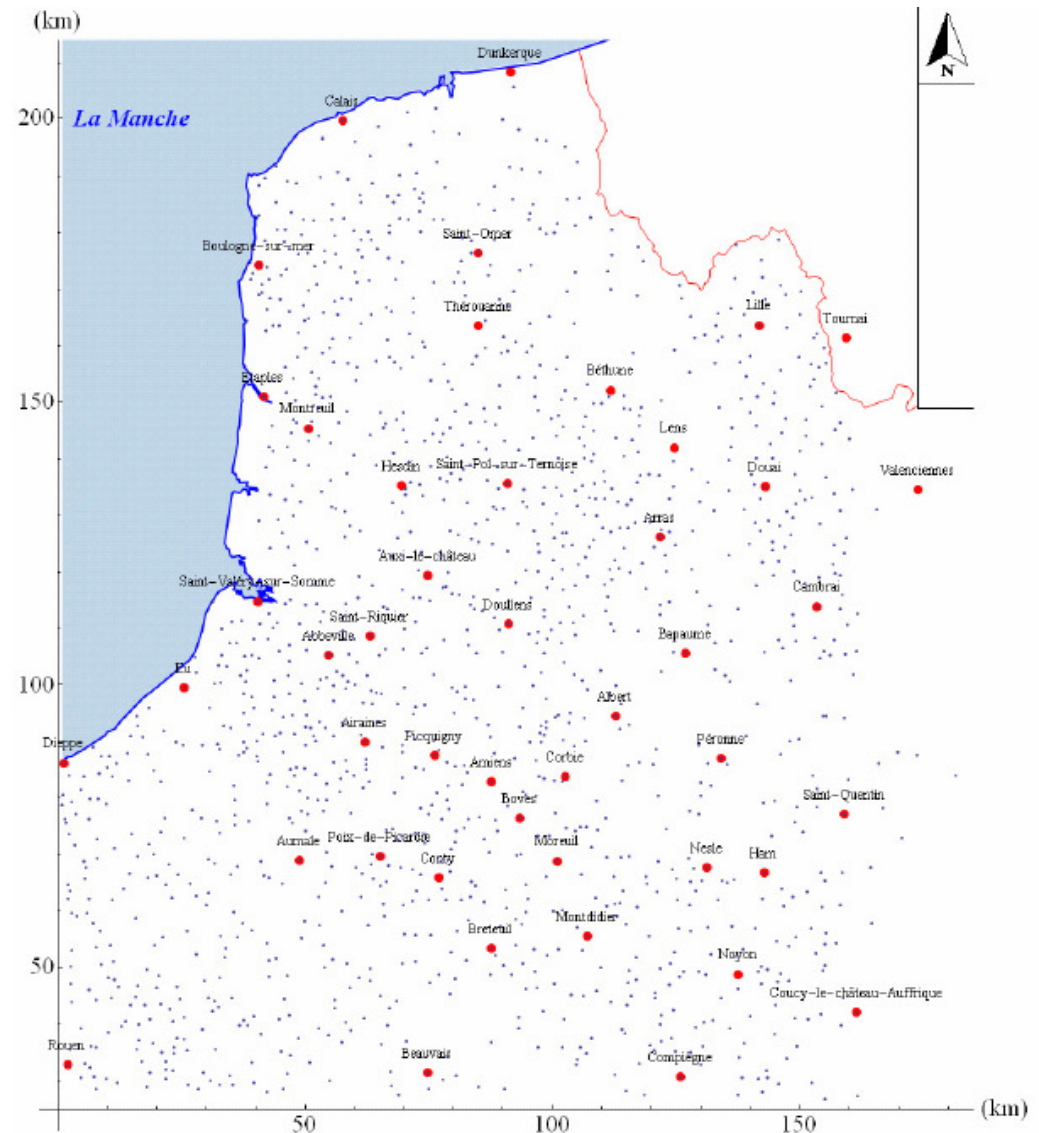
- Une position exclusive (pensée chrétienne)
- Deux positions inclusives
 - Position où l'Homme est inclus dans la Nature (pensée taoïste)
 - Position où la Nature est incluse dans l'Homme (pensée amérindienne)

