Des digues fractales pour protéger nos côtes

Collège Pierre Loti de Rochefort

Avec la participation de :

Mathile, Matthieu, Louis, Erine, Canelle, Juliette, Camille, Lena, Lou, Louise, Maëva, Tiffany, Sabelle, Romane, Dorian

Encadrés par leurs professeurs d'arts plastiques, sciences physiques, SVT, Mathématiques : Marion Griffoulière, Catherine Besserer, Julien Phellipeau, Laurent Bassard, et aidés pas Anne Sophie Château et Claudine Baudon.

C.GENIAL
Fondation pour la culture scientifique et technique

Sciences à l'École

académie Poitiers

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE

0

Introduction :

Avec le réchauffement climatique, la montée du niveau de la mer et la venue de plus en plus fréquente de phénomènes climatiques extrêmes, nos côtes charentaises sont de plus en plus fragilisées : éboulement de falaises, disparition de plages, inondations….

Différents moyens de protection sont mis en œuvre : digues pleines, digues creuses de type Varlan, protection en bois, enrochements. Après la tempête Xynthia , un plan de protection de nos côtes a été mis en place et de nouvelles digues sont construites ou remodelées comme à Port des Barques dernièrement ou à Aytrè, La Rochelle…

Digue d'Aytré

Nouvelle digue sur l'Ile de Ré

Ce sont souvent des digues pleines ou des digues à enrochement.

La géométrie fractale désigne des objets de forme rugueuse, très irrégulière, non lisses, avec une structure en autosimilarité. Elle s'oppose à la géométrie « traditionnelle » . La géométrie fractale est fortement liée au hasard ou aux situations critiques. Ainsi on retrouve des structures fractales dans la nature là où une situation critique est nécessaire pour permettre la vie, par exemple chez les végétaux (ramure des arbres, systèmes racinaires, nervures des feuilles, choux Romanesco). Cette structure vise à augmenter les surfaces d'échange et donc à améliorer l'absorption du dioxygène, des nutriments.

On trouve aussi des formes fractales dans la nature là le hasard joue un grand rôle : c'est le cas des côtes rocheuses et des montagnes, mais aussi pour certains objets dont la formation est liée à des réactions chimiques aléatoires. C'est pourquoi la géologie rassemble de nombreux exemples de formes fractales naturelles.

Coquillages de structure fractale

Ainsi, la longueur d'un objet fractal est considérée comme infinie puisque ses bords sont irréguliers, même dans l'infiniment petit. Cette théorie a aujourd'hui de nombreuses applications dans des domaines très variés tels que la recherche médicale, en géologie, en informatique, dans l'art. Nous sommes partis de la construction des murs anti-bruit pour lesquels la géométrie fractale est utilisée pour augmenter les surfaces de contact avec l'air et ainsi améliorer leur efficacité.

I. Problématique :

Nous cherchons à voir si la mise en œuvre de digues utilisant la géométrie fractale permettra-t-elle de limiter le recul de nos côtes (plages et falaises) et d'augmenter la protection des ports, sans effet néfaste pour l'environnement (ensablement par exemple). Nous pensons en effet qu'augmenter la surface des digues en utilisant la géométrie fractale permettra d'absorber plus l'énergie des vagues et donc d'atténuer l'onde réfléchie, le déplacement du sable, la dégradation des falaises, la houle dans les ports…

II. Notre démarche :

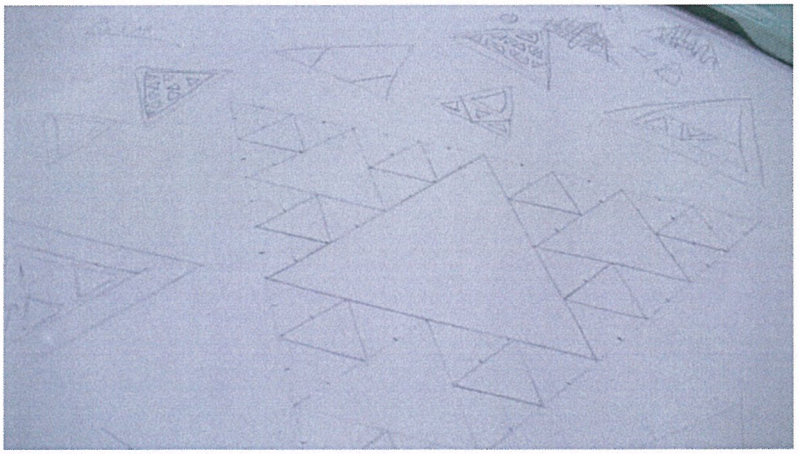
1. Nous avons commencé par étudier ce qu'est la géométrie fractale dans la nature.

