

Comité Scientifique des IREM, 8 juin 2012

L'interaction au secours de la géométrie ?

Contribution transmise par Christian Mercat (IREM de Lyon)

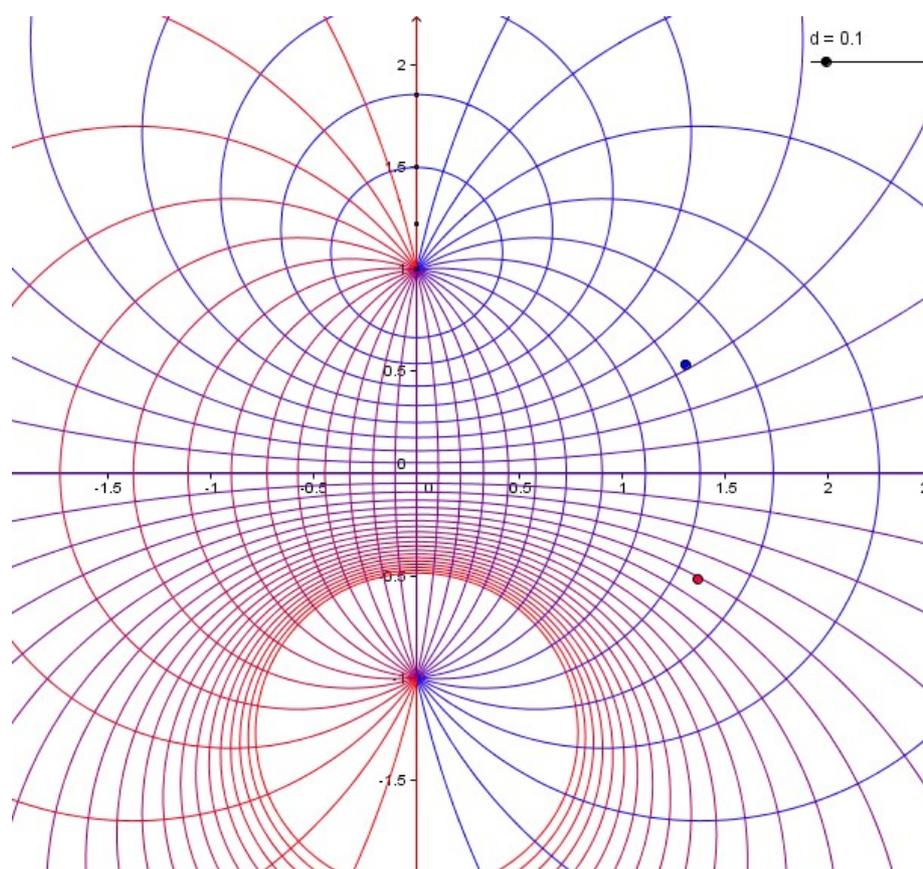
L'évolution des programmes de mathématiques me donne une impression des mathématiques et de la géométrie en particulier, non plus comme porteuses de savoirs mais plutôt comme un outil au service d'une idée assez vague et générale de la science et d'une "littéracie" du citoyen, non technicien mais confronté à des données complexes dans lesquelles naviguer à vue.

La géométrie était le bastion par excellence de LA mathématique, le lieu privilégié où apprendre à raisonner, où comprendre la nécessité de dépasser l'évidence géométrique pour démontrer. Ce bastion est de plus en plus difficile à défendre car il est désarmé, les techniques et outils de base à la disposition des élèves s'amoindrissant tandis qu'on leur propose de s'approprier des merveilles de technologie, boîtes noires difficiles à maîtriser pour l'élève et l'enseignant. Je propose l'hypothèse que ce grand saut en avant, par dessus les savoirs de base d'hier, est inéluctable et me demande comment en prendre notre parti, comment utiliser un tant soit peu pédagogiquement et scientifiquement les outils qui sont mis à notre disposition.