III. Études de cas

Geographic studies

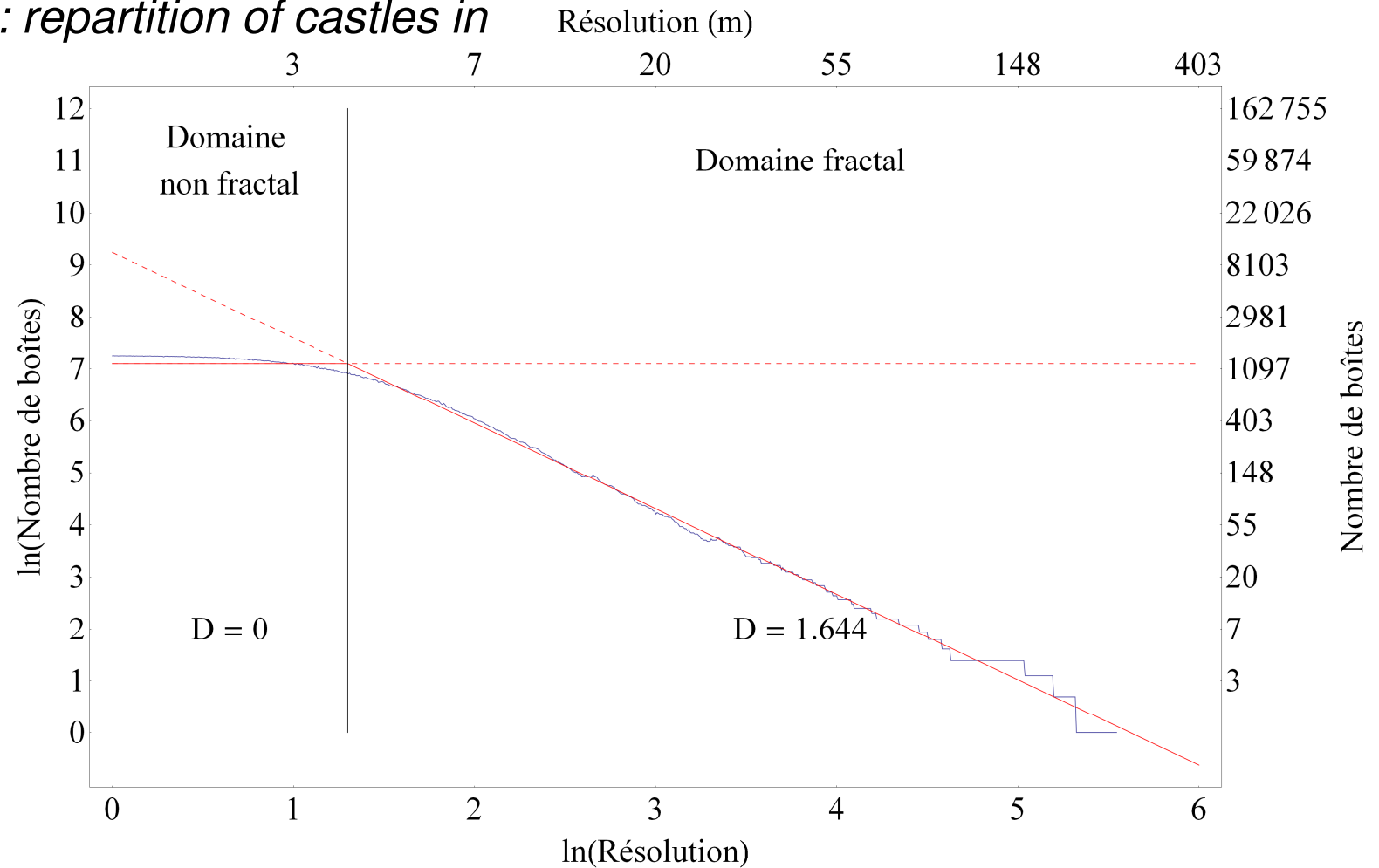
Échelle humaine : répartition des châteaux dans le nord de la France

