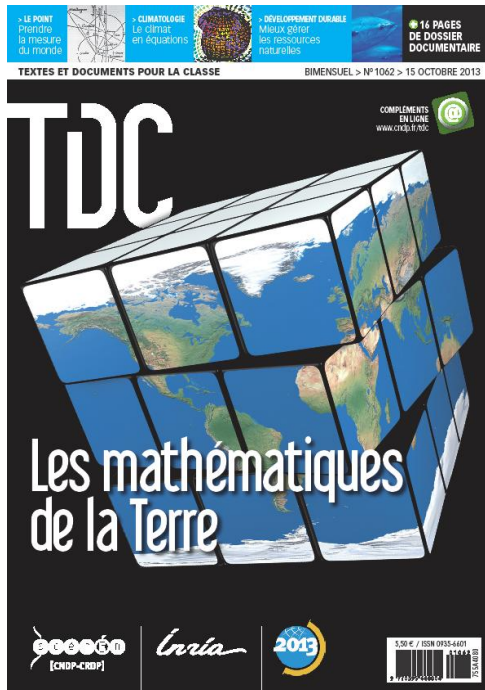


La terre se met aux maths

Jocelyne Erhel

Equipe SAGE - Inria Rennes et IRISA

Équipe commune avec le CNRS et l'université de Rennes 1
Responsable scientifique de la revue en ligne Interstices



A quoi servent les maths ?

- Les maths servent à calculer



© Les mathématiques du Chat de Philippe Geluck, Daniel Jstens, Casterman 2008

Pourquoi faire des mathématiques?

Parce que les mathématiques, ça sert à faire de la physique.

La physique, ça sert à faire des frigidaires.

Les frigidaires, ça sert à y mettre des langoustes,

et les langoustes, ça sert aux mathématiciens,

qui les mangent et sont alors dans de bonnes

dispositions pour faire des mathématiques,

qui servent à la physique, qui sert à faire des frigidaires, qui...

Laurent Schwartz , professeur à Polytechnique

mathématicien (1915-2002), médaille Fields 1950



La beauté des mathématiques

- Selon Laurent Schwartz, mathématicien (1915-2002), médaille Fields 1950:

On peut se demander pourquoi les mathématiques sont belles...

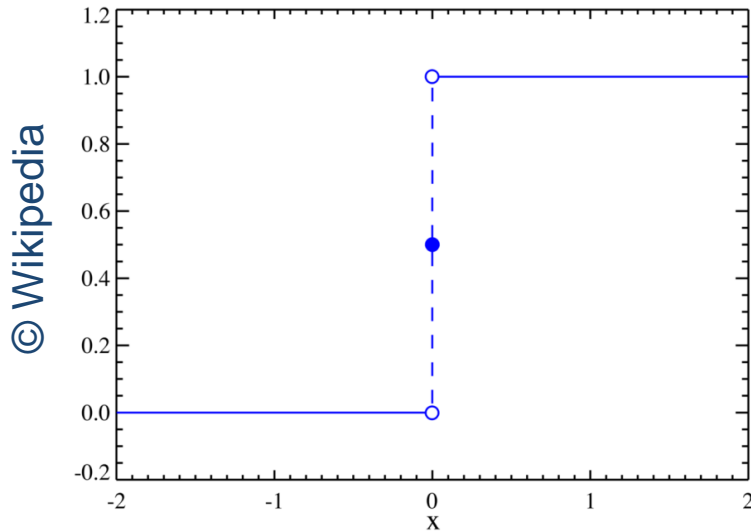
Lire, trouver une belle théorie ou une démonstration ingénieuse, c'est faire une ascension parfois difficile au terme de laquelle on peut, du sommet, contempler le point de départ et le chemin suivi...

(Un mathématicien aux prises avec le siècle)

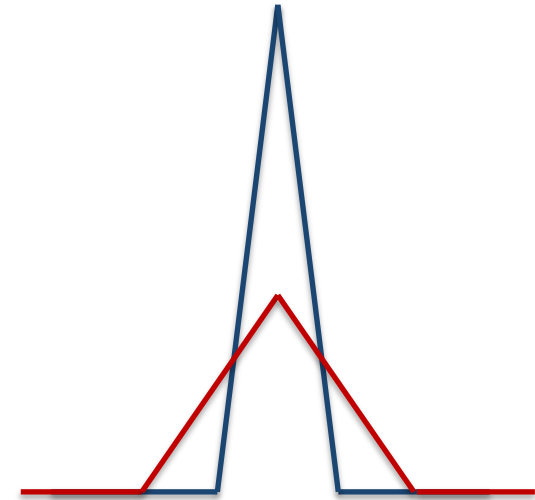
- Selon Paul Dirac, physicien mathématicien (1902-1984), prix Nobel 1933:

Si vous ne connaissez pas vous-même les mathématiques, je ne pourrai pas vous l'expliquer, car vous ne me comprendriez pas ; et si vous connaissez les mathématiques, alors vous savez déjà ce que j'entends pas là...