Un grand changement du monde actuel, qui sidère quelque peu le monde de l'enseignement, est le traitement de l'information complexe au moyen de la statistique et de l'algorithmique. Mais la géométrie ne me semble pas pour autant dépassée dans ce cadre, au contraire, de grandes avancées scientifiques (Galilée, Newton, Einstein, Schrödinger, géométrie discrète) sont "simplement" associées à l'invention du bon cadre géométrique où les concepts vivent "naturellement". Et cette pensée géométrique est présente au cœur de la modélisation, qui doit débusquer la bonne description, le bon espace dans lequel vit le phénomène, et sa simulation informatique ou statistique, la bonne structure de données qui permettra de donner du sens et d'interpréter les données produites ou collectées.

Faire prendre conscience de la nécessité de ces cadres géométriques est important. Sortie par la porte des programmes officiels, la géométrie pourrait revenir par la fenêtre des "Méthodes et Pratiques Scientifiques" et autre "Aide Personnalisée", des confrontations avec les collègues des autres sciences, elles aussi mises à mal en ce qui concerne l'effectivité des outils conceptuels disponibles. Un outil technologique à notre disposition pour cela est la géométrie interactive.

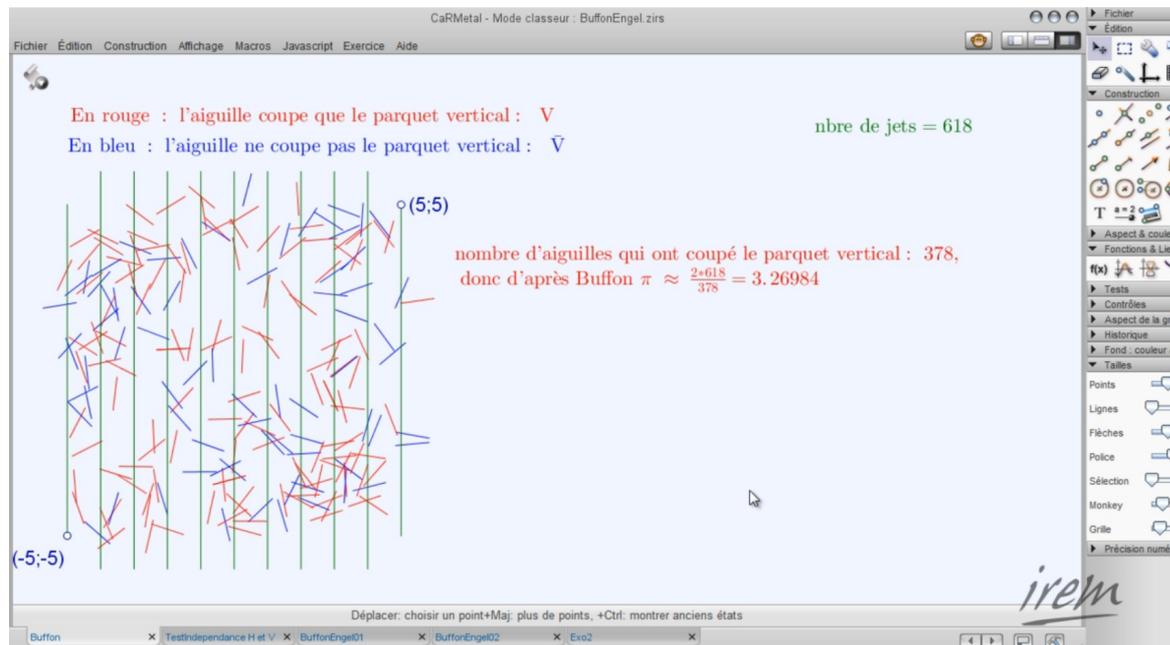
La géométrie interactive "à papa", qui manipule les objets de la géométrie usuelle, droites et cercles, triangles et perpendiculaires, points repérés et lieux, est d'une grande puissance, dans le cadre de la géométrie usuelle, mais pas seulement. Son ressort essentiel est la construction par l'élève d'une représentation mentale d'une situation par la rétroaction que la figure donne