Human scale : repartition of castles in the Northern of France



Échelle humaine : répartition des châteaux dans le nord de la France

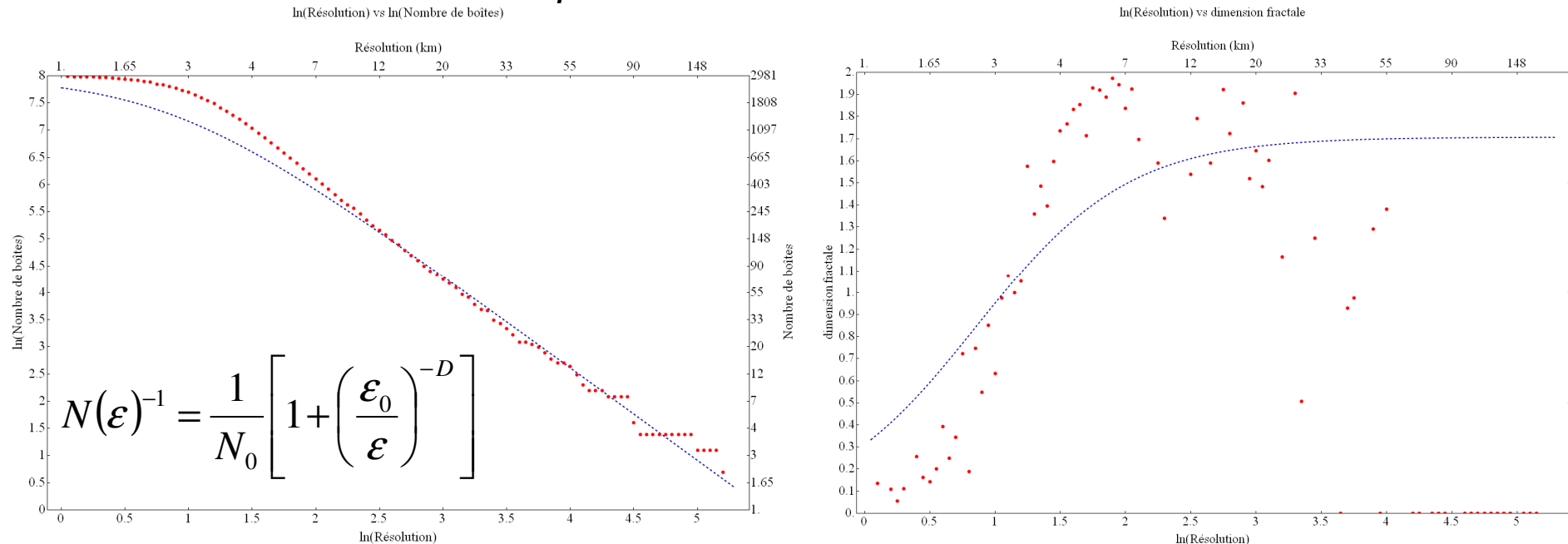
Human scale : repartition of castles in the Northern of France



$$\varepsilon_{\min} = 1 \text{ km} ; \varepsilon_{\min} = 3,7 \text{ km} ; \varepsilon_{\max} = 204 \text{ km}$$

Échelle humaine : répartition des châteaux dans le nord de la France

Human scale : repartition of castles in the Northern of France



Paramètres estimés :

$$N_0 = 2\,947$$

$$\varepsilon_0 = 10,5 \text{ km}$$

$$D = 1,7$$

Paramètres :