L'ingéniosité mathématique



Fonction de Heaviside $H(x)$
Physicien, 1850-1925, médaille de Faraday 1922



Distribution de Dirac:
 $D(x)=0$ si $x \neq 0$ et $D(0)=\infty$

$$\int D(t)dt = 1$$

Au sens des distributions de L. Schwartz: $H'(x)=D(x)$

Notions très utilisées en modélisation physique (physique quantique, etc)

Les Mathématiques de la Planète Terre



© Les mathématiques du Chat de Philippe Geluck, Daniel Jstens, Casterman 2008

- Mesurer la terre
- Analyser les épidémies
- Simuler les courants océaniques
- Prévoir le climat

La terre tourne autour des maths

- Géométrie: la science de la mesure du terrain



par définition, en 1791, le tour de la Terre mesurait 40 000 km

Depuis 1983, le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant $1/299\,792\,458$ de seconde. Le tour de la terre mesure 40007,864 km.

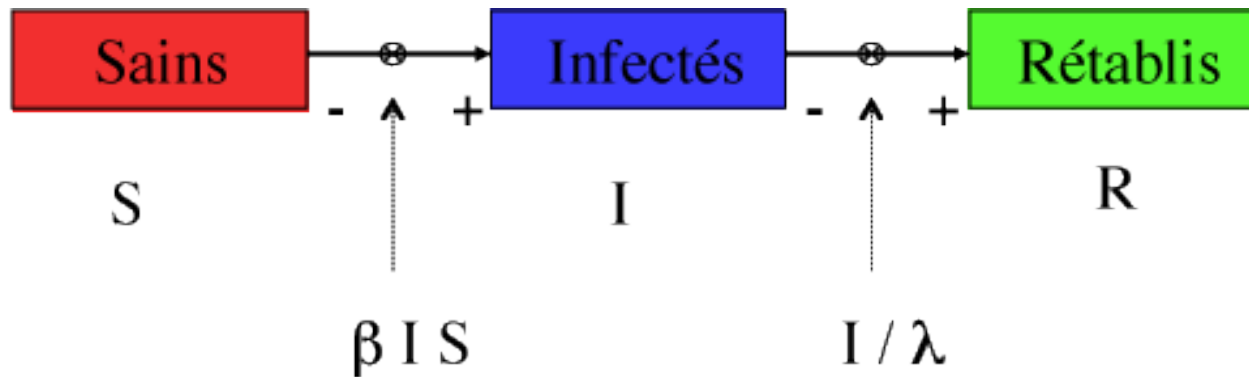
mètre étalon en marbre à Paris.

Le Mètre du monde, [Denis Guedj](#), [Éditions du Seuil](#), 2000, 330 p.

Le mètre, étalon révolutionnaire, Richard Biancale, [TDC no 1062](#), octobre 2013.