Nous avons effectué quelques recherches sur internet puis avons fait quelques observations en SVT (observation d'un brocoli, de feuilles, d'un poumon de veau) puis quelques manipulations de chimie (fabrication de cristaux de sel, de cristaux de sulfate de cuivre, construction d'un jardin chimique, réactions entre du silicate de sodium et des sels métalliques permettant la formations de structures semblables à des coraux et dont l'assemblage aléatoire est tel que l'on obtient des structures fractales).

jardins chimiques magiques

brocoli

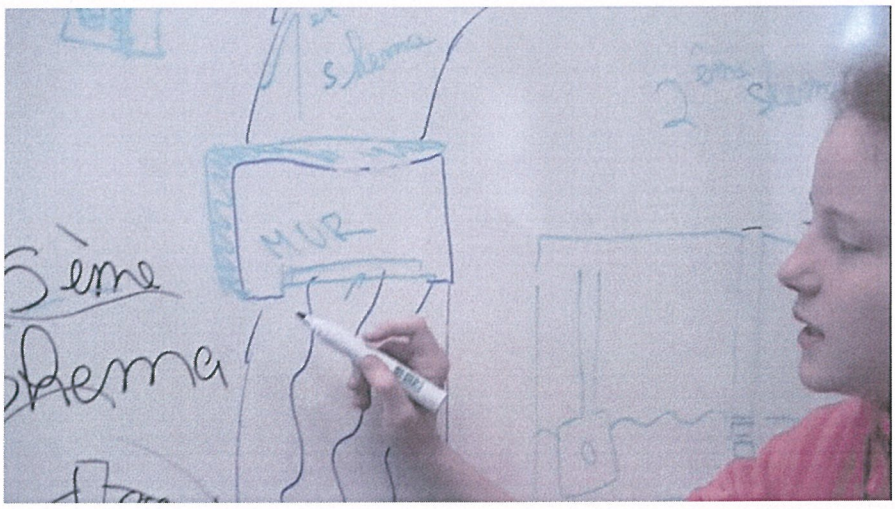
Nous avons ensuite, avec le professeur de mathématiques construit des figures géométriques en utilisant la théorie des fractales.



constructions mathématiques

2. <u>Recherche sur les digues</u>

Nous avons effectué des recherches internet sur les digues existantes, en France, dans le monde, mais surtout dans notre région. Ensuite, nous avons réfléchi à comment fabriquer nos maquettes de digues, dans quels matériaux, comment les tester. Nous avons décidé de fabriquer des maquettes de digues « classiques » utilisées dans notre région (enrochements, tétrapodes, digues lisses droites ou inclinées, puis de fabriquer des maquettes de digues « fractales » . Nous pourrons ainsi comparer leur impact et voir si les digues fractales sont plus efficaces.