$$D_T = 0$$

$$\varepsilon_{\min} = 1 \text{ km}$$

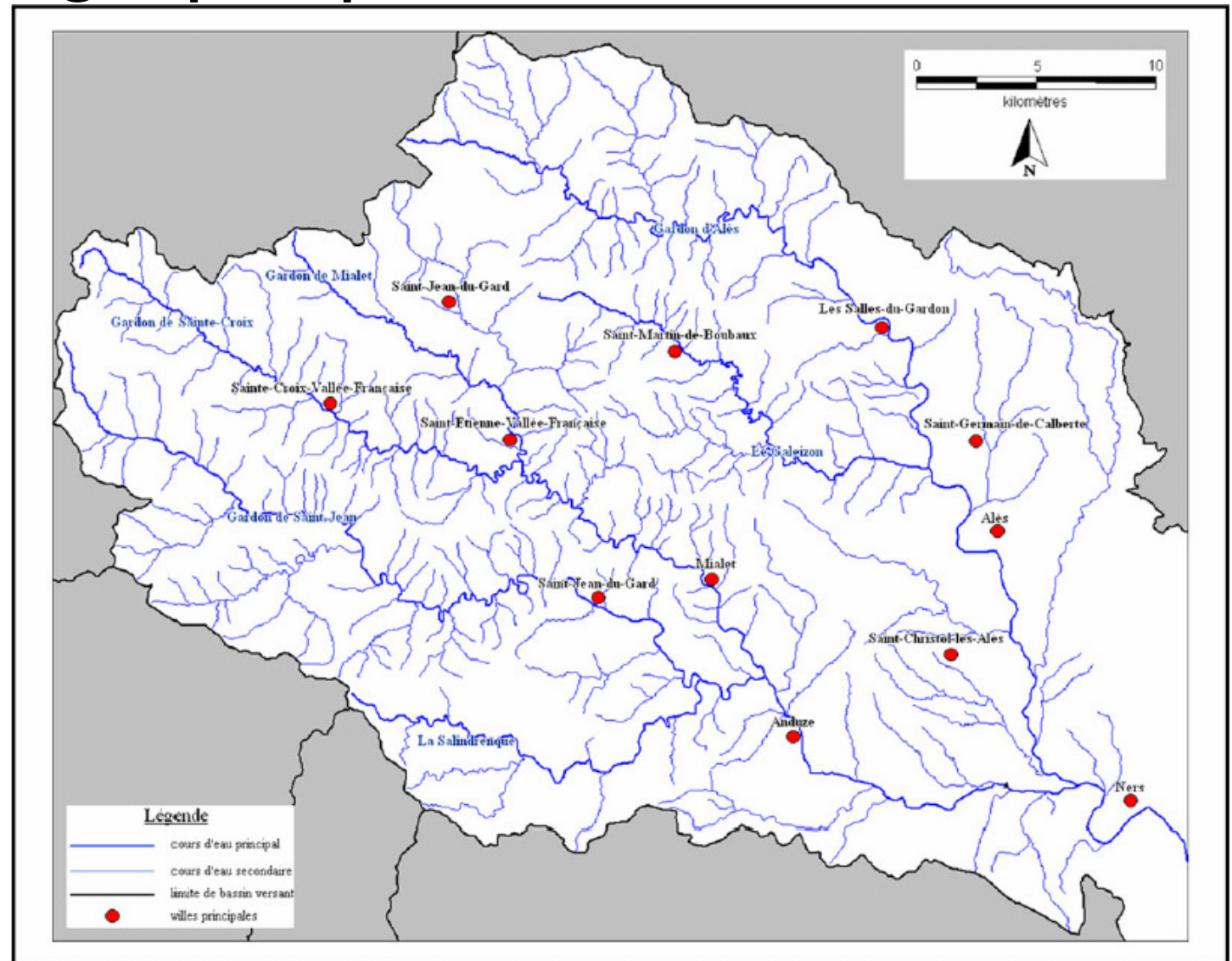
$$\varepsilon_{\max} = 180 \text{ km}$$

En rouge : la mesure