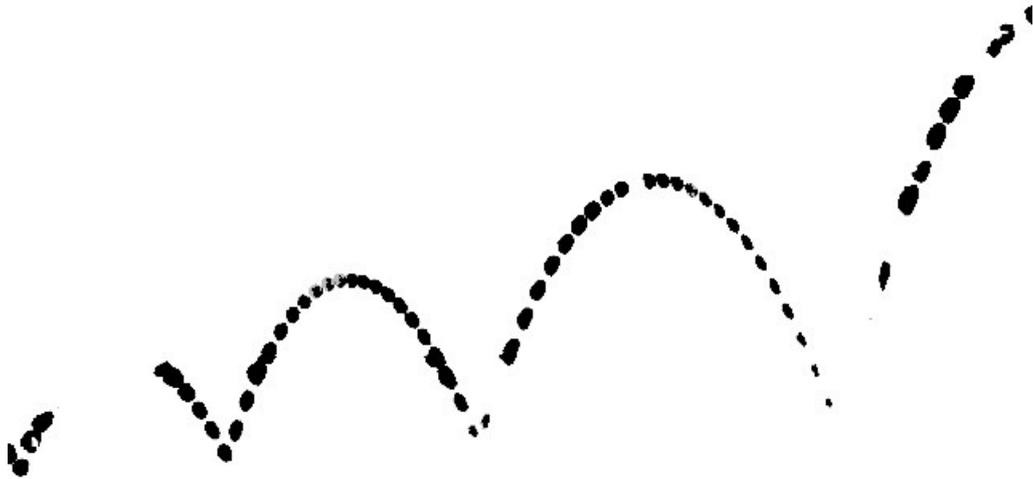
face à la modification interactive de ses paramètres. La curiosité pousse à se demander comment la figure va réagir, à anticiper certaines réactions, à être surpris par d'autres. L'élève est sensé en particulier identifier les invariants, "ce qui reste vrai lorsque tout change".

Dans la géométrie interactive d'aujourd'hui, on programme et on simule. Simuler par exemple le tirage des aiguilles de Buffon, comme presque n'importe quel problème un tant soit peu "réel", requiert une bonne dose de géométrie avant l'algorithmique (ici, comment paramétrer un

segment aléatoire, puis comment déterminer l'intersection avec une latte du parquet, et enfin l'algorithmique qui va comptabiliser par des boucles).



La géométrie, en permettant de visualiser, de rendre préhensibles et géométriques des concepts abstraits, se trouve au cœur du travail scientifique. Les données artificielles, internes, lisses, froides et mortes des problèmes d'antan sont peut-être à remplacer par des données réelles auxquelles les technologies d'aujourd'hui nous donnent accès: capteurs, images, caméra (un sujet sur lequel je travaille particulièrement en ce moment, avec la captation du mouvement d'une bille devant la webcam, des données "sales" et réelles, qui ont un sens immédiat et direct), mais aussi bases de données publiques. C'est souvent un changement de paradigme que d'accepter de faire de la géométrie avec des points bruités ou discrets, pas très bien alignés, mais les concepts platoniciens y montrent leur puissance, peut-être mieux encore que dans leur cadre propre: modéliser c'est choisir d'oublier pour un temps une complexité parasite pour se concentrer sur un aspect plus simple mais compréhensible et prévisible. La rencontre avec ces concepts idéaux peut être une véritable révélation pour certains élèves, et il serait dommage de passer à côté, mais cette rencontre est peut-être de plus en plus difficile.



La géométrie interactive a passé un cap depuis quelques années dans l'interactivité: d'objets liés par des relations fonctionnelles, manipulés par l'utilisateur, on est passé à des objets "acteurs" qui produisent des actions basées sur des calculs. L'algorithmique s'invite dans la géométrie. J'en parlerai plus loin.