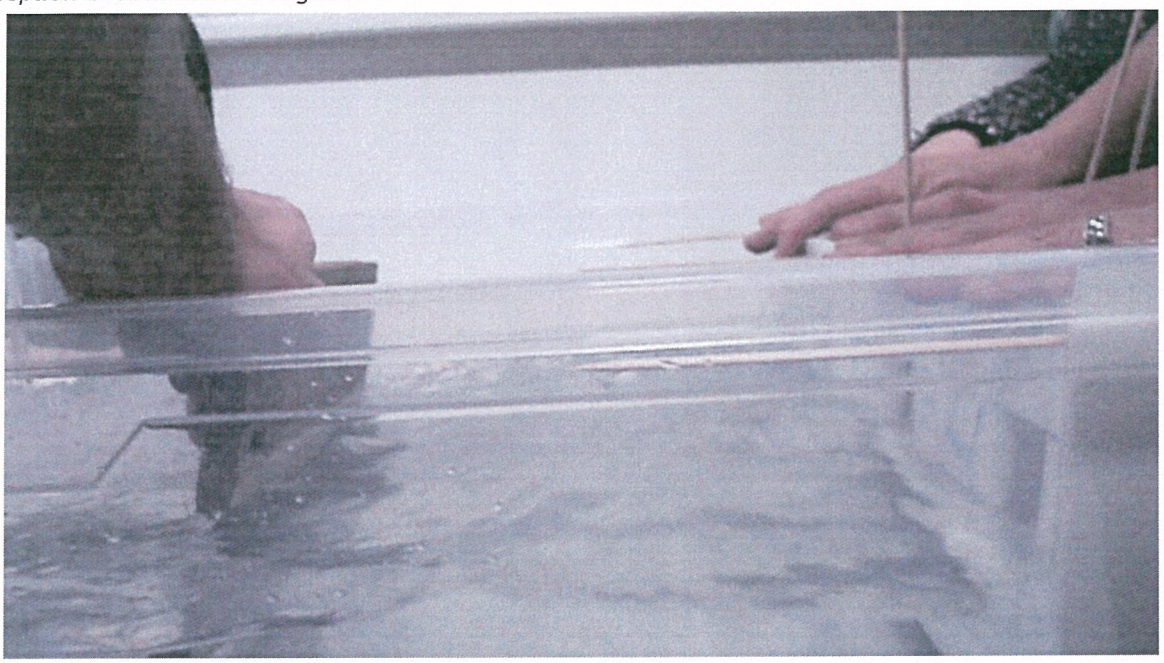


Phase de réflexion sur la conception des digues

3. Une fois notre protocole mis au point, nous avons commencé à fabriquer différents types de digues, notre bassin d'essai, notre « machine à vagues »…

Fabrication de digues en béton

Conception de la machine à vagues :

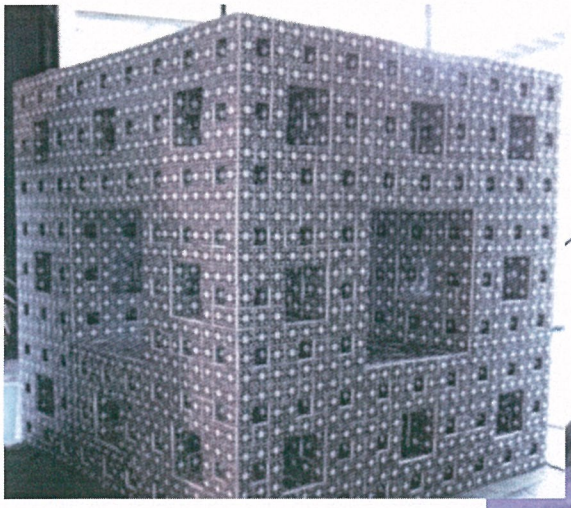


4. Enfin, nous sommes passés à la phase de tests pour vérifier l'effet des digues fractales et le comparer avec des digues classiques. La difficulté est de trouver des méthodes de mesure de la vague (hauteur et force) avant et après la digue (dans le cas de digues « percées »).

Monsieur Le Guen, travaillant à la direction Eau - Assainissement - Gestion des milieux aquatiques et protection des inondations de la communauté d'agglomération de Rochefort est venu nous expliquer son travail et nous a parlé des différents travaux effectués pour prévenir les risques d'inondation dans la région. Nous lui avons montré nos travaux et lui avons expliqué nos objectifs.

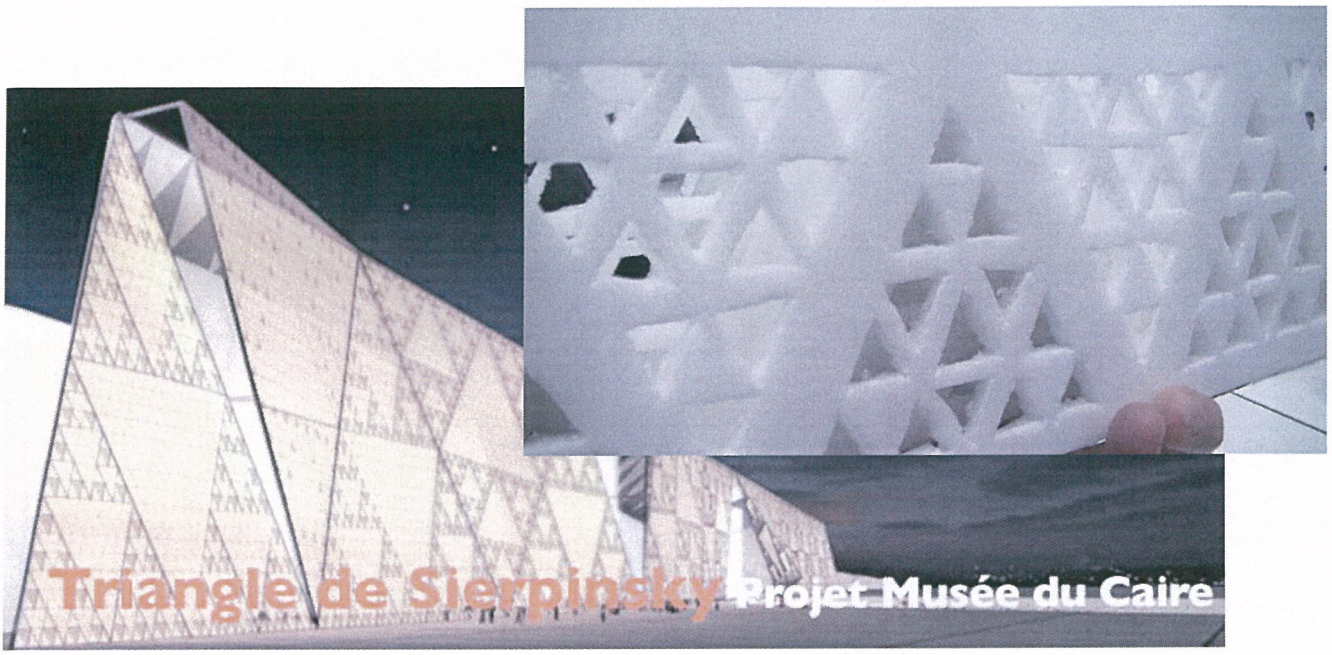
III. Nos résultats :

1. Quelques unes de nos digues :



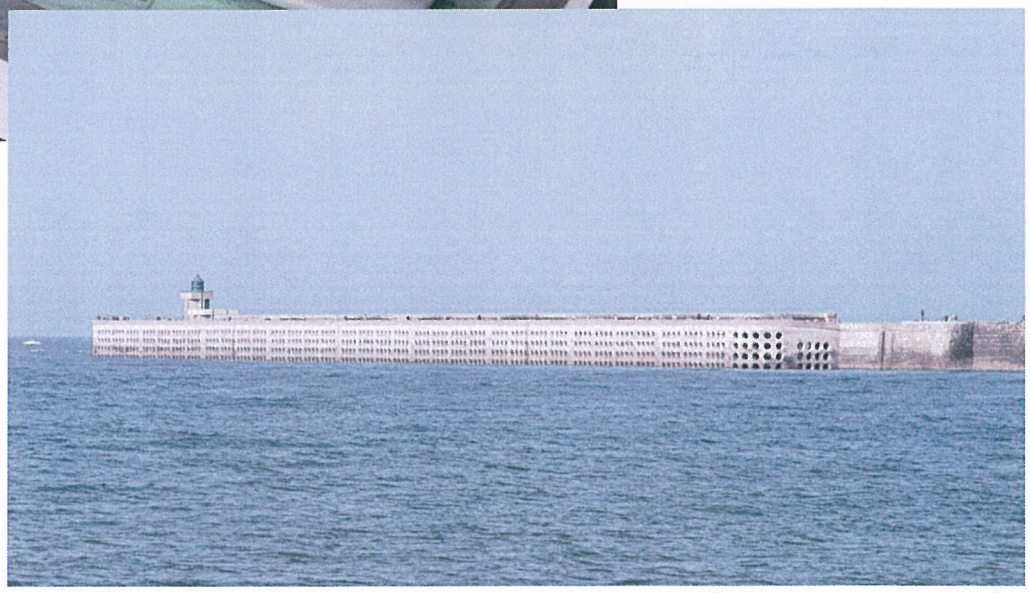
Digue construite selon le modèle de l'éponge de Menger

Une digue selon le modèle fractal du triangle de Sierpinsky :



Nous avons construit d'autres digues :

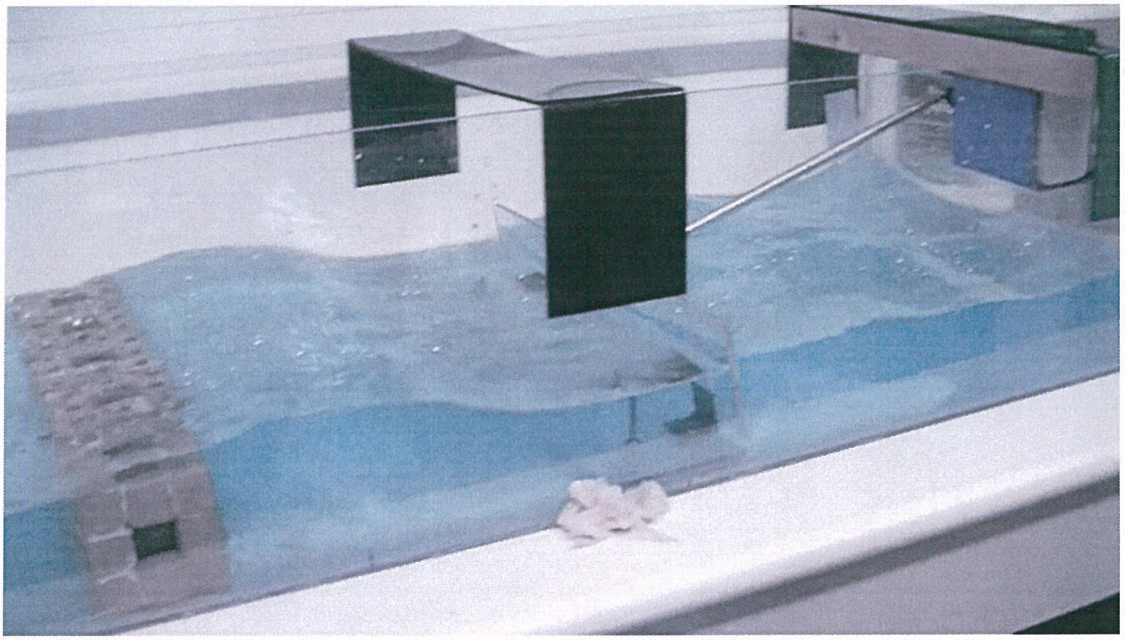
Des digues percées, de type Varlan comme sur le port de Dieppe, des digues pleines dont on a augmenté la surface de contact avec l'eau…



Digue du port de Dieppe, de type Varlan.

2. La machine à vagues :

Nous avons construit un bac pour tester les digues. Dans ce bac, nous avons fixé une machine à vagues, plaque articulée, mise en mouvement par un moteur. Le mécanisme a été difficile à mettre au point, il a fallu modifier la hauteur de la plaque mobile, la position du moteur…



machine à vagues

Nous avons commencé à tester les digues. Nous mesurons la hauteur des vagues avant et après la digue et nous mesurons la force des vagues à l'aide de dynamomètres fixés à des plaques flexibles qui bougent avec les vagues.

Ce qui nous reste à faire :

Nous devons terminer les mesures de l'effet des digues sur les vagues. Nos mesures ne sont pour l'instant pas très précises ni très fiables. Nous allons essayer de modifier nos méthodes de mesure, changer les dynamomètres et leurs positions…

Nous allons aussi mettre en place la semaine prochaine au collège, une exposition sur la tempête Xynthia, prêtée par l'espace Nature de Rochefort. Nous pourrons ainsi expliquer à nos camarades nos travaux et leur objectif.

Conclusion :

Nous essayons de déterminer si des digues de structure fractale dont la surface de contact avec l'eau est augmentée par rapport à des digues plus classiques peuvent avoir un impact sur leur efficacité (atténuation de la vague, de la houle, diminution de la destruction des falaises, diminutions des mouvements du sable des plages…). Nous avons fabriqué des maquettes de digues, en polystyrène ou en béton et les testons dans une machine à vagues que nous avons fabriquée.

Patricia Poirier

COLLÈGE PIERRE LOTI
La Principale
P. POIRIER
17304 ROCHEFORT