En bleu : la fonction théorique paramétrée

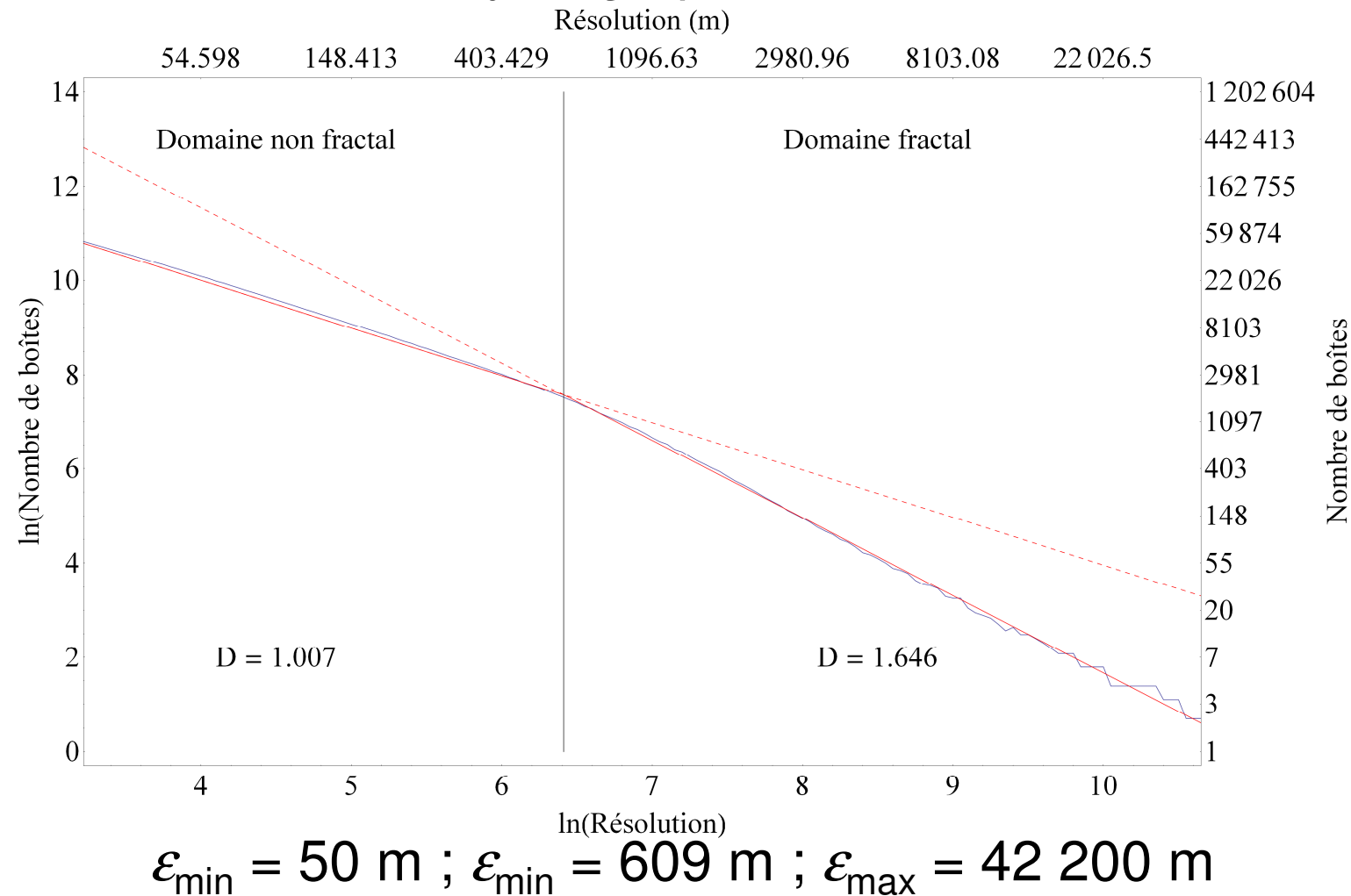
Échelle naturelle : le réseau hydrographique des Gardons