Je ne suis pas du tout sûr que mon analyse soit pertinente, mais quel pourrait être le rôle des IREM dans ce cadre d'évolution de l'enseignement de la géométrie? La veille technologique est une chose, la recherche en enseignement, le besoin en formation en sont d'autres, les IREM devraient sans doute articuler les trois pour soutenir les équipes innovantes, pourquoi pas piloter certains développements, et promouvoir la formation des collègues enseignants. Comme axes récents intéressants notons

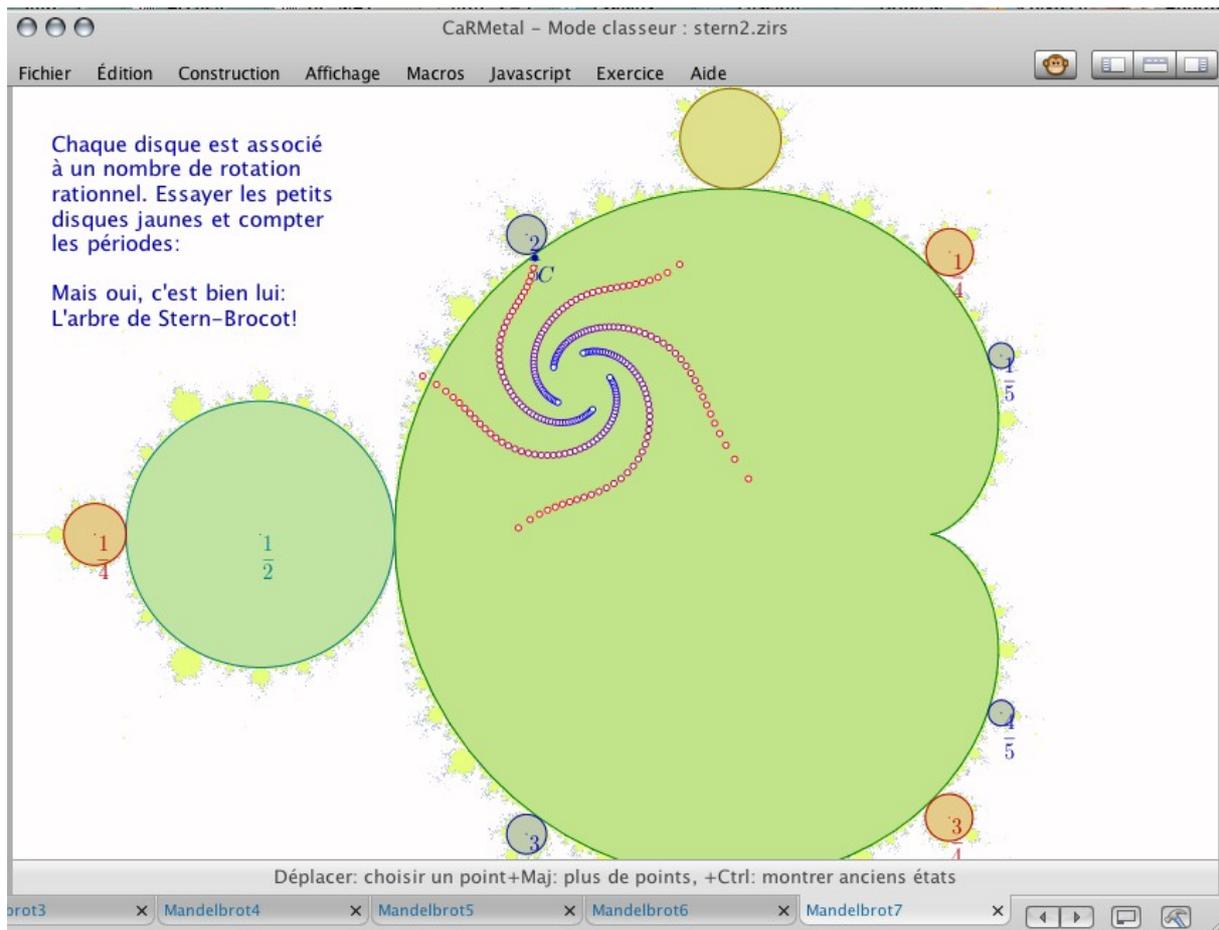
- le développement des tutoriaux vidéos, très efficaces, d'autant plus quand ce sont des "hyper-vidéos" avec chapitres et liens, et recherche par mots-clefs comme le permettra bientôt des produits en développement avec lesquels les IREMs pourraient peut-être collaborer; Citons <http://liris.cnrs.fr/olivier.aubert/> et la société Voxalead et saluons le travail pionnier de l'ADIREM : <http://www.univ-irem.fr/videos/>