Comment inoculer le virus des maths

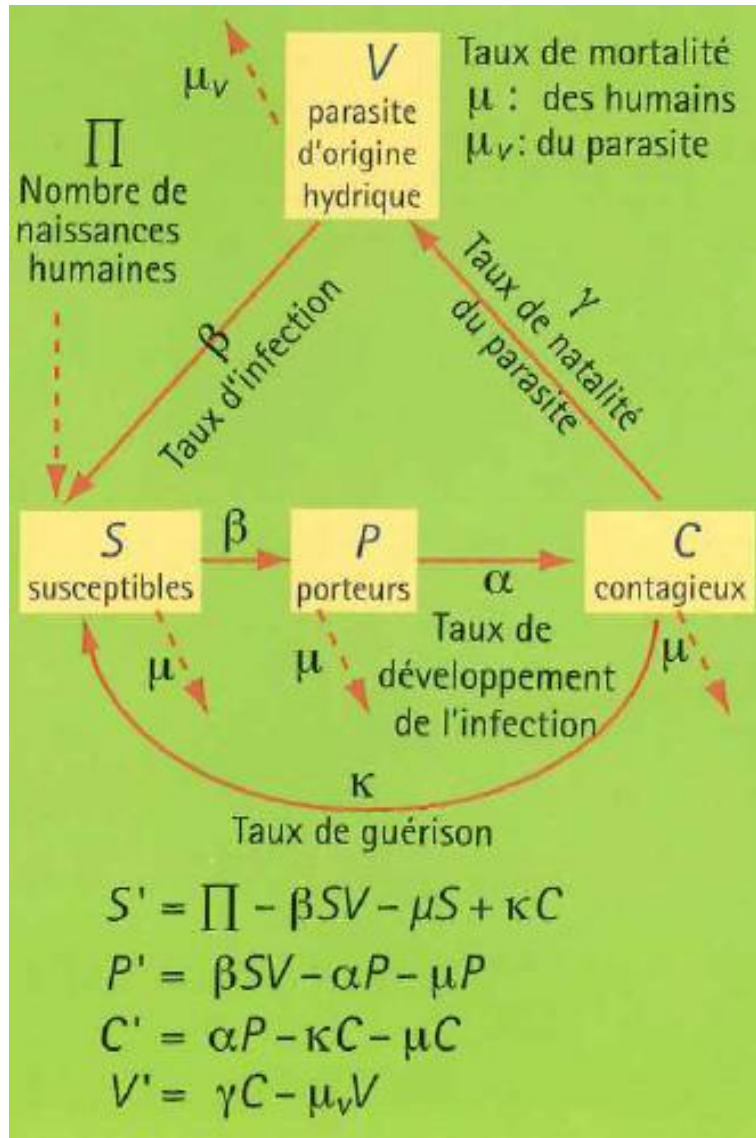
- Une planète vivante (sciences de la vie) : les épidémies
aussi la biodiversité, la dynamique des populations, etc



$$\begin{aligned} S(t) + I(t) + R(t) &= P \\ dS(t)/dt &= -\beta I S \\ dI(t)/dt &= \beta I S - I / \lambda \\ dR(t)/dt &= I / \lambda \\ I(0) &= I_0, S(0) = S_0, R(0) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S(t) + I(t) + R(t) &= P(t) \\ dS(t)/dt &= -\beta I S \\ dI(t)/dt &= \beta I S - I / \lambda - \mu I \\ dR(t)/dt &= I / \lambda \\ I(0) &= I_0, S(0) = S_0, R(0) = 0 \end{aligned}$$

L'exemple de la dracunculose ou ver de Guinée



© Les mathématiques pour éradiquer une maladie, Accromath, Volume 8, 2013
<http://accromath.uqam.ca/>

Trois actions possibles:

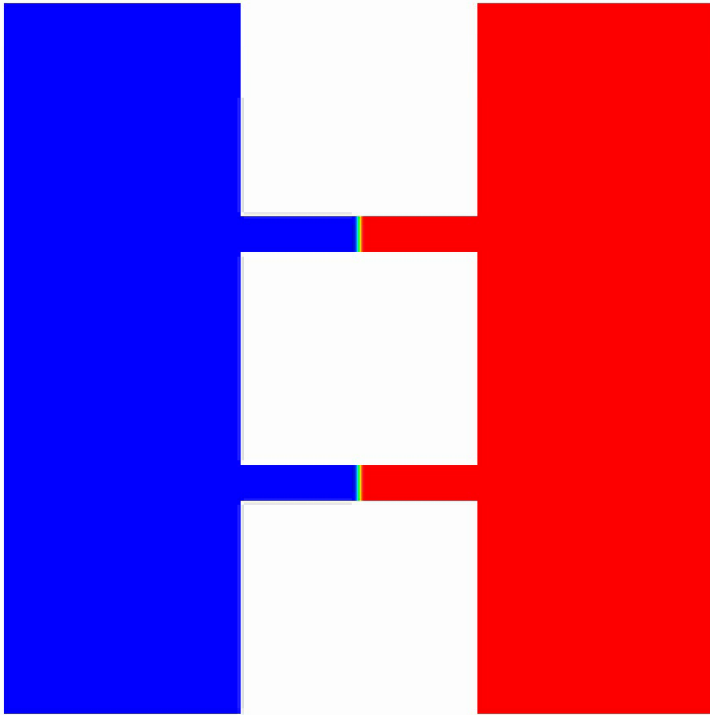
- Diminuer β
- Diminuer γ
- Augmenter μ_V

Stratégie gagnante: diminuer γ

Plongée au cœur des maths

- Une planète à découvrir (sciences de la terre) : les courants des océans

Plongée au cœur des maths



Équations

- Conservation de la masse
- Conservation de la quantité de mouvement (loi de Newton $F=ma$)
- Conservation de l'énergie
- Masse volumique fonction de la température