*Natural scale :
hydrographic
network of
Gardons*



Échelle naturelle : le réseau hydrographique des Gardons

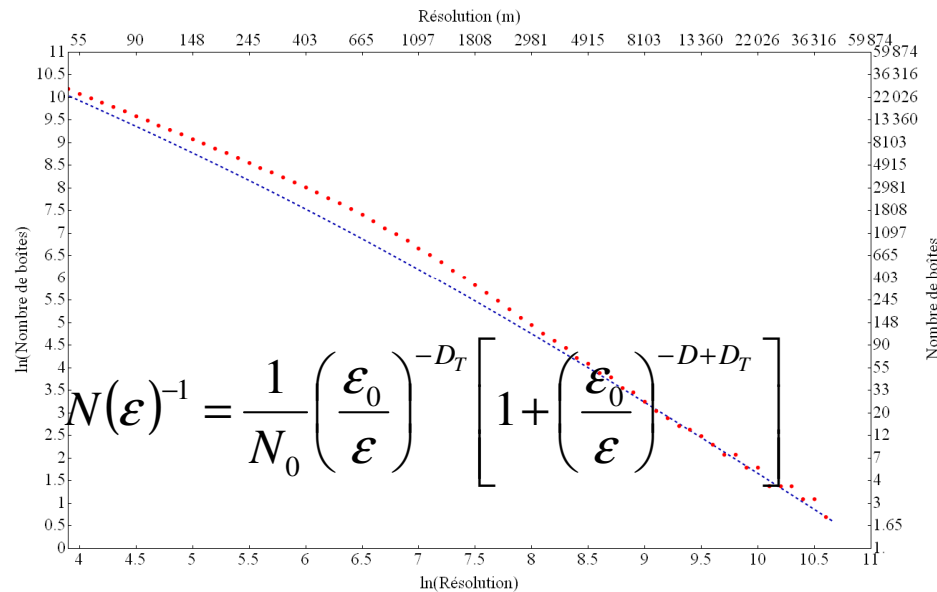
Natural scale : hydrographic network of Gardons



Échelle humaine : le réseau hydrographique des Gardons

Natural scale : hydrographic network of Gardons

ln(Résolution) vs ln(Nombre de boîtes)



Paramètres estimés :

$$N_0 = 2\,500$$

$$\varepsilon_0 = 600 \text{ m}$$

$$D = 1,6$$

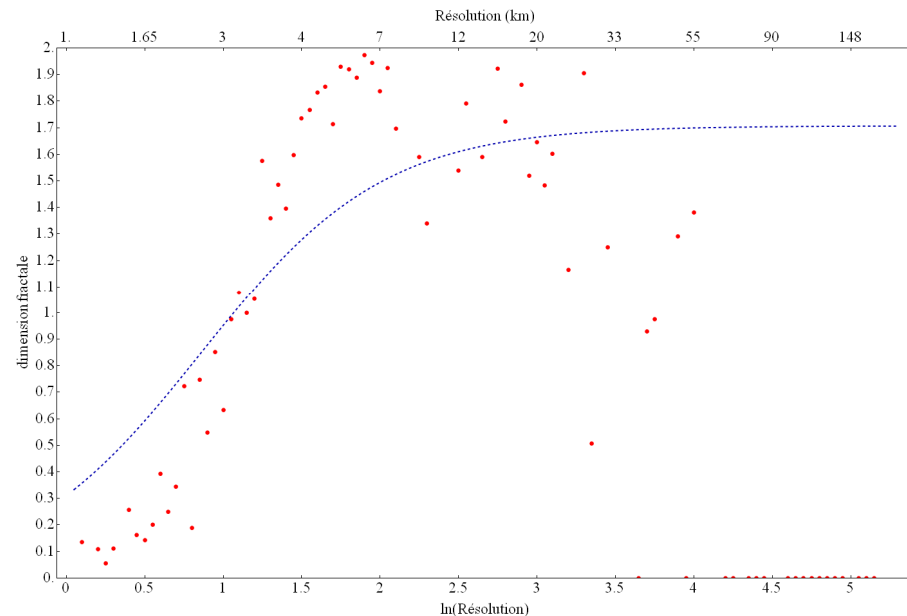
Paramètres :

$$D_T = 1$$

$$\varepsilon_{\min} = 50 \text{ m}$$

$$\varepsilon_{\max} = 42\,200 \text{ m}$$

ln(Résolution) vs dimension fractale



En rouge : la mesure

En bleu : la fonction théorique paramétrée

Ouvertures possibles

- Comment définir la taille humaine par rapport aux tailles naturelles ?
- Comment intégrer les processus scalaires des échelles humaines avec ceux des échelles naturelles ?

Je vous remercie de votre
attention.