paramètres dotés de valeurs par défaut

```
01 #*****SIMULATION D'UN MODELE D'URNE POUR LE RANG*****
02 #*****ARRIVÉE DU PREMIER SUCCÈS LORS DE n TIRAGES*****
03 #---L'urne par défaut contient 30 boules rouges sur 100 boules---
rangpremiersucces <- fonction(n = 7, nbrouge = 30, total = 100, nbsim = 2000) {
  urne <- rep(c("rouge", "bleu"), (nbrouge, total - nbrouge))
06   premrouge <- rep(NA, nbsim)
07   for(j in 1:nbsim){
08     melange <- sample(urne)
    # ... (code partiellement visible) ...
    }
  }
résultats -----
19 barplot(distrib)
20 }
21
22
23
24
```

irem

-
- la géométrie à script, comme par exemple cette collection époustouflante d'Alain Busser qui unit en un unique document interactif, la description du développement en fractions continues des réels en terme d'arbre de Stern-Brocot et les orbites finies de l'ensemble de Mandelbrot.



<http://www.reunion.iufm.fr/recherche/irem/spip.php?article495> pour le manipuler interactivement

Il s'agit de géométrie universitaire, mais de telles illustrations sont possibles pour des exemples plus élémentaires. L'idée de base est que la modification d'un objet déclenche un calcul qui n'est pas forcément de nature géométrique, et permet la création ou la modification d'éléments géométriques associés.

Je salue le succès mérité de Sésamath qui a réussi à capter et utiliser à bon escient les énergies d'un nombre important de collègues technophiles et/ou intéressés par la production de ressources mutualisées.

Instantanés pris récemment



Signalez un ennui

REGARDEZ I2GEO GRANDIR

| | |
|--------------|------|
| Ressources: | 3633 |
| Membres: | 1663 |
| Groupes: | 21 |
| Évaluations: | 852 |

FAN CLUB

PETITES VIDÉOS D'INTRODUCTION

Créer une ressource GeoGebra simple (25Mb)

Travailler l'échelle sur le pentagone

LE PROJET EUROPÉEN INTERGEO

Géométrie Interactive Interopérable pour l'Europe

le projet européen INTERGEO est co-financé par la Communauté Européenne

- Ce qu'est Intergéo
- Les équipes derrière Intergéo

également Conférences, Matériel de diffusion, et la distribution des tâches.

RESSOURCES VEDETTES

Sections planes d'eq z = a Sections planes d'eq y = b Mécanique

$$f(x, y) = \sin(\sqrt{x^2 + y^2}) + \cos(\sqrt{x^2 + y^2})$$

Participer à la réflexion autour de la production des ressources pédagogiques pertinentes et la conception des outils, voilà un rôle que les IREMs pourraient prendre en ce qui concerne la géométrie, en particulier concernant dans sa relation avec la technologie, mais également dans sa relation à l'histoire et aux objets, matériels ou mathématiques, dans un contexte d'utilisation en classe. Un enjeu particulier est à mon avis la mise en place de cycles de révision des ressources pédagogiques, basés sur des évaluations qualité et une production collaborative, où la critique constructive n'est pas donnée ou prise comme une attaque mais comme un effort d'amélioration.

Merci à Olivier Roizès et Jérôme Germoni pour leurs discussions.