Équations de Navier-Stokes

Équations aux Dérivées Partielles (EDP)

Analyse avec les distributions de L. Schwartz

<http://interstices.info/circulation-oceanique>

Voir aussi <http://images.math.cnrs.fr/Autour-des-equations-de-Navier.html>
et <http://images.math.cnrs.fr/Turbulences-sur-les-equations-des.html>

aussi le climat, les pollutions, les séismes, etc

La recherche en maths et en informatique

- Un modèle est une représentation de la réalité
- Un modèle traduit souvent des invariants
- Les maths et l'informatique interagissent avec les autres sciences
- Les problèmes du prix du millénaire, du Clay Mathematical Institute
 - 1 000 000 \$ par problème
 - pb 6: les équations de Navier-Stokes sont-elles bien posées ?

Les maths font la pluie et le beau temps

- Une planète en danger: Les prévisions du film « le jour d'après »



Image extraite du film *Le Jour d'après (The Day After Tomorrow)* de Roland Emmerich. Distribution : 20th Century Fox.

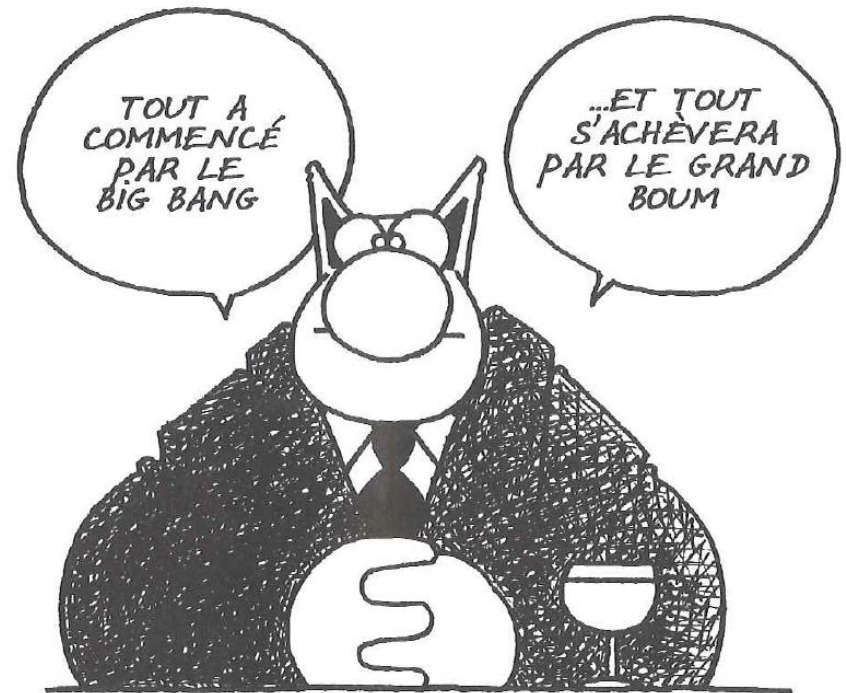
- Modèles climatiques et modèles météo: question d'échelle
- Mise au point d'un modèle: travail collectif sur des années
- Simulations et prévisions: des heures de calcul puis d'analyse

La nature en équations

- Le livre de la nature est écrit en langage mathématique (Galilée)
- Ce qui est incompréhensible, c'est que le monde soit compréhensible (Einstein, physicien, 1879-1955, prix Nobel 1921)
- La déraisonnable efficacité des mathématiques dans les sciences de la nature (Wigner, physicien, 1902-1995, prix Nobel 1963)
- Il devient de plus en plus évident que les formalismes que les mathématiciens trouvent les plus intéressants (*invariants*) sont aussi ceux que la Nature a choisis pour elle-même (Dirac)

<http://www.irem.univ-montp2.fr/L-efficacite-des-mathematiques-est>

Mathématiques de l'univers



© Les mathématiques du Chat
de Philippe Geluck, Daniel Jstens, Casterman 2008

Les mathématiques de la planète terre

- Initiative mondiale de mathématiciens: <http://mpe2013.org/fr/>
- Exposition en ligne:
<http://imaginary.org/exhibition/mathematics-of-planet-earth>
- Cap' Maths: <http://www.capmaths.fr/>
- Accromath: <http://accromath.uqam.ca/>
- Un jour, une brève: <http://mpt2013.fr/>
- Images des maths: <http://images.math.cnrs.fr/>
- Interstices: <http://interstices.info